



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
**СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

# ПОТАПОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2019

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

*(г. Москва, 25 апреля 2019 г.)*

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2019

ISBN 978-5-7264-1985-5

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2019

УДК 624+528+504

ББК 38+26.1+20.1

П64

П64 **Потаповские чтения – 2019** [Электронный ресурс] : сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Дмитриевича Потапова / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (11,5 Мб). — Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. — Режим доступа: Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> – Загл. с титул. экрана.  
ISBN 978-5-7264-1985-5

Сборник содержит материалы ежегодной Всероссийской научно-практической конференции «Потаповские чтения», посвященной памяти Александра Дмитриевича Потапова. Конференция состоялась 25 апреля 2019 г. в НИУ МГСУ и ее организатором выступила кафедра инженерных изысканий и геоэкологии (ИИиГЭ) НИУ МГСУ.

В работе конференции приняли участие более 150 человек из 16 российских вузов, а также различных кафедр НИУ МГСУ. Конференция была ориентирована на студентов, магистрантов и аспирантов.

Для научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов, всех форм обучения в области строительства, 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.*

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2019

Ответственные за выпуск:  
*В.А. Курочкина, И.Ю. Яковлева*

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

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

Кафедра инженерных изысканий и геоэкологии

Тел.: +7 (495) 287-49-14 (доб. 2380)

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

Для создания электронного издания использовано:  
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 24.06.2019 г. Объем данных 11,5 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. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.  
E-mail: [ric@mgsu.ru](mailto:ric@mgsu.ru), [rio@mgsu.ru](mailto:rio@mgsu.ru).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Вступительное слово</b> президента НИУ МГСУ <b>Теличенко В.И.</b>	<b>8</b>
<b>Вступительное слово</b> начальника отдела водных ресурсов Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга <b>Страхова М.А.</b>	<b>9</b>
<i><b>Секция 1. Инженерные изыскания в строительстве: инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, инженерно-экологические</b></i>	<b>10</b>
<b>Алисултанов Р.С.</b> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ	<b>10</b>
<b>Балдуев П.В., Хапалкина Д.И.</b> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК (Научный консультант <b>Рогова Н.С.</b> )	<b>16</b>
<b>Кузнецов С.В.</b> МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННЫМИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ НА ПРИМЕРЕ ВОЗВЕДЕНИЯ НЕБОСКРЕБА BURJ-KHALIFA (Научный консультант <b>Алисултанов Р.С.</b> )	<b>23</b>
<b>Мигунова М.В., Топчий Т.С.</b> ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ УНИКАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ, СТАТУИ ХРИСТА В ГОРОДЕ СВЕБОДЗИН (ПОЛЬША) (Научный консультант <b>Симонян В.В.</b> )	<b>28</b>
<b>Сенченко И.С., Кириллова И.В.</b> СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ (Научные консультанты: <b>Курочкина В.А., Тодорова А.И.</b> )	<b>32</b>
<b>Слюсарев А.С., Гаас Г.Ю.</b> НЕОБХОДИМОСТЬ ДОСТОВЕРНЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ТЕРРИТОРИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ПО ПРОГРАММЕ РЕНОВАЦИИ В Г. МОСКВЕ (Научный консультант <b>Кучуков Э.З.</b> )	<b>39</b>
<i><b>Секция 2. Геоэкологические проблемы современности: загрязнение окружающей среды и устойчивое развитие территорий</b></i>	<b>44</b>
<b>Белая В.А.</b> ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА ОСВОЕНИЯ ПОДВОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (Научный консультант <b>Суздалева А.Л.</b> )	<b>44</b>
<b>Борзов В.С., Шарова И.С.</b> ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	<b>47</b>
<b>Буюран С., Марковец М.А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ (Научный консультант <b>Бузякова И.В.</b> )	<b>50</b>
<b>Васильев Д.М., Фартуков В.А., Земляникова М.В.</b> СВЕТ – КАК СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЕЩЕСТВА	<b>54</b>
<b>Гусева А.С., Устинов С.А., Петров В.А.</b> РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАЗВИТИЮ ТЕРРИТОРИИ НОВОЙ МОСКВЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ	<b>58</b>
<b>Епихин С.Д., Курешов А.И.</b> ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ РАЗРУШЕННОГО ТРАНСВААЛЬ ПАРКА И ВОССТАНОВЛЕННОГО НА ЭТОМ ФУНДАМЕНТЕ МОРИОНА В Г. МОСКВЕ (Научный консультант <b>Кучуков Э.З.</b> )	<b>62</b>
<b>Ермилов М.В.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИРТЫШ (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	<b>67</b>

<b>Ефанов Н.М., Озерова Н.В., Мамина Д.Х. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ</b>	<b>74</b>
<b>Иванова А.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ГОРОДА ЛИПЕЦКА: АНАЛИЗ, ФАКТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ (Научный консультант Криночкина О.К.)</b>	<b>77</b>
<b>Карпенко И.С., Сафронов С.С. ВЛИЯНИЕ ЭТАЖНОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА (Научный консультант Мягков М.С.)</b>	<b>82</b>
<b>Зими́на А.А., Комаров Е.И. РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	<b>89</b>
<b>Смирнов В.А., Комаров Е.И., Крынкина В.Н. СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ КАРЬЕРОВ И РУДНИКОВ</b>	<b>94</b>
<b>Кузнецова О.Г. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ СУРАСВИЯЖСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (Научный консультант Лаврусевич А.А.)</b>	<b>98</b>
<b>Лукьянова Ю.Н. РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПУНКТА ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ (Научный консультант Лаврусевич А.А.)</b>	<b>104</b>
<b>Ремнева Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Научный консультант Мамина Д.Х.)</b>	<b>109</b>
<b>Минязов Б.Р. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ РЕКИ ДЕСНА В РАЙОНЕ ГОРОДА БРЯНСК (Научный консультант Курочкина В.А.)</b>	<b>112</b>
<b>Морозов Д.Н. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ РЕНОВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН (Научный консультант Бенуж А.А.)</b>	<b>120</b>
<b>Нестеров Д.С., Королёв В.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА ДЛЯ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ОЧИСТКЕ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ</b>	<b>125</b>
<b>Решетова А.В., Дажунц Л.А. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ АККУМУЛЯТОРОВ И БАТАРЕЕК В ЯРОСЛАВСКОМ РАЙОНЕ Г. МОСКВА (Научный консультант Лабузов А.В.)</b>	<b>130</b>
<b>Рукосуева Е.А., Ахтанин Е.В. ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЮ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (Научный консультант Бенуж А.А.)</b>	<b>136</b>
<b>Степочкина Е.С., Ряховская О.Ю. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕННОГО НАРУШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВДОЛЬ ТРАССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ (Научный консультант Кашперюк П.И.)</b>	<b>139</b>
<b>Силаева П.Ю., Хаустов А.П. ТРАНСПОРТНАЯ НАГРУЗКА НА КАМПУС РУДН</b>	<b>142</b>
<b>Смирнов И.В. О ПРОБЛЕМАХ ЭКОЛОГИИ РАЙОНА ЧЕРЕМУШКИ (Научный консультант Криночкина О.Г.)</b>	<b>147</b>
<b>Кайтмазов С.Н., Садоян Г.А., Ткачев М.С. ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕСС ПОДТОПЛЕНИЯ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА МОСКВЫ (Научный консультант Кашперюк П.И.)</b>	<b>150</b>

<b>Фролкина Е.В.</b> ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНА ТБО «ТИМОХОВО» НА РЕКУ БИЗЯЕВКА (Научные консультанты <b>Курочкина В.А., Джумагулова Н.Т.</b> )	156
<b>Халитов Р.М.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МЕРОПРИЯТИЙ НА РЕКЕ ДОН В РАЙОНЕ ГОРОДА ПАВЛОВСК (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	163
<b>Чадкина Я.А.</b> ВЛИЯНИЕ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ (Научный консультант <b>Анашкина Е.Н.</b> )	168
<b>Попов В.Г., Чурюкина С.В.</b> ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ХЛОРИДНЫХ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	171
<b>Якушев А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	177
<b>Секция 3. Техносферная безопасность</b>	182
<b>Болотина Ю.О.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ» (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	182
<b>Давиташвили Д.Э.</b> СПОСОБЫ СМЯГЧЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УРБОЛАНДШАФТОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ (Научный консультант <b>Шарова И.С.</b> )	187
<b>Иванов М.В., Гурковская Е.А., Тараканова В.В.</b> ТЕХНОСФЕРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ (ПИЩЕВЫХ) ТЕХНОЛОГИЯХ	190
<b>Пулатов А.Ш., Комаров Е.И.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАРЬЕРОВ	195
<b>Лыкова А.А., Амерова Д.А.</b> ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	199
<b>Малахов Н.С.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ (Научный консультант <b>Яковлева И.Ю.</b> )	204
<b>Науменко Н.О., Жезмер В.Б., Новиков А.В., Сумарукова О.В.</b> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	210
<b>Коновалова А.В., Пономарев А.Я.</b> ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ И МИГРАЦИЮ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ	214
<b>Солдатенков И.А.</b> ОХРАНА ТРУДА В ЛАБОРАТОРНО-ЛЕКЦИОННОМ ПОМЕЩЕНИИ (Научный консультант <b>Медведев В.Т.</b> )	221
<b>Холдина М.С.</b> К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (Научный консультант <b>Зайцев А.Н.</b> )	225
<b>Секция 4. Многообразие природных и техногенных геологических процессов и их инженерно-геологическая оценка</b>	231
<b>Аллабергенова Э.М.</b> НЕКОТОРЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ НОГАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН (Научный консультант <b>Лаврусевич А.А.</b> )	231
<b>Боландова Ю.К., Попов В.Г.</b> ОЦЕНКА АВАРИЙНОГО РИСКА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	236
<b>Джумалиева Г.Т.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ОХРАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ (Научный консультант <b>Шарова И.С.</b> )	241

<b>Прасолов А.А.</b> ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ГАЗОПРОВОДА НА ОПОЛЗНЕВОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Научный консультант <b>Трофимов В.Т.</b> )	<b>245</b>
<b>Самсонова А.О., Сидорова С.Ю.</b> ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АБРАЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ (Научный консультант <b>Смирнова Т.Г.</b> )	<b>251</b>
<b>Царева В.И.</b> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ (Научный консультант <b>Осипов Ю.В.</b> )	<b>256</b>
<b>Шукин М.А.</b> ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛЕДНИКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ ПЛАНЕТЫ (Научный консультант <b>Абенэ А.И.</b> )	<b>260</b>
<i>Секция 5. Проблемы взаимодействия строительных конструкций с грунтовым основанием</i>	<b>265</b>
<b>Демидова А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЛОЩАДНЫХ ГРУНТОВЫХ НАСЫПЕЙ ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (Научный консультант <b>Лаврусевич А.А.</b> )	<b>265</b>
<b>Морозов Е.Б., Кузнецова Д.П.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТРОЙСТВА ОТСЕЧНЫХ ЭКРАНОВ НА СНИЖЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСАДОК ЗДАНИЙ	<b>272</b>
<b>Могуев А.П., Лебедева Е.С.</b> РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКЕ (Научный консультант <b>Курочкина В.А.</b> )	<b>276</b>
<b>Простотина Л.А., Субботин А.С.</b> ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	<b>282</b>
<b>Уткин М.М.</b> ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КАРСТООПАСНЫХ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	<b>286</b>
<b>Заключительное слово</b> заведующего кафедрой ИИиГЭ <b>Лаврусевича А.А.</b>	<b>299</b>



### **Уважаемые участники и гости конференции!**

От имени НИУ МГСУ рад Вас приветствовать на ежегодной Всероссийской конференции «Потаповские чтения», приуроченной к памяти Александра Дмитриевича Потапова.

Жизнь Александра Дмитриевича была неразрывно связана с МИСИ – МГСУ. В нашем университете он прошел путь от студента до заведующего кафедрой инженерной геологии и геоэкологии, руководителя учебно-методического управления, ученого секретаря университета. Александр Дмитриевич был замечательным педагогом, а его научные интересы охватывали такие инновационные и передовые направления, как инженерная геология, экология, геоэкология, экологическая и техносферная безопасность. Заслуженный геолог РФ доктор технических наук, профессор – он стал одним из основателей и руководителей научной школы геоэкологии МГСУ, что позволило кафедре инженерных изысканий и геоэкологии, одной из старейших в нашем университете, по праву считаться одной из первых профильных кафедр такого рода в отечественных высших учебных заведениях.

Рост экологических проблем выводит вопросы охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и экологической эффективности экономики на передний план. Для решения этих проблем необходимо обеспечить высокие стандарты экологического благополучия на всей территории России, что невозможно без перехода инновационные технологии и строгие природоохранные нормы и особенно если говорить об устойчивом развитии урбанизированных территорий. Устойчивое развитие территорий с позиций обеспечения их эколого-экономической сбалансированности является важной проблемой с научной и практической точки зрения. Главной задачей такого развития является сохранение природного разнообразия и богатства нашей страны, чтобы будущие поколения смогли увидеть окружающий мир во всем его современном и будущем многообразии.

Хотелось бы особо подчеркнуть, что сегодня важность трансформации правовой и нормативно-технической базы, учебных стандартов, модернизации экономики, для обеспечения ресурсосбережения и ресурсоэффективности осознается не только научным сообществом, но и на уровне государственной власти и общества в целом.

На сегодняшний день НИУ МГСУ находится в числе передовых учебных и научных центров в области разработки зеленых стандартов в строительстве, в основе которых лежат качественные инженерные изыскания, осуществляемые в нашем университете на высоком профессиональном уровне. В Университете реализуются многочисленные экологические проекты, учебные программы по различным направлениям подготовки, в том числе «Экология и природопользование», «Техносферная безопасность» и "Геоэкология".

Позвольте пожелать всем участникам конференции плодотворной работы и выразить уверенность в том, что она пройдет на высоком научном уровне и привлечет широкое внимание к проблемам охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития.

**Президент НИУ МГСУ**

**Теличенко В.И.**





**Уважаемые коллеги!**

Приветствую всех участников и гостей Всероссийской научно-практической конференции «Потаповские чтения».

Тематика конференции затрагивает целый ряд важных проблем, включая вопросы охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития территорий.

В настоящее время проблемы окружающей среды, экологической безопасности, изменения климата стали ключевыми глобальными вызовами, требующими пристального внимания со стороны государства, общества и бизнеса. При этом сложно переоценить роль природных богатств в развитии экономики, промышленности, обеспечении качества жизни и здоровья граждан. Природные ресурсы, являясь одним из глобальных конкурентных преимуществ нашей страны, нуждаются в охране и обеспечении рационального использования.

Природоохранная деятельность была и остается приоритетным направлением деятельности Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга. Мы убеждены, что эффективное решение природоохранных задач с учетом существующих глобальных вызовов зависит от совместных усилий органов власти, общественных организаций, деловых кругов, научных и образовательных учреждений, средств массовой информации и всех неравнодушных граждан.

Уверен, что предложения и рекомендации, сформулированные на площадке Всероссийской научно-практической конференции «Потаповские чтения», будут востребованы в практической природоохранной деятельности.

Желаю участникам конференции плодотворной работы, продуктивных дискуссий и интересного профессионального общения!

**Начальник отдела водных ресурсов  
Комитета по природопользованию,  
охране окружающей среды и обеспечению  
экологической безопасности  
Правительства Санкт-Петербурга**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

**Страхов М.А.**

УДК 528.482

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Алисултанов Р.С.<sup>1</sup>

*1-аспирант, преподаватель кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское ш., д. 26*

**Аннотация:** Беспрецедентное строительство большепролетных, высотных и технически сложных олимпийских объектов, в очень короткие сроки ставит задачу об обеспечении инженерной безопасности возводимых сооружений. Необходимым условием ее решения является мониторинг – отлаженная система непрерывные наблюдения за состоянием несущих конструкций, способная выявить недопустимые отклонения в работоспособности сооружения (снижение его надежности) и своевременно известить эксплуатирующие службы. Настоящая статья просвещена построению таких систем.

**Предмет исследования:** в настоящей работе предметом исследования является совокупность требований, предъявляемых к системам мониторинга строительных конструкций.

**Цель:** данной работы является определение задач, решаемых при системных наблюдениях за конструкциями объекта строительства и способов их решения.

**Материалы и методы:** исходными материалами для проведенных исследований явилось сведения об авариях, произошедших на строительных объектах различного назначения. В качестве методов исследования было применено: анализ средств мониторинга и контролируемых параметров. В работе исследованы некоторые из существующих систем мониторинга. Сформулированы глобальные задачи мониторинга: что контролировать; чем контролировать; контролируемые параметры.

**Выводы:** на основании проведенных исследований в работе приведены рекомендации по выбору средств измерения, контролируемых параметров, а также по периодичности проведения измерений и оценки их результатов с точки зрения обеспечения технической безопасности сооружения.

### ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство, с одной стороны, характеризуется неуклонным возрастанием сложности конструкций – придании им нетрадиционных архитектурных форм и планировочных решений, возведением все более развитых в плане и по высоте сооружений, с улучшенной внутренней средой, т.е. комфортностью, с другой стороны, оно характеризуется возрастающими требованиями к экономии, в частности, к сокращению материалоемкости и улучшению тепломеханических показателей ограждающих конструкций. Данный тезис справедлив по отношению ко всем значимым строительным объектам. Однако, особую актуальность он приобретает при возведении большепролетных или высотных сооружений с уникальными конструктивными особенностями.

В некотором смысле это противоречие. Его разрешение возможно только при более тщательном изучении инженерно-геологических условий площадки строительства, применении прогрессивных материалов и технологий, выполнении сложных математических расчетов, проведении экспериментов на моделях-аналогах и натурных исследованиях. При этом контроль качества выполненных работ остался неизменным. Для инженерно-геологических изысканиях это госнадзор, для проектных решений – экспертиза, для работ, выполняемых на стройплощадке, – технический и авторский надзор, на стадии эксплуатации – визуальный

осмотр эксплуатирующими службами с инструментальным обследованием проводимых с периодичностью в три-пять лет, осуществляемым и профессиональными изыскателями. Ничего нового в области контроля нет. Однако появилось новое понятие – «мониторинг» строительных конструкций. Под мониторингом, к сожалению, иногда понимается выборочное инструментальное обследование видимых частей строительных конструкций с фиксацией выявленных дефектов. Проведенный по этому принципу «мониторинг» аквапарка «ГРАНС-ВААЛЬ», Бауманского рынка, цепи оттяжки «Л» – образной опоры крытого конькобежного центра (ККЦ) в Крылатском в Москве, впрочем, как и множества других не столь широко освещенных показал бы, что сооружения находятся в исправном или работоспособном состоянии, т.е. аварии не были бы предотвращены.

В связи с этим мы должны и по технической оснащенности можем осуществлять непрерывные наблюдения за состоянием основных несущих или технически значимых конструкций. При этом под мониторингом следует понимать, как систему технически обоснованных и экономически оправданных наблюдений за факторами воздействия, сопротивления этому воздействию и/или за иными интегральными показателями, определяющими работоспособность и заданную надежность здания или сооружения, проводимых с периодом, при котором вероятность возникновения неблагоприятного события или проявления его последствий ничтожно мала. [25–28].

## **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Мониторингу, как системе периодических наблюдений за техническим состоянием строительных конструкций посвящено огромное количество публикаций. Основные требования к его проведению изложены в нормативной документации, в частности, в [ГОСТ 31937–2011]. В литературе также имеются специальные публикации, посвященные именно построению систем мониторинга [1–24] и определяющие некоторые требования к ним.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Первым вопросом в построении систем мониторинга является вопрос о том, что контролировать. Не останавливаясь на всей совокупности инженерных задач в строительстве, коснемся лишь задач, связанных с силовыми воздействиями, т. е. несущих конструкций. Проводимые расчеты позволяют подобрать оптимальные соотношения в конструкции, как по материалу, так и по геометрии. В этом смысле сооружение становится равнопрочным. Контролировать все конструкции на современном этапе практически невозможно. Как быть? Вероятно, выход из этой ситуации заключается в контроле наиболее загруженных участков. Таковые непременно имеются в конструкции хотя бы ввиду того, что армирование железобетонных конструкций, назначается одинаковым на некоторой площади с переменными на этой площади нагрузками и соответствующими им напряжениями. Мы можем выделить в любой конструкции, равно, как и в любом элементе конструкции, зоны с повышенным напряжением по отношению к соседним зонам. И это тем более заметно, чем дальше проектировщик отошел от равно прочности в угоду «конструктивным» соображениям. Заметим, что именно «конструктивные» соображения зачастую оказываются экономически более целесообразными.

Мы отметили одно из соображений по выбору мест установки чувствительных элементов, позволяющих контролировать механические напряжения – по сути основной показатель состояния конструкции, исследуемый на стадии проектирования объекта.

Совпадение расчетных и фактических значений показывает верность расчетов и благополучие конструкций, значительная разница заставляет задуматься и принять соответствующие меры к объяснению причин несовпадения, их анализу и принятию технически адекватного для данной конкретной ситуации решения. Причин несовпадения может быть много, например, неточности, допущенные при проведении инженерно-геологических изысканий или их интерпретации; ошибки в проекте; технологические особенности возведения соору-

жений, выражающиеся в т.ч. в необеспечении качества материалов. Кроме этих причин могут быть и причины геотехнического характера, отмеченные в работе [29], а именно невозможность определения природных напряжений в грунтовом массиве основания, значительно влияющих на характеристики фундаментов, их осадки и деформации. Следует также отметить изъяны в самих системах мониторинга, связанные с интерпретацией получаемых данных. Так, например, напряженно-деформированное состояние конструкций может быть определено путем: установки тензометров (электрических, волоконно-оптических, струнных или каких – либо других); определения прогибов геодезическими методами или установкой датчиков перемещений; анализа сигналов акустической эмиссии; измерения угла наклона наблюдаемой конструкции и т.п. Каждый из приведенных методов требует своей тарифовки, но и в этом случае мы можем получать различные значения интересующего нас параметра – например значений механических напряжений в конструкции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим одну из перечисленных выше позиций, а именно, о необходимости контроля механических напряжений в конструкции или давления в грунтовом массиве, в т. ч. и на контакте фундамент-грунт. Рассмотрим эту позицию более внимательно.

Во-первых, велики или малы значения измеренных напряжений? Ответ на этот вопрос даст их сравнение с предельными или допустимыми значениями, для данного материала в данной конструкции. Значит, мы должны контролировать не только воздействие, но и сопротивление этому воздействию. Эта простая истина изложена ведущими советскими учеными Ржанициным и Болотиним еще в шестидесятых годах прошлого века [30–31]. Однако в научно-практических работах, посвященных мониторингу рассматривается только воздействие и практически не говорится о сопротивлении этому воздействию. На бетонный блок (ФБС) поставлена конструкция, мы непрерывно контролируем сечение блока и действующую нагрузку. Они неизменны. Однако, через два года конструкция рушится. В чем дело? Ответ прост: морозостойкость бетона оказалась недостаточной – бетон деструктировал, т.е. раскрошился. Напряжения остались неизменными, но сильно изменилось соотношение воздействия и сопротивления этому воздействию за счет резкого уменьшения последнего.

Во-вторых, напряжения, имеющие размерность  $[н/м^2]$ , не являются одной из семи основных единиц из системы СИ (system international, SI) принятой 11-й генеральной конференцией по мерам и весам (1960 г.), где основными являются: единицы времени – секунда; длины – метр; массы – килограмм; силы тока – ампер; температуры – кельвин; количества вещества – моль; силы света – кандела. Напряжения относятся к множеству производных единиц, образованных из основных единиц с помощью формул и уравнений, связывающих соответствующие величины. Тем самым мы не можем измерить напряжения в прямую, мы можем измерить их только косвенно, а это дополнительные погрешности, возникающие при измерении основных величин, входящих в состав производной.

Вторым вопросом мониторинга является вопрос выбора средств контроля и базы измерений. Отечественной и зарубежной промышленностью выпускается целый арсенал средств контроля: тензометры (деформация); инклинометры (углы); велосиметры (скорость); акселерометры (ускорение); приборы, измеряющие скорость и другие параметры прохождения ультразвуковой волны в различных средах и т. п., рассмотрим тензометры. Они могут быть электрическими – контролирующими изменение сопротивления проводника, струнными – изменение частоты колебаний струны при различной степени ее натяжения, оптическими амплитудными – фиксирующими изменения проходящего светового потока через разделенное волокно, основанными на фиксации отраженного рассеяния или на изменении шага дифракционной решетки, встроенной в волокно при его растяжении или сжатии.

Средства контроля отличаются также по базе измерений, т. е. по протяженности зоны конструкции, в которой осуществляются измерения. Для выбора длины базы необходимо четко представлять, с какой целью осуществляется измерение. Если мы хотим измерить из-

менения уровня напряжений в конструкции с резко изменяющейся геометрией, изготовленной из материала со стабильными и хорошо изученными свойствами, тогда необходимо применение тензометров с предельно короткой базой. Если свойства материала, и в первую очередь модуль упругости  $E$ , изменяются по объему и приобретают значения  $E_1; E_2 \dots E_i$ , то коротко базовый тензометр не даст ответа на поставленный вопрос о напряжениях, действующих в исследуемой зоне. Допустим, мы абсолютно точно измерили относительную деформацию  $\varepsilon$ . Каковы при этом напряжения  $\sigma$ . Их величина  $\sigma_1 = E_1\varepsilon$  или  $\sigma_2 = E_2\varepsilon$  или  $\sigma_i = E_i\varepsilon$ ? Бетон, как, впрочем, и сталь, является многокомпонентным материалом. Отличие состоит в том, что величина зерна встали составляет от 10 до 100 микрометров, в то время как заполнитель бетона может иметь размер до 100 и более миллиметров. Отличие в размерах составляет три порядка. В машиностроении хорошо зарекомендовали себя тензометры с базой от 5 до 20 мм. С этих позиций база тензометров для бетона должна составлять от 5 до 20 метров. Оппоненты могут справедливо заметить, что ГОСТ 10180-90 «Бетоны и методы определения прочности по контрольным образцам» предусматривает испытания кубиков с ребром 100 мм. Следовательно, длина базы тензометра должна составлять также 100 мм. Однако указанный ГОСТ предусматривает и кубики с ребром 300 мм при испытаниях на сжатие, а также «восемьмерки» при определении прочности на осевые растяжения с активной зоной от 300 до 600 мм. При этом предусматривается испытание сериями. При коэффициенте вариации исследуемых свойств (в нашем случае прочности) более 8% требуемое число образцов в серии не менее 6 (заметим, что коэффициент вариации на современных бетонных заводах даже в одной партии значительно больше, обычно он принимается равным 13,5%). Число образцов в серии зависит от формы и составляет от 3 до 4. Итак, мы должны испытать от 18 до 24 образцов с ребром от 100 до 300 мм. Длина ряда из таких образцов будет от 1,8 до 7,2 метра. Оппонент справедливо заметит, что все это относится к прочности, а не к модулю упругости. Тогда мы отошлем его к работам лауреатов государственной премии СССР В.Н. Байкова и Э. Е. Сигалова, в частности к работе [32], где указывается на практически прямую зависимость модуля упругости от класса бетона. Кстати, модуль упругости стали также зависит от ее прочности.

## ОБСУЖДЕНИЯ

Вернемся к нашему первому вопросу, избежать погрешности такого рода можно только за счет соответствующего выбора контролируемых параметров. Другими словами, мониторить лучше параметры, измеряемые основными единицами системы СИ. Следуя этой логике, мы придем к выводу о том, что наименьшие погрешности измерений будут при мониторинге безразмерных величин, например, акустической эмиссии. На втором месте, с этой точки зрения, следует поставить мониторинг основных величин системы СИ, в частности: геометрических характеристик объекта, измеряемых в метрах, т. е. геодезический мониторинг. На третьей позиции окажется мониторинг простейших производных величин системы СИ – частоты колебаний измеряемый в  $[1/c]$ . И только на четвертой позиции мы сможем поставить мониторинг таких величин как напряжения с весьма сложной размерностью  $[Pa = Н/м^2 = (кг\cdot м/с^2) / м^2 = кг/м\cdot с^2]$

Подойдем к вопросу о длине тензометра с точки зрения математической статистики. Допустим, что длина тензометра  $\tau$  много больше длины участка  $\ell$ , в пределах которого свойства материала остаются неизменными,  $\tau = n \times \ell$ , где  $n$  - количество участков в длине тензометра. Относительное удлинение каждого участка, при постоянном напряжении, действующем в исследуемой зоне, обратно пропорционально модулю упругости  $E_i$  на этом участке. Поэтому за характеристику материала на данном участке примем величину, обратно пропорциональную модулю упругости.

Определим дисперсию  $D$  этого параметра, а, следовательно, и свойств материала на длине тензометра, исходя из того, что дисперсия суммы независимых случайных величин равна сумме дисперсий, а постоянный множитель выносится за знак дисперсии в квадрате.

$$D\left(\frac{1}{E_{эф}}\right) = D\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i}\right) = \frac{1}{n^2} D\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i}\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D\left(\frac{1}{E_i}\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D_o = \frac{1}{n^2} n D_o = \frac{D_o}{n}, \quad (1)$$

где  $E_{эф}$  – эффективный модуль упругости,  $D_o$ -дисперсия свойств данного материала на участке протяженностью  $\ell$ .

Отсюда следует вывод, что среднее квадратичное отклонение, определяемое как квадратный корень из дисперсии для тензометра в  $n$  раз более длинного, чем базовый, будет  $\sqrt{n}$  меньше среднего квадратичного отношения базового тензометра. То же относится и к коэффициенту вариации. Коэффициент вариации показаний двухсотмиллиметрового тензометра будет в три с лишним раза больше коэффициента вариации двухметрового тензометра. Отсюда следует вывод о том, что для исследований многокомпонентных структурно не однородных материалов предпочтительны тензометры с большей базой.

## ВЫВОДЫ

Основываясь на изложенном выше материала, можно сделать следующие выводы, соответствующие поставленным целям.

Основной задачей мониторинга строительных конструкций является обеспечение их технической безопасности на стадиях возведения и эксплуатации.

Для решения этой задачи построение систем мониторинга должно основываться: во-первых на наблюдениях интересующего нас параметра с использованием сенсоров основанных на различных физических принципах; во – вторых необходимо слежение как за фактором воздействия, на объект наблюдения, так и за фактором сопротивления этому воздействию (допустимо слежение за некоторым интегральным показателем, отражающим их соотношение); в – третьих безопасность сооружения определяется не только соотношением средних значений показателей воздействия и сопротивления воздействию, но и статистическими характеристиками измеряемых величин, как минимум среднеквадратичным отклонением; в – четвертых абсолютные значения измеряемых величин и их статистических характеристик, определяемые при разовых или периодических наблюдениях, дают сведения о их соотношении без учета накопленных повреждений в материале конструкций. Степень накопления повреждений может быть определена только при непрерывных (квазинепрерывных) наблюдениях, фиксирующих все, без исключения, изменения величины воздействия в заданном интервале времени мониторинга; в – пятых: на возможности сравнения получаемых показателей не только с их предельными значениями, но и возможность вычисления скорости их изменения, что позволит определить временной интервал дальнейшей без аварийной эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Махутов Н.А. Диагностика материалов и состояния конструкций в задачах мониторинга рисков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2011. Т. 77. № 12. С. 3-4.
2. Алмазов В. О., Климов А. Н. Задачи мониторинга несущих конструкций // Вестник МГСУ. 2011. № 2-1. С. 116-120.
3. Куликова Е. Ю. Цели, задачи и структура геоэкологического мониторинга при освоении подземного пространства // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 7. С. 152-157.
4. Жигалов К. Ю. Принципы построения локальной вычислительной сети для решения задач автоматизации мониторинга и управления на строительных объектах // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-7. С. 1436-1440.
5. Тамразян А.Г. К задачам мониторинга риска зданий и сооружений // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 3 (170). С. 19-21.
6. Чернышов Л.Н., Столбова В.А. Методологические основы формирования системы комплексного мониторинга технического состояния памятников исторического наследия // Научный журнал строительства и архитектуры. 2010. № 4. С. 67-76.
7. Данилов А. М., Гарькина И.А., Будылина Е.А., Гарькин И.Н. Прогнозирование и оценка безопасности функционирования объектов // Отраслевые аспекты технических наук. 2013. № 10 (34). С. 03-06.
8. Солдатенко В. С., Харин В.Н. Метод обоснования рационального варианта пунктов мониторинга технического состояния инженерных систем уникальных зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 2 (46). С. 47-57.

9. Долинский К.Ю., Лыков А. А., Соколов В. Б., Соколов В. А., Осадчий Г. В. Реализация системы непрерывной диагностики и мониторинга состояния путепроводов на участке высокоскоростного движения поездов // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 11. С. 34-35.
10. Федосеев Ю. Е., Егорченкова Е. А. Требования к геодезической информации при мониторинге деформационных процессов мостовых сооружений (при исследовании природно-технической системы «инженерное сооружение - среда») // Инженерные изыскания. 2010. № 12. С. 50-57.
11. Мойсейчик Е.А., Мойсейчик Е.К., Атрушкевич П.А. Уроки техногенных аварий на строительных объектах и необходимость мониторинга технических процессов на стадиях подготовки, Строительства и эксплуатации объектов повышенной инженерной сложности // Вестник Белорусско-Российского университета. 2010. № 4. С. 135-146.
12. Емельянов М. В. Разработка стационарной системы мониторинга на основе геодезического оборудования // Научное обозрение. 2015. № 10-2. С. 24-27.
13. Муцанов В.Ф., Горохов Е. В. Основные предпосылки и принципы формирования комплексной системы мониторинга технического состояния уникальных большепролетных покрытий. Спортивных сооружений // В сборнике: Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения Материалы VI международной научно-практической конференции. 2015. С. 124-138.
14. Золотухин Е.П., Кузьменко А. П., Нескородев В.Д., Комаров А.В., Сабуров В.С., Короленко Д.Б. Структура базового программно-технического комплекса системы сейсмометрического мониторинга технического состояния зданий и сооружений // Сейсмические приборы. 2017. Т. 53. № 2. С. 23-36.
15. Lediaev A.P., Konkov A.N., Novikov A.L., Soloviev D.A. Engineering protection of metro wells in event of ground construction in their protected zone // Promyishlennoe i grazhdanskoje stroitelstvo. 2014. No. 12. P. 83-86.
16. Demenev A.V. Information modeling on operation of buildings and structures // in the collection: Perspective research in science: theory and practice The Collection of Scholarly Papers. London, 2016. P. 195-199.
17. Коргин А.В., Емельянов М. В. Особенности построения интеллектуальных систем автоматического мониторинга технического состояния ответственных строительных сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 3. С. 32-34.
18. Chen B., Xu Y.L., Zhao X. Integrated vibration control and health monitoring of building structures: a time-domain approach // Smart Structures and Systems. 2010. V. 6. No. 7. P. 811-833.
19. Emanov A.R., Maksimenko V.N., Sklyarov L.A. Technology of diagnostics and monitoring of state of building structures based on the microseismic vibration analysis // In the collection: 2007 International Forum on Strategic Technology, IFOST Ulaanbaatar, 2007. P. 104-108.
20. Usanov S.V., Ruchkin V.I., Zhelytsheva O.D. Monitoring linear deformation of buildings and structures // Journal of Mining Science. 2015. V. 51. No. 4. P. 724-729.
21. Cataldo A., De Benedetto E., Cannazza G., PiuZZi E. Practical implementation of diffused sensing elements for tdr-based monitoring of rising damp in building structures // In the collection: XXI IMEKO World Congress "Measurement in Research and Industry" 21. 2015.
22. Xiaoyan Zhao, Hongnan Li, De Du, Jinglong Wang Concrete structure monitoring based on built-in piezoelectric ceramic transducers // In the collection: Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2008. С. 693208-8.
23. Ginzburg A., Kachanov S. Methodology for building automated systems for monitoring engineering (load-bearing) structures, and natural hazards to ensure comprehensive safety of buildings and constructions // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. V. 11. No. 3. Т. 1660-1665.
24. Sysoev O.E., Li D., Du W., Wang H. New ideas for monitoring the steel structures of buildings and surface facilities in the extreme limit state // Shenyang Jianzhu Gongcheng Xueyuan Xuebao (Ziran Kexue Ban). 2011. V. 27. No. 6. Т. 1099-1102.
25. Рубцов И. В. Задачи мониторинга на стадии эксплуатации сооружения // Интеграл. 2007. № 6. С. 102-103.
26. Рубцов И. В., Кухта А. В. Некоторые задачи мониторинга и перспективы их решения на примере фасадных систем // Кровельные и изоляционные материалы. 2007. № 6. С. 44-45.
27. Рубцов И. В. Постановка задачи проектирования системы мониторинга большепролетных и уникальных объектов. Поиск способов ее решения // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. № 10. С. 42-44.
28. Рубцов И. В. «О требованиях к проектируемым системам мониторинга технического состояния зданий и сооружений», «Строительные материалы оборудование и технологии XXI века» №6 (101), 2007 г.
29. Крыжановский А.Л., Рубцов О. И. Вопросы надежности проектного решения фундаментных плит высотных зданий. Вестник МГСУ, «Механика грунтов. Основания и фундаменты». М. №1/2006.
30. Ржаницин А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М., Стройиздат, 1978г.
31. Болотин В.В. Применение методов теории вероятности и теории надежности в расчетах сооружений М., Издательство литературы по строительству, 1971г.
32. Байков В.Н., Сигалов Э. Е. «Железобетонные конструкции. Общий курс.» издание 5-е, М., Стройиздат, 1991г.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Балдуев П.В.<sup>1</sup>, Хапалкина Д.И.<sup>1</sup>

*1-студенты 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

*Научный консультант к.т.н. доцент Рогова Н.С., кафедра ИИиГЭ, НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

### Аннотация

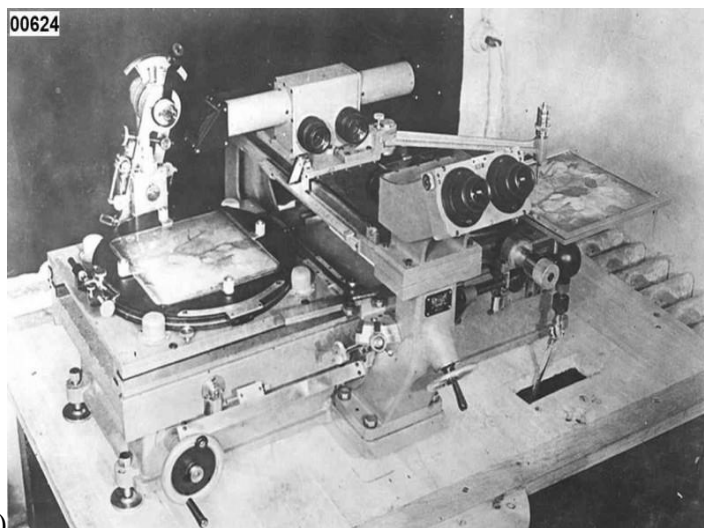
Переход на современные технологии и методы сбора, анализа и обработки информации, использование геоинформационных систем позволил значительно улучшить возможность использования данных дистанционного зондирования. Именно поэтому стали применяться такие современные высокопроизводительные методы сбора топографической информации о местности и объектах, как цифровая аэрофотограмметрия, воздушное и наземное сканирование. Рассматриваются возможности использования различных видов сканеров для выполнения лазерного сканирования. Отмечено, что современные методы лазерной съемки намного эффективнее и объемнее в плане полученной информации, чем предшествующие им методы. Показано, что обработка данных лазерного сканирования выполняется с использованием специальных программ, что обеспечивает обработку практически неограниченного количества исходных данных с целью получения 3-д моделей объектов съемки, планов, разрезов и др.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больше находит применение новое современное геодезическое оборудование. При этом большое внимание уделяется методам сбора, анализа и обработки информации. Применение геоинформационных систем позволяет значительно улучшить возможность использования данных дистанционного зондирования. Одними из современных методов сбора топографической информации о местности и объектах, являются наземное, мобильное и воздушное сканирование. Материалы, получаемые в результате наземных и аэросъемок, используют при решении многообразных задач. Это в первую очередь создание топографических планов, исполнительных съемок фасадов зданий и др.

Раньше одним из видов наземной топографической съемки являлась фототеодолитная, при которой съемка выполнялась фототеодолитом (рис. 1, а), а планы составлялись с помощью стереокомпаратора (рис. 2, а). Это был очень трудоемкий и долгий процесс. Сейчас на смену им приходит наземная и мобильная лазерная съемка. При выполнении аэрофотосъемки использовались самолеты, а для обработки и построения планов, как правило, стереофотограмметрические приборы (стереомер, стереопроектор и др.). Это был дорогостоящий и трудоемкий процесс. Сейчас на смену приходит воздушное лазерное сканирование. Современные способы менее трудоёмки, более информативны и точны, чем старые способы.





а)

б)

**Рис.1.** а) Фототеодолит; б) Стереоскоп

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В настоящее время лазерное сканирование находит все большее применение для выполнения геодезических работ. При этом авторы [1] в своих работах отмечают удобство применения трехмерного лазерного сканирования для выполнения съемки архитектурных сооружений и реставрации памятников. При этом отмечается скорость и качество выполняемых работ, а также получение в результате 3 мерных изображений сложных архитектурных сооружений. А авторы [2] рассматривают применение лазерного сканирования для производства топографических съемок с последующим составлением планов различных масштабов. Также некоторые авторы [3-5] отмечают возможность использования лазерного сканирования для создания геоинформационных систем и решения различных задач в автомобильном строительстве. Согласно п. 5.3.2.2 СП 317.1325800.2017 (Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ), «топографическая съемка выполняется следующими методами: тахеометрическим; спутниковых геодезических определений; воздушным лазерным сканированием в сочетании с цифровой аэрофотосъемкой; наземным статическим или мобильным лазерным сканированием; цифровой аэрофотосъемкой, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов; стереотопографическим, комбинированным аэрофототопографическим, в том числе с применением результатов ДЗЗ; сочетанием различных методов» Поэтому использование лазерного сканирования для выполнения топографических съемок является очень актуальным.

## МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Различают наземное, мобильное и воздушное лазерное сканирование. Рассмотрим возможность применения этих видов лазерного сканирования при производстве топографических съемок

**Наземное лазерное сканирование (НЛС)** по СП 317.1325800.2017: «вид работ в составе топографической или геодезической исполнительной съемки, основанный на применении лазерных сканеров в сочетании (при необходимости) с геодезическим спутниковым оборудованием и инерциальной системой». Может выполняться наземными лазерными сканерами (рис. 2). Суть технологии состоит в определении пространственных координат точек поверхности объекта. В зависимости от поставленной задачи итогом работ может быть облако точек отражений или 3-D модель объекта. Наземное лазерное сканирование является также методом производства работ, в процессе которого с высокой скоростью (от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду) измеряются расстояния от сканера до точек объекта, регистри-

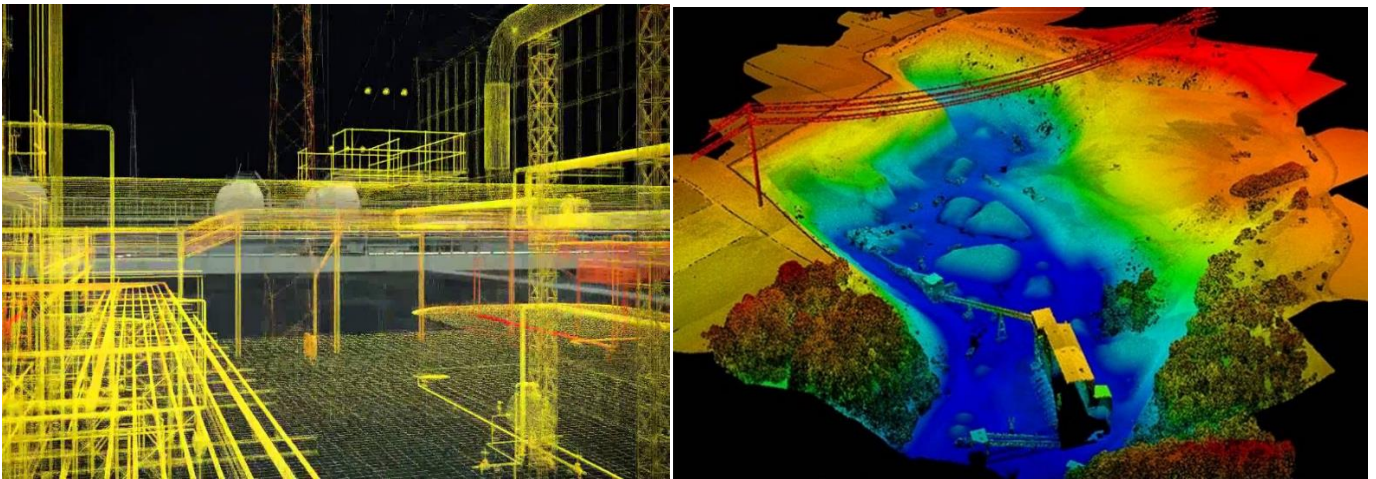
руются соответствующие направления (вертикальные и горизонтальные углы) и формируются трёхмерные изображения в виде облака точек.



**Рис. 2.** А) Наземный лазерный сканер Topcon GLS-2000P; Б) Наземный лазерный сканер **Leica ScanStation P20**

Основными этапами работ являются полевые и камеральные работы. При полевых работах сначала создают геодезические сети, затем непосредственно выполняют съемку наземным лазерным сканером и уравнивание результатов съемки. В процесс камеральных работ могут быть выполнены уравнивание результатов съемки, сшивка облаков лазерных точек, классификация точек лазерных отражений, а также созданы цифровые модели рельефа, трехмерные точечные модели по данным НЛС, инженерно-топографические планы, трехмерные каркасные и твердотельные модели зданий, сооружений и технологического оборудования и др.

Основными преимуществами технологии наземного лазерного сканирования являются: автоматизации процесса измерения; высокая точность измерений; трехмерная визуализация в режиме реального времени; дистанционный метод получения информации об объекте, позволяющий персоналу не находиться в опасных зонах при съемке; многоцелевое использование результатов лазерного сканирования и др. Наиболее важным достоинством применения наземного лазерного сканирования является сокращение полевых работ при создании цифровых моделей конструктивно сложных объектов (например, объекты промышленности, техническое оборудование на заводах и цехах), при этом, работы можно выполнять при любых условиях освещения, т. е. днем и ночью, так как сканеры являются активными съемочными системами. Единственным недостатком при работе в условиях плохого освещения или в темное время суток может быть то, что невозможно будет выполнить фотосъемку объекта.



**Рис. 3.** Цифровые результаты лазерного сканирования

**Воздушное лазерное сканирование (ВЛС)** согласно СП 317.1325800.2017 «вид работ в составе топографической съемки, выполняемый с применением лазерных сканеров (лазерных локаторов или лидаров), воздушных судов и лазерно-локационных технологий». Суть метода лазерного сканирования заключается в измерении множества точек, принадлежащих земной поверхности и объектам, расположенных на ней, с помощью лазерного сканера, установленного на борту движущегося воздушного судна (рис. 4). Пространственная ориентация комплекса во время аэросъемочных работ осуществляется методом прямого геопозиционирования, принцип которого основан на определении положения и ориентации воздушного судна и лидара, установленного на нем, в режиме реального времени с помощью GNSS-приемников (GPS и ГЛОНАСС) и инерциальной навигационной системы. Одновременно с воздушным лазерным сканированием производится цифровая аэрофотосъемка. Результатом воздушного лазерного сканирования является трехмерная точечная модель земной поверхности в заданной системе координат и набор цифровых аэрофотоснимков с известными элементами внешнего ориентирования.



**Рис. 4.** А) Компактный беспилотный комплекс для аэрофотосъемки **Геоскан Lite**

Б) Система для проведения аэрофотосъемки с борта воздушного судна в автоматическом режиме БСУ АФС

Комплекс работ по ВЛС, как правило, состоит из непосредственно воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки местности; экспресс-обработки аэросъемочных материалов; вычисления координат точек лазерных отражений; при необходимости пересчете координат точек лазерного отражения (ТЛО) в местную систему координат и приведение их к виду, удобному для дальнейшей обработки; выравнивание плотности изображения на цифровых аэрофотоснимках; разделение данных, полученных в результате лазерного сканирования (лазерные отражения от земной поверхности и лазерные отражения от объек-

тов). В результате обработки данных ВЛС создают цифровые модели рельефа; ортофотопланы; цифровые топографические карты различных масштабов.

Особенностями воздушного лазерного сканирования как метода дистанционного зондирования Земли являются: плотность точечной модели местности до 15-20 точек на 1 кв. метр; высокая точность точечной модели местности – до 5-7 см по высоте и 7-8 см в плане; высокая детализация аэрофотосъемки и составляемых по ней ортофотопланов: размер пикселя на местности – до 4-5 см; оперативность получения конечных данных – конечные картографические материалы готовы в течение нескольких дней.

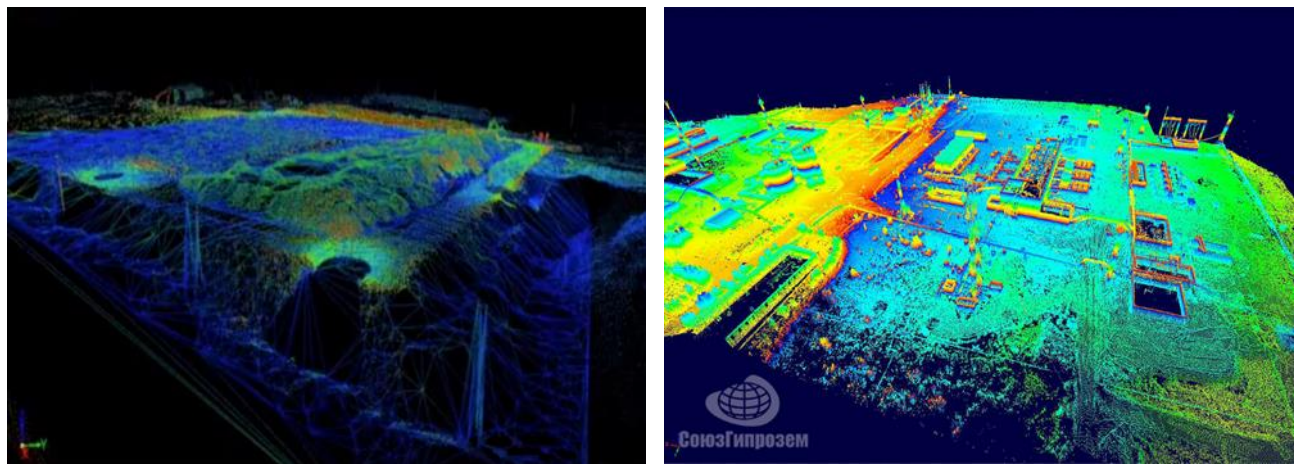


Рис. 5. Обработка и создание трехмерных точечных моделей местности

**Мобильное лазерное сканирование** – технология, объединившая в себе скорость получения и объемы данных от воздушного сканирования, а точность и детальность – от наземного. Измерительный блок системы, применяемый для мобильного сканирования, смонтирован на автомобиле, что позволяет осуществлять сбор данных во время движения съемочного комплекса. В современную систему мобильного сканирования входят: лазерные сканеры, панорамная цифровая фотокамера высокого разрешения, ГНСС приемник, блок инерциальных измерений, блок управления системой, датчики-одометры, компьютер с программным обеспечением (рис. 7).

Основными достоинствами мобильного лазерного сканирования являются: съемка дорожного полотна, ЛЭП, всех придорожных сооружений и объектов в полосе дороги (мостов, туннелей, водоемов, растительности), при этом работы выполняются без остановки транспортных потоков; точность пространственных координат 1-2 см, плотность точек 120 на квадратный метр; съемка около 700 погонных километров дорог за один рабочий день; работа в любое время суток; получения трехмерных моделей местности.

Результаты (рис. 8) мобильного лазерного сканирования могут использоваться в дорожном строительстве, электроэнергетике, градостроительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, экологическом мониторинге и др.



**Рис.7.** Система мобильного сканирования TOPCON IP-S2 Compact



**Рис.8.** Цифровые результаты мобильного сканирования

## **РЕЗУЛЬТАТЫ**

В результате исследования можно отметить, что при производстве топографических съемок возможно применение наземного, воздушного и мобильного лазерного сканирования.

Наземное лазерное сканирование применяется для решения широкого круга задач, от создания обмерных чертежей и 3Д моделей до выполнения классической топографической съемки сложных промышленных объектов. Благодаря своим преимуществам, наземное лазерное сканирование находит широкое применение во многих областях науки, техники и отраслях народного хозяйства, а именно: строительство и эксплуатация инженерных сооружений, горная промышленность, нефтегазовая промышленность, архитектура, разработка мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, выполнение топографической съемки территорий, имеющих высокую степень застроенности.

Картографические материалы, полученные по данным воздушного лазерного сканирования, используются при инвентаризация земельно-имущественного комплекса; планировании городской застройки; строительстве и реконструкция автомобильных и железных дорог; управление лесными ресурсами; управление сельским хозяйством и земельными ресурсами; земельном кадастре; экологическом мониторинге; мониторинге чрезвычайных ситуаций и

др. Так как, воздушное лазерное сканирование является наиболее технологичным, производительным и точным методом производства инженерно-геодезических изысканий для решения определенных задач в области геоинформационных систем, то есть этот вид сканирования в большей степени подходит для создания ГИС.

Система мобильного лазерного сканирования может кардинальным образом повысить производительность выполнения топографических съемок, как для составления картографических материалов, так и для создания (обновления) геоподосновы для геоинформационных систем (ГИС). Данные, полученные мобильной системой, можно впоследствии использовать в офисе для выполнения «виртуальной съемки» - выделения и оцифровки различных точечных, линейных и площадных объектов, попавших в зону работы системы. С одними и теми же данными может одновременно работать несколько человек, решая различные задачи и повышая, таким образом, скорость получения конечного результата. Преимущество детальности данных мобильного сканирования невозможно переоценить – отпадает необходимость повторного выхода в поле в случае, если полевая бригада забыла что-то померить, или если вдруг потребовались новые измерения, не выполненные ранее. Вся имеющаяся окружающая ситуация уже присутствует в данных мобильного сканирования в цифровом виде, и к ней можно многократно обращаться по мере необходимости. [6]

## ВЫВОД

Современные методы лазерной съемки намного эффективнее и объемнее в плане полученной информации, чем предшествующие им методы. Так как при топографических съемках крупных топографических планов, выполняемых лазерным сканированием, возникают сложности с точностью изображения рельефа, то дополнительно выполняют фото фиксацию местности. И поэтому принцип фотографирования не исключается, а дополняется лазерным сканированием. Из-за того, что обычные фотокамеры, заменены цифровыми, то повышается качество получаемых снимков. При этом необходимо отметить что наземное лазерное сканирование эффективнее применять при съемке фасадов уникальных зданий и сооружений, также при выполнении съемок оборудования в цехах и других помещениях, где использование электронных тахеометров затруднено. Для выполнения топографических съемок больших территорий можно применять воздушное лазерное сканирование, которое позволяет минимизировать объем полевых работ. При получении топографических планов действующих автодорог целесообразно применять мобильное сканирование. Так как обработка данных любого вида лазерного сканирования выполняется с использованием специальных программ, то это обеспечивает обработку практически неограниченного количества исходных данных с целью получения 3-д моделей объектов съемки, планов, разрезов и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Фрейдлин А.Я.* Трехмерное лазерное сканирование и его применение для съемки архитектурных сооружений и реставрации памятников // Оптический журнал, том 74 № 8. 2007. С. 44-49
2. *Новаковский Б. А., Прасолов С. В., Рогачев А. А.* Лазерное сканирование - перспективное направление получения новых геоизображений // Геоинформатика, № 2. 2007. С. 19-26.
3. *Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Серикова А.А.* “Применение лазерного сканирования для создания геоинформационных систем” Научные труды КубГТУ №15. 2016г. с. 57-68
4. *Шевцова В.И., Колесников П.О.* «Мобильное лазерное сканирование» в сборнике: материалы 58-й студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного университета ТОГУ 2018. с. 161-164
5. *Майсурадзе Ш. Г., Майсурадзе И. Г.* Решение инженерных дорожных задач на основе данных мобильного лазерного сканирования// САПР и ГИС автомобильных дорог № 2(7). 2016. с. 51-53
6. Система мобильного сканирования TOPCON IP-S2 Compact [Электронный ресурс] - [https://www.gsi.ru/catalog/laser\\_scanner/ip\\_s2](https://www.gsi.ru/catalog/laser_scanner/ip_s2)

## МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННЫМИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ НА ПРИМЕРЕ ВОЗВЕДЕНИЯ НЕБОСКРЕБА BURJ-KHALIFA

Кузнецов С.В.<sup>1</sup>

*1-студент, НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

*Научный консультант преподаватель кафедры ИИиГЭ Алисултанов Р.С., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

### Аннотация

**Введение:** в данной статье рассмотрены основные способы мониторинга здания на стадии строительства современными методами и геодезическими приборами. При возведении небоскреба Burj Khalifa инженерам и проектировщикам была необходима информация о пространственных координатах положения башни, смещении отдельных ее элементов, а также, не менее важные, прогнозы ожидаемых деформационных процессов различных уровневых конструкций сооружения.

**Материалы и методы:** Для быстрого достижения данных поставленных задач и практического применения полученных сведений геодезистами были разработаны и использованы новейшие современные методы геодезического мониторинга, применимые для данных осадочных и деформационных процессов, вызванных высокой этажностью здания, климатической зоной застройки и большой весовой нагрузкой отдельных конструктивных элементов.

**Результаты:** Длительные и постоянные наблюдения, а также тщательный анализ полученных результатов, позволили исключить серьезные последствия при возведении этажей на значимых высотах и многочисленных монтажных работах, не смотря на ежедневную перенасыщенность монтажного горизонта различными оборудованием, грузоподъемными механизмами и персоналом.

**Вывод:** Данная статья, на примере небоскреба Burj Khalifa, помогает наиболее развернуто рассказать о принципиально новых методах геодезического мониторинга, о способах их реализации и обработки потока данных, позволяющих облегчить процесс возведения высотных зданий и сооружений сложной формы и конструкции.

### ВВЕДЕНИЕ

При строительстве центрального звена широкомасштабного проекта Burj Khalifa<sup>1</sup> для обеспечения инженеров и проектировщиков информацией о фактическом состоянии возводимого объекта и сравнения ее с проектной документацией проводился геодезический мониторинг. Мониторинг помогает разобраться в понимании процессов, постоянно происходящих в конструкции и вызывающих различные смещения и усадочные деформации. Комбинация геодезических измерений и спутниковых координат в сочетании с точными данными датчиков наклона дала возможность на всем протяжении строительства определять пространственные положения башни, изучать смещения ее отдельных элементов и конструкции в целом и предоставлять точные прогнозы ее ожидаемого нахождения пространственных координат. Для удаленного и постоянного мониторинга при строительстве башни были созданы и применены программы динамического и деформационного анализа, предназначенные для определения значений, текущих данных и прогнозируемых параметров поведения объекта и обнаружения неплановых отклонений.

В большинстве случаев геодезические работы при возведении здания проводились в условиях, когда рабочая зона на монтажном горизонте была перенасыщена строительными

---

<sup>1</sup> («Фирма Г.Ф.К.») на основании перевода материалов, предоставленных компанией Leica Geosystems («Constructing the Burj Dubai»), автор Doug Hayes, главный геодезист компании Samsung Engineering & Construction).

материалами, различным оборудованием, работающими грузоподъемными механизмами и многочисленным персоналом. Особенно важным было соблюдение требований по технике безопасности при выполнении высотных работ. Эти факторы заметно осложняли проведение геодезических работ на монтажном горизонте, основными из которых являлись: разбивка и установка осей колонн, балок, стен, проемов лифтовых шахт, а также разметка контура остекления.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Традиционные методы геодезического мониторинга не могли удовлетворить технологическому процессу возведения башни по многим параметрам, таким как точность, надежность, скорость и достоверность получаемых результатов. В связи с этим была разработана принципиально новая технология геодезического обеспечения строительства высотного сооружения и применены абсолютно новые методы наблюдения за динамикой различных деформационных процессов, происходивших при возведении башни.

Например, при строительстве сооружений повышенной этажности нецелесообразно использовать метод оптического отвеса, поскольку он требует большого количества сквозных технологических отверстий в плитах перекрытий и наличия свободной оптической видимости для визирования.

Конструктивно здание Burj Khalifa имеет 9 зон со своими ядрами жесткости и осями, на каждой из которых проводился обособленный геодезический контроль.

Темпы строительства небоскреба не оставляли достаточного времени на получение, обработку и передачу информации от опорных точек традиционными геодезическими методами, поскольку сооружение все время двигалось относительно своей вертикальной оси. В связи с этим, точные пространственные координаты точек, определенные с помощью спутниковых приемников в конкретный момент времени, необходимо было «относить» к плановым осям сооружения, положение которых также нужно было знать в данный момент. Все это являлось непростой задачей, так как ни одна точка конструкции не могла быть измерена повторно, потому что верх здания постоянно надстраивался. Все леса и помосты, которые использовались для определения опорных точек, были неразрывно связаны со щитами «скользящей» опалубки, приводящимися в действие с помощью гидравлических домкратов. Поэтому опорная точка на горизонтальном или вертикальном опалубочном щите или на вертикальной стенке была непостоянна и перемещалась во время движения самой опалубки. Для измерения пространственных координат башни на железобетонной конструкции сооружения было установлено восемь инклинометров — электронных двухосевых датчиков (Рис. 1.).



Рис. 1. Общий вид инклинометра



Инклинометры были смонтированы на кронштейнах, закрепленных в свою очередь на стенах ядра жесткости центральной части башни. Эти датчики позволяют измерять наклон по двум взаимно перпендикулярным направлениям с точностью до  $0,2''$  ( $2,5$  мм на  $1$  км) и позволяют передавать информацию о величине наклона в цифровом виде в режиме реального времени с частотой  $1$  Гц (одно измерение в секунду). Датчики с помощью кабеля были объединены в единую локальную компьютерную сеть, которая управлялась при помощи программы Leica GNSS QC. Она избирательно опрашивала каждый инклинометр, сохраняла и структурировала данные от всех датчиков в часовые файлы с секундным интервалом. Это позволяло по известной высоте установки инклинометров и измеренным значениям их наклона вычислять среднее отклонение возведенного верха башни от вертикали в каждый период времени. Другими словами, в любой момент времени инженера могли определить плановое положение конструкции с точностью до  $10$  мм. Такая точность измерений была достигнута благодаря тщательной калибровке каждого инклинометра.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе возведения здания очень важно было определить и постараться предвидеть величину планового смещения как будущего верха здания, так и всех элементов конструкции на текущем монтажном горизонте относительно проектных осей.

Именно с этой целью до строительства Burj Khalifa геодезистами и инженерами были проведены исследования и необходимые консультации по оценке ожидаемых величин и направлений смещений, периодов и амплитуд колебаний башни, найден «ветровой туннель» на основе данных анализа «розы ветров». Кроме того, непосредственно в самом процессе строительства происходило дальнейшее ежедневное и непрерывное изучение поведения башни. По результатам значительного объема наблюдений были разработаны наиболее эффективные способы мониторинга конструкций и методы анализа поведения сооружения и его отдельных элементов, способы коррекции текущего смещения, определены допустимые значения колебаний башни. Данные работы выполнялись с пониманием того, что геодезические измерения по контролю вертикальности возводимого небоскреба на монтажном горизонте будут осуществляться на постоянно смещающемся основании, так как конструкция башни не является жесткой и статичной. Колебания и смещения сооружения являлись результатом поведения материалов конструктивных элементов и множества других внешних воздействий, одновременно действующих на конструкцию. Они были различны по характеру, времени воздействия на конструкцию и могли возникнуть по многим причинам. Так, например, некоторые смещения происходили в течение нескольких недель. Нагрузки на фундаментную плиту из-за последовательности технологических процессов становились причиной различных по величине и направленности осадок. Даже при незначительной величине деформации основания замечалось существенное смещение верхней части сооружения. Различные по величине сжатия несмежных сторон несущих стен ядра жесткости также становились причиной начала незаметного наклона башни в процессе строительства. Определенное дестабилизирующее влияние на пространственное положение башни оказывали многие внешние факторы. Так, из-за солнечного излучения происходил ежедневный разно температурный нагрев элементов конструкции, вызывающий хотя и малые изменения величины смещения башни от вертикали, но действующие при этом в определенном направлении. В свою очередь, высокочастотные колебания сооружения были связаны с ветровой нагрузкой и работой грузоподъемных механизмов, которые периодически воздействовали также и на геодезические приборы.

На основе данных о нагрузках и измеренных с помощью спутникового оборудования (Рис. 2.) и инклинометров координат выполнялась коррекция положений элементов опалубки в соответствии с проектом на краткосрочный период. Данная комбинированная система измерений использовалась с начала проведения строительных работ, практически, с «нулевого уровня», еще до того момента, когда колебания или смещения стали наглядно видимы-

ми. Она была проверена традиционным методом мониторинга — методом обратной геодезической засечки на контрольную точку. Полученные при проверке положительные результаты подтвердили правильность и право на существование качественно нового метода геодезического контроля строительства столь сложного сооружения, а также вселили уверенность в использовании данной разработанной технологии. Со временем инженерами были подобраны наиболее оптимальные способы сбора и фильтрации данных, улучшена обработка их потока и система хранения поступающей информации, а также методы проверки качества и целостности данных. Разработанная технология сделала геодезическое обеспечение строительства простым и «прозрачным» процессом, позволила предоставлять исходные данные и осуществлять контроль монтажных работ в условиях ограниченной видимости, в том числе при любых погодных условиях и без необходимости приостановки работы грузоподъемных механизмов.



**Рис. 2.** Антенна спутникового приемника с круговой призмой

## **ВЫВОДЫ**

Фильтрация данных, полученных за длительный период при помощи спутниковых приемников и датчиков наклона, обеспечила возможность ежедневного отслеживания смещений, вызванных воздействием ветра, грузоподъемных механизмов и солнца, позволяя отбрасывать некачественные измерения. Кроме того, разрабатывались и совершенствовались методы оценки смещений верха здания от воздействия солнечного излучения. Измеренные данные в короткие периоды времени анализировались для выявления высокочастотных колебаний конструкции. Особенно тщательно анализировались данные воздействия сильных ветровых нагрузок или землетрясений. Была собрана важная информация о поведении башни. В течение строительства также проводились наблюдения других непрерывных деформаций, которые отражались на поведении материалов и происходили в результате как краткосрочных, так и длительных нагрузок на всех стадиях возведения башни. Ядро жесткости и бетонные колонны эластично сжимались, как только бетон подвергался мгновенным или длительным нагрузкам. Это происходило незаметно, раз за разом. Длительные и внимательные наблюдения позволили оценить скорость сжатия элементов и сравнить ее с расчетной. По результатам наблюдений к высоте каждой межэтажной плиты были добавлены «миллиметры» компенсации. Другие регулярные наблюдения включали высокоточное нивелирование фундаментной плиты, которая длительно и неравномерно нагружалась, для определения ее осадок и наклонов. Кроме того, анализировались и сравнивались с проектными значениями величины деформаций плит перекрытий. Применение новых методов мониторинга, наряду с традиционными, позволило с высокой точностью контролировать поведение сооруже-

ния. Небоскреб Burj Khalifa был успешно возведен благодаря усилиям всех участников строительного процесса.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Рубцов И.В. Мониторинг на стадии возведения сооружения. Интеграл. 2007 № 5 С. 86-87.
2. Рубцов И.В. Задачи мониторинга на стадии эксплуатации сооружения. Интеграл. 2007 №6. С. 102-103.
3. Lediaev A.P., Konkov A.N., Novikov A.L., Soloviev D.A. Engineering protection of metro wells in event of ground construction in their protected zone // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2014 No. 12 P. 83-86.
4. Demenev A.V. Information modeling on operation of buildings and structures // in the collection: Perspective research in science: theory and practice The Collection of Scholarly Papers. London, 2016 P. 195-199.

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ УНИКАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ, СТАТУИ ХРИСТА В ГОРОДЕ СВЕБОДЗИН (ПОЛЬША)

Мигунова М.В.<sup>1</sup>, Топчий Т.С.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

*Научный консультант: доцент, к.т.н. Симонян В.В., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.*

### ВВЕДЕНИЕ

Одна из самых высоких в мире статуй Иисуса Христа, установлена на юго-восточной окраине города Свободзин, Польша (рис. 1, а). Общая высота памятника около 52 м, что выше монумента статуи Христа-Искупителя в Рио-де-Жанейро (рис. 1, б) высотой 39,6 м вместе с пьедесталом). Столь уникальное во многих смыслах сооружение в целях особого контроля требует отслеживания возможных конструктивных деформаций. Осадки и крены, которые могут возникнуть под воздействием окружающей среды (сильный ветер ввиду особенностей рельефа, дожди и значительное повышение температуры в летнее время), человеческого фактора (сотни туристов ежедневно), могут негативно отразиться в первую очередь на прочностных свойствах сооружения, безопасности и внешнем виде. Именно поэтому создание и развитие комплексного инженерно-геодезического мониторинга архитектурно-исторических памятников такого размаха имеет особый интерес и значимость.



а)



б)

Рис.1 Статуя Христа Царя: а) Польша; б) Бразилия

Данный памятник выполнен из монолитного железобетона на стальном каркасе при этом он пустотелый. Масса конструкции составляет 440 т. Монтаж велся поэтапно: вначале краном установлен корпус статуи, затем плечевой пояс и голова с короной. Примечательно, что голова выполнена из твёрдого пластика, а не из бетона, как предполагалось первоначально, благодаря чему её вес уменьшился втрое. Позолоченная корона статуи имеет размер 3,5 метра в диаметре и около 3 м в высоту. Голова памятника имеет высоту 4,5 м и весит 15 тонн.

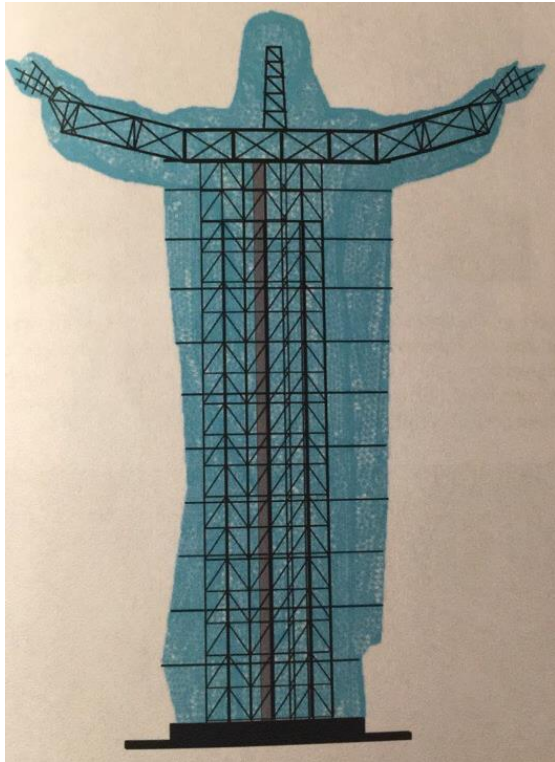


Рис.2. Стальной каркас статуи Иисуса Царя

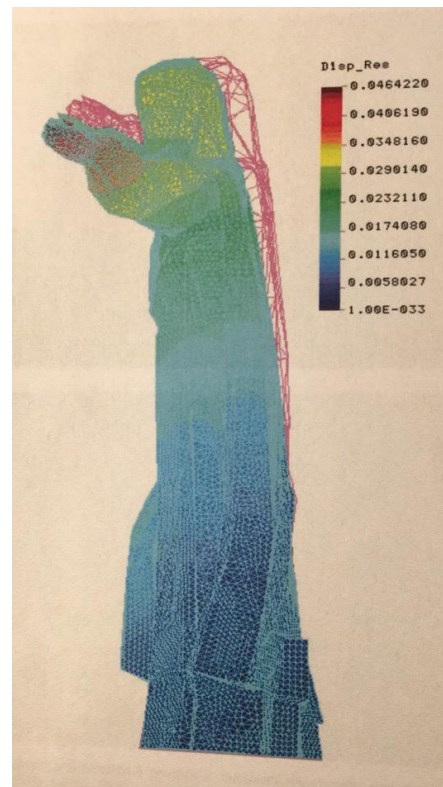


Рис.3. Воздействие ветра на статую

## ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

В качестве исходных данных были взяты топографическая карта местности, каталог координат, данные кадастрового реестра, которые были получены из Повятского центра геодезической документации и картографии в Свободзине. В качестве опорных высотных пунктов использовались реперы национальной нивелирной сети.

Для мониторинга использовалось высокоточное современное оборудование: цифровые нивелиры, тахеометры, спутниковые приемники, 3-д сканер и вспомогательные, такие как алюминиевые телескопические рейки, металлические рулетки, светоотражающие призмы и др.

В ходе проводимых наблюдений были применены различные методы мониторинга, такие как: нивелирование 2 класса (рис.4.), высокоточные линейно-угловые построения, тахеометрия, лазерное сканирование и высокоточное спутниковое координирование.

Плановое положение деформационных марок определяли несколькими способами: координатным методом с помощью электронных тахеометров, лазерным сканированием и спутниковых приемников GPS. Разность плановых координат деформационных, которые получены с каждого последующего цикла измерений, даёт возможность анализировать абсолютные величины смещений.

Высотное положение деформационных (осадочных) марок, заложенных по периметру основания статуи Иисуса-Царя, определялось с помощью цифровых нивелиров. Разность высотных отметок осадочных марок, которые получены с каждого последующего цикла измерений, даёт возможность анализировать абсолютные величины осадков. Опорные точки (b52 и b53, а также R1 и R20) из национальной геодезической сети были использованы для выполнения геометрического нивелирования (рис.5).

Таким образом ежегодно, летом, в качестве профессиональной практики, студенты Вроцлавского Технического Университета, проводят измерения деформаций статуи, произошедшие за последний год. Получив результаты, они сравнивают их с прошлогодним и первоначальным положением статуи. Также, помимо деформаций, произошедших за теку-

ший год, команда проводит 24-х часовые наблюдения. Таким образом, они изучают, как деформируется статуя в течение дня, в условиях перемены температур (день-ночь). В этом году авторы данной статьи приняли непосредственное участие в геодезическом мониторинге за таким уникальным объектом.



**Рис.4.** Процесс проведения высоко- точного нивелирования

**Рис.5.** План местности с указанием опорных точек

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Допустимые погрешности определения сдвигов и осадок сооружений регламентируются специальной инструкцией и не должна превышать 1 мм как в плане, так и по высоте. Предельное значение крена не должно превышать 0,004 от высоты сооружения.

В результате проведенной математической обработки результатов измерений и последующего анализа деформации не обнаружены.

## ВЫВОД

Мониторинг технического состояния такого уникального объекта, как статуя Христа Царя производится для обеспечения ее безопасности. Он заключается в постоянном наблюдении и контроле изменений физических и технических характеристик, происходящих внутри конструкций объекта (осадки фундаментов, опорных основ, крены, деформации, образование трещин), а также в массиве грунта под ней и вокруг нее (горизонтальные и вертикальные перемещения).

В случае возникновения деструктивных процессов и образования деформаций они будут обнаружены в самом начале, до наступления серьезных и необратимых последствий, когда еще возможно принять меры для остановки опасных изменений, устранения негативных

факторов и тенденций, проведения ремонта и пресечения последующих возможных глобальных разрушений и аварий. Необходимо и дальше проводить геодезический мониторинг.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Симонян В.В.* Геодезический мониторинг зданий и сооружений как основа контроля за безопасностью при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений: монография / В.В. Симонян, Н.А. Шмелин, А.К. Зайцев; под общ. ред. канд. техн. наук, доц. В.В. Симоняна; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. 2-е изд. Москва: НИУ МГСУ, 2016. 144 с.
2. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13-22.2009. Москва 2010.
3. *Беликов А.Б., Симонян В.В.* Математическая обработка результатов геодезических измерений (2-е издание). Моск. гос. строит. ун-т. 2-е изд. – Москва: - НИУ МГСУ, 2016. – 432 с.

## СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Сенченко И.С.<sup>1</sup>, Кириллова И.В.<sup>1</sup>

*1-студенты 1 курс НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

*Научные консультанты: Курочкина В. А., к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ, Тодорова А. Й., преподаватель кафедры государственного контроля и права в сфере природопользования, земли и имущества МФЮА.*

### **Аннотация**

Геодезические работы сопровождают весь процесс строительства начиная от подготовки предпроектной документации и заканчивая исполнительными съемками готовых зданий и сооружений. Каждый вид работ требует обеспечения определенными геодезическим приборами и методиками, при этом в новых нормативных документах особое внимание уделяется современным способам производства геодезических работ. Актуальность данного исследования состоит в использовании современного оборудования при проведении геодезических работ на разных стадиях строительства.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время активно обновляются нормативные документы, взамен СНиПам и СП, выпущенным в конце прошлого века, выходят актуализированные СП. Так взамен СНиП 11-02-96 (Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.) вышел СП 47.13330.2016, взамен СП 11-104-97 (Инженерно-геодезические изыскания для строительства) вышел СП 317.1325800.2017 (Инженерно-геодезические изыскания в строительстве. Общие правила производства работ). А также был актуализирован СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве» ныне СП 126.13330.2017. Вышеуказанные нормативные документы регламентируют геодезические работы, выполняемые при инженерно-геодезические изыскания на всех стадиях строительства. Согласно СП 47.13330.2016 инженерно-геодезические изыскания выполняются для получения достоверных и достаточных топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности (в том числе дна водотоков, водоемов), существующих и строящихся зданиях и сооружениях (наземных, подземных и надземных), элементах планировки, проявлениях опасных природных процессов и факторов техногенного воздействия (в цифровой, графической, фотографической и иных формах), необходимых для осуществления градостроительной деятельности. При этом в состав инженерно-геодезических изысканий входят следующие виды геодезических работ: создание опорных сетей, выполнение топографических съемок, построение топографо-инженерных планов, специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений и другие. Геодезические работы сопровождают весь процесс строительства начиная от подготовки предпроектной документации и заканчивая исполнительными съемками готовых зданий и сооружений

Каждый вид работ требует обеспечения определенными геодезическим приборами и методиками, при этом в новых нормативных документах особое внимание уделяется современным способам производства геодезических работ. Актуальность данного исследования состоит в использовании современного оборудования при проведении геодезических работ на разных стадиях строительства.



## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Авторы [1] в своих работах отмечают удобство применения лазерного сканирования для выполнения съемки архитектурных сооружений и реставрации памятников. При этом отмечается скорость и качество выполняемых работ, а также получение в результате 3 мерных изображений сложных архитектурных сооружений. А авторы [2] рассматривают применение лазерного сканирования для производства топографических съемок с последующим составлением планов различных масштабов. В работах [3] описано использование современных спутниковых системы для выполнения топографо-геодезических работ и кадастровых съемок. Авторов [1-3] объединяет еще и то, что в своих работах они рассматривают преимущества современного геодезического оборудования и широкий спектр его применения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящее время производится очень много различного геодезического оборудования. Рассмотрим некоторое из этого оборудования.

Глобальная Навигационная Спутниковая Система (Global Navigation Satellite System - GNSS) - это спутниковые системы (наиболее распространены GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия)), используемые для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением специальных навигационных или геодезических приемников.

Съемка с помощью GPS (или ГЛОНАСС) приемника позволяет с высокой точностью определить местоположение любого объекта, что является главным требованием при проведении съемочных работ. При вычислении местоположения движущийся или неподвижный приемник определяет пространственные координаты в трехмерной системе координат, связанной с центром масс Земли и неподвижной относительно нее. Для определения координат точек, как правило, используют 2 приемника (база и ровер) и контролер (рис. 1). Для обработки используют программное обеспечение. Точность определения координат порядка 1-2 см в плане, 2-3 см- по высоте.



**Рис. 1.** Спутниковая система: 1- контролер; 2- приемник GRX2 (GPS и ГЛОНАСС); 3 – программное обеспечение.

Развитие геодезической техники привело к появлению технологии 3D лазерного сканирования. На сегодняшний день это один из самых современных и производительных методов

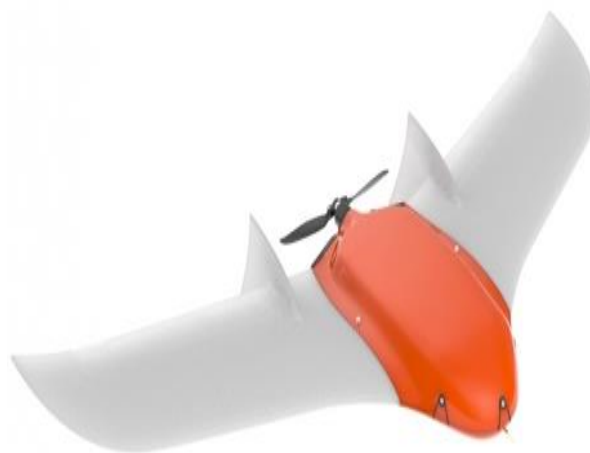
измерений. Наземное лазерное сканирование — бесконтактная технология измерения 3D поверхностей с использованием специальных приборов, лазерных сканеров (рис. 2).

Процедура установки наземного лазерного сканера (например, Topcon GLS-2000) на точке и его ориентирования е больше похожа на работу с традиционным электронным тахеометром. Ориентирование сканера может выполняться как по специальной марке, так и по обычной стеклянной призме, как в случае электронных тахеометров. Дальность действия сканера - 350 метров. Точность измерения расстояния составляет 3,5мм на 150м Сканер имеет две встроенные фотокамеры, каждая с разрешением 5МП. Одна из камер имеет широкий угол обзора 170° и используется в качестве панорамной. Она расположена в корпусе сканера рядом с объективом. Вторая камера с углом обзора 8,9° встроена в объектив сканера, она применяется для более точного выбора области сканирования или точки ориентирования. Переключение между камерами осуществляется с помощью одной кнопки, позволяя выбрать оптимальный режим фотоизображения для управления прибором. Результаты работы сканера сохраняются на съемную карту памяти формата SD. Сканер может эффективно использоваться для обмера архитектурных сооружений (фасадов зданий, памятников архитектуры и т.п.), различных съемок на территории промышленных предприятий, для определений объемов выработки (склады сыпучих материалов, карьерные разработки и т.п.), для выполнения топографической съемки и других видов работ. Большое поле зрения сканера его использовать внутри помещений. Весь процесс сканирования на точке стояния, включая создание панорамного фотоизображения, занимает порядка 3-4 минут (в зависимости от выбранных параметров измерений). Обработка результатов измерений может выполняться в TOPCON Magnet Collage.

а)



б)



**Рис. 2.** а) Наземный лазерный сканер Topcon GLS-2000; б) БПЛА Геоскан 101.

Для выполнения аэрофотосъемочных работ на сравнительно небольших территориях можно применять беспилотный летательный аппарат (БПЛА) Геоскан 101. За один вылет он позволяет снять до 4 квадратных километров с разрешением 4 см на пиксель. При этом, за один день можно выполнить до 5-8 полетов. Во время полета Геоскан 101 управляется полностью автоматически согласно загруженному полетному заданию. Запуск осуществляется с помощью катапульты, а посадка выполняется на парашюте в районе точки запуска. В качестве полезной нагрузки может быть использована фотокамера Sony Alpha A5000 со стандартным объективом, со спектральнональным объективом для определения индекса NDVI, ли-

бо фотокамера Sony DSC-RX1, имеющая полноразмерную матрицу 24,7 Мпикс, 35-мм объектив и центральный затвор. Для привязки результатов аэрофотосъемки могут быть использованы наземные опознаки, либо опционально устанавливаемый бортовой спутниковый приемник Topcon.

Одним из самых распространенным геодезическим прибором можно назвать электронный тахеометр. Это прибор может использоваться практически для всех видов геодезических изысканий. Электронный тахеометр Sokkia iM-102 имеет мощный безотражательный дальномер с улучшенными точностными характеристиками (1,5 мм + 2 ppm на призму, 2,0 мм + 2 ppm без отражателя) и возможностью измерять расстояния без отражателя до 1000 м. При этом угловая точность – 2". Внутренняя память на 50 000 точек (с возможностью хранения в 99 файлах работы) в сочетании с USB накопителем предоставляют широкие возможности для надежного хранения и обмена данными с внешними устройствами. Основные функции тахеометра являются: выполнение топографической съемки, вынос в натуру координат, линий и дуг, ориентирование с использованием обратной засечки, определение высоты недоступного объекта, определение недоступных расстояний, вычисление площадей и др. Встроенное программное обеспечение SDR Basic содержит все необходимые вычислительные задачи для применения тахеометров SOKKIA iM-100 в строительстве, маркшейдерском деле, землеустройстве, топографии, при проведении изысканий и многих других приложениях.

а)



б)



**Рис. 3.** а) Электронный тахеометр Sokkia iM-102, б) Тахеометр Trimble SX10

Тахеометр позволяет измерять любые длины, разницы высот и горизонтальные углы. В большинстве случаев этого прибора достаточно для фиксации всех нужных измерений на объекте, при условии, что точность прибора соответствует виду работ. Именно подобные приборы, в большинстве своем, можно увидеть на стройплощадках, на участках соседей и вдоль дорог нашей страны. Тахеометры на данном этапе развития технологий являются наиболее востребованными и универсальными приборами для проведения геодезических измерений. В настоящее время появляются приборы, которые являются комбинацией роботизированного тахеометра и лазерного трехмерного сканера, такие как Trimble SX10 со скоростью сканирования до 26 600 Гц, при этом точность координат составляет 2,5 мм на 100 м, диапазон сканирования - 360° x 300°; а время сканирования диапазона всего 12 минут; дальность сканирования до 600 м. Кроме этого угловая точность – 1", а дальность измерения – до 5,5 км по призме, до 1,3 км без отражателя, 1 км на пленку; Данный тахеометр может применяться в условиях низкой освещенности и сложных для наблюдений атмосферных условиях, благодаря системе Target Illumination Light. Тахеометр не имеет собственного блока управления, поэтому управление устройством осуществляется при помощи контроллера, который может подключаться как по Wi-Fi сети, так и через встроенный радио модуль LRR. Последний позволяет управлять устройством с дальнего расстояния, что упрощает работу в одиночку.

Цифровые (электронные) нивелиры – это современные многофункциональные геодезические приборы, совмещающие функции высокоточного оптического нивелира, электронного запоминающего устройства и встроенного программного обеспечения для обработки полученных измерений.

Использование цифрового нивелира позволяет повысить производительность нивелировочных работ на 50%. Для отсчета необходимо не более 3 с, так как процесс проходит значительно быстрее, чем при работе с оптическими приборами. Достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Прибор выполнит измерение, отобразит на экране полученное значение и расстояние до рейки.

Метод цифровых вычислений исключает ошибки интерпретации и считывания, часто возникающие при использовании оптических приборов. Благодаря этому снижается необходимость повторных измерений или затратных переделок.

Высокоточный цифровой нивелир Leica LS15 позволяет с высочайшей точностью производить электронные и оптические измерения высот и расстояний, измерять углы с помощью встроенного компаса и горизонтального круга и записывать данные. Обмен данными между прибором и компьютером может осуществляться через кабель передачи данных, USB-накопитель, USB- кабель или Bluetooth.

Идеально подходит для выполнения измерений, таких как одиночные измерения высот, прокладывание нивелирных ходов, уравнивание отметок точек или вынос проектных отметок в натуру.



**Рис. 4.** А) Цифровой нивелир Leica LS15; Б) Ротационные лазерные нивелиры Topcon RL-H4C

Ротационные лазерные нивелиры Topcon RL-H4C. Эти приборы очень просты в эксплуатации – достаточно лишь установить прибор на горизонтальную поверхность и включить его. Электронный компенсатор обеспечивает самовыравнивание лазерной головки в диапазоне  $\pm 5$  градусов, благодаря чему нивелир Topcon RL-H4C может эффективно работать на строительных площадках в условиях вибраций, вызванных тяжелой строительной техникой, или в составе систем управления техникой. Точность составляет 5 мм на 100 м, а радиус действия до 400м.

Современные геодезические работы не мыслимы без, применения компьютерных технологий и программного обеспечения. Как правило, к каждому электронному геодезическому оборудованию прилагается свое фирменное ПО для обработки полевых измерений и подготовки данных для разбивочных работ. Но есть программные комплексы с унифицированными программными модулями, которые позволяют решать различные задачи, не зависимо от фирмы производителя оборудования. К таким ПО относится программный комплекс Автокад, на который можно установить дополнительные геодезические программные продукты, например, такие как программные модули Autocad Civil 3D и Autocad Map 3D, а также программный комплекс GeoniCS. В Autocad Civil 3D помимо проектных функций встроен геодезический блок «Съемка» и другие, дающие возможности применения землеустроительных работ, геопространственного анализа, геодезических работ на строительных площадках и трассах, подсчета земляных масс. Модуль Autocad Map 3D позволяет создавать всевозможные виды карт, 3D модели на базе данных топографических съемок в системе Autocad, пространственной геоинформации.

С использованием программного комплекса GeoniCS можно выполнить обработку полевых измерений, уравнивание плановых и высотных координат; обработку тахеометрических съемок и составление топопланов, формирование каталогов координат, расчеты данных по выносу проектов, экспорт и импорт съемочных точек расчетных данных, подсчет объемов выемки и насыпи и др.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для построение опорных сетей и топографических съемок могут использоваться спутниковые системы. Также для производства топосъемок возможно использовать лазерные сканеры. На больших площадях съемки лучше применять воздушное сканирование.

При строительстве жилых зданий необходимо регулярно выполнять различные виды геодезических работ такие как, вынос осей здания, разбивка котлована, вынос осей на каждом монтажном горизонте (этаже), перенос репером, производство плановых и высотных исполнительных съемок, несущих конструкции. С выполнением всех этих работ справляется электронный тахеометр. Установка пространственной опалубки в проектное положение на

каждом монтажном горизонте может выполняться ротационными лазерными нивелирами. Для съемки сложных фасадов зданий оптимально подойдет наземные лазерные сканеры. При этом обработка геодезических измерений как правило выполняется с применением программного обеспечения.

## **ВЫВОДЫ**

Проведенный анализ показал, что при проведении инженерно-геодезических изысканий очень важно применять современное оборудование, которое позволяет сделать процесс измерений менее трудоемким и более информативным. Однако, при выборе оборудования для разных видов геодезических работ, необходимо учитывать точностные характеристики оборудования и подбирать методику выполнения измерений в зависимости от требуемой точности выполнения работ. Но это темы для дальнейшего исследования.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Фрейдин А.Я.* Трехмерное лазерное сканирование и его применение для съемки архитектурных сооружений и реставрации памятников // Оптический журнал, том 74 № 8. 2007. С. 44-49
2. *Новаковский Б.А., Прасолов С.В., Рогачев А.А.* Лазерное сканирование - перспективное направление получения новых геоизображений // Геоинформатика, № 2. 2007. С. 19-26.
3. *Евстафьев О.В.* Современные спутниковые системы для выполнения топографо-геодезических работ и кадастровых съемок Smartstation smartrover производства Leica geosystems // Кадастр недвижимости. № 3. 2008. С.98-99

## НЕОБХОДИМОСТЬ ДОСТОВЕРНЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ТЕРРИТОРИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ПО ПРОГРАММЕ РЕНОВАЦИИ В Г. МОСКВЕ

Слюсарев А.С.<sup>1</sup>, Гаас Г.Ю.<sup>1</sup>

*1-студент НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

*Научный консультант доцент, к. г.-м. н Кучуков Э.З., НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена польза реноваций и последствия, к которым может привести, если пренебрегать инженерными изысканиями. Показаны примеры недостаточно-го изучения инженерно-геологической обстановки при проектировании сооружений, которые привели к развитию аварийных ситуаций. Рассмотренные причины развития аварий сооружений показало, что они вызваны недостаточностью проведенных изысканий, недооценкой сложности инженерно-геологических условий. Основными критериями повышения качества проектирования зданий и сооружений промышленного, гражданского и иного назначения является достоверность и достаточность результатов инженерно-геологических изысканий. При строительстве новых сооружений и реконструкции, действующих часто возникает необходимость определить в каких условиях находится грунт и учесть обстановку местности, чтобы предотвратить в последующем деформирование зданий и сооружений, для этого надо руководствоваться не только сводом правил, но и дополнительными материалами. Для этого, при выполнении инженерно-геологических изысканий работы должны быть сосредоточены не только в контуре проектируемого здания, но и за пределами площадки. Важнейшей задачей инженерно-геологических изысканий является прогнозирование возможных последствий взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой. Авторы говорят о важности инженерно-геологических изысканий

Реновация территории – это снос сооружений и зданий, извлечение из-под земли на территории инженерных сетей, разного рода коммуникаций и т.д., выемка фундаментов, экскавация грунта, вертикальная планировка территории – все меры для того чтобы обеспечить возможность нового строительства на территориях, которые ранее занимали, так называемые «Хрущевки», пятиэтажные жилые здания, построенные более 50 лет назад. Как правило, строительство таких зданий производилось на благоприятных условиях для строительства (песчаные или глинистые основания, пониженный уровень грунтовых вод, отсутствие плотной городской застройки, отсутствие загруженности и большой интенсивности транспорта, меньшее количество станций метрополитена). Но за эти 50 лет геологические и инженерно-геологические условия в городе Москве значительно изменились. Увеличение плотной городской застройки, линий метрополитена, жд линий, увеличение загруженности транспорта и т. д. вызвали своего ряда различные агрессивные воздействия на грунты. Как пример рассмотрим подтопления территории, которая попала в программу реновации города Москвы.

Строительное освоение территорий и эксплуатация зданий, сооружений и других объектов, расположенных на слабопроницаемых грунтах, практически повсеместно сопровождаются накоплением влаги в толще грунта и подъемом уровня грунтовых вод даже в тех случаях, когда до начала освоения территории грунтовые воды вообще отсутствовали. Такой процесс называется подтоплением (или техногенным подтоплением). Он возникает и развивается вследствие нарушения сложившегося природного динамического равновесия в водном балансе территории. Эти нарушения возникают в результате практической деятельности

человека и на застраиваемых территориях обычно развиваются в две стадии - при строительстве и эксплуатации

Так, строящихся объекты в городах часто попадают в зоны геологического риска, поскольку используются территории со сложными инженерно-геологическими условиями, где главную роль играют геологические процессы: подтопление и выветривание, морозное пучение в слое сезонного промерзания и оттаивания, плывунность и механическая суффозия в песках и тиксотропия в глинистых грунтах, карст в известняках; техногенные и геоэкологические процессы: инженерная подготовка территории, статические нагрузки от инженерных сооружений, отепляющее воздействие от зданий, многочисленных подземных теплотрасс, коллекторов, туннелей метрополитена и подземных переходов, химико-биологическое загрязнение грунтов и вод, вибрационные нагрузки от транспорта. Кроме того, используются поймы рек, засыпанные долины мелких рек (русла их заключены в трубы) и оврагов, места бывших свалок [1-4]. В связи с этим неверная оценка особенностей современного состояния природной и техногенной среды приводят к интенсивному развитию техногенных и инженерно-геологических процессов, аварийным ситуациям, резкому обострению комплекса экологических проблем и снижению экологической безопасности населения. В современных условиях строительные нормы и правила предусматривают оценку опасности и риска негативных инженерно-геологических и техногенных процессов для зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, транспортных систем и других объектов, поскольку такая оценка необходима для предупреждения или уменьшения возможного ущерба от их проявлений. Однако в практической деятельности специалистами городского хозяйства и строительства слабо и неумело используются методические подходы для оценки степени сложности природной и техногенной среды. Известно, что Москва – город с существенной опасностью карста, механической суффозии, подтопления и техногенных процессов разрушения грунта, что связано как с изначальной спецификой геологического строения территории столицы, так и с многовековой интенсивной антропогенной деформацией геологической среды, усилившейся в последние десятилетия в связи с активной, но зачастую непродуманной точечной застройкой, определяющей развитие многочисленных провалов [1-4]. Провалы грунта в городе – частое явление, и есть риск, что их частота и сила будут нарастать. К сожалению, мониторинг геоэкологических рисков города практически отсутствует. Коммунальные службы города реагируют, когда событие успело принять характер локальной катастрофы. Так, на сегодняшний день более 70% существующих водных коммуникаций в Москве требуют замены, поскольку изношены или выполнены с нарушениями технических требований, поэтому наблюдались в первые годы второго тысячелетия многочисленные прорывы трубопроводов с размывом грунта под дорожным покрытием, с образованием местного подтопления, провал автомобилей.

Следующий пример: в районе дома N 30 по Ленинградскому проспекту 11 сентября 2006 г. произошел провал грунта, площадью около 300 м<sup>2</sup>, глубиной до 5...6 м. В результате под грунт провалился многотонный самосвал, рухнула мачта городского освещения.

Причиной данной аварии признано воздействие строительства многофункционального офисного комплекса с подземной автостоянкой по адресу Ленинградский проспект, вл. 39, расположенного вблизи от площадки нового строительства, но не на участке изысканий.

Инженерно-геологические изыскания для строительства комплекса были выполнены в 2004 г. Анализ геологического строения и гидрогеологических условий показал, что данная площадка обладает сложными инженерно-геологическими условиями, особенно для заглубленного подземного строительства. В отчете об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства было отмечено, что в связи с высоким залеганием уровня грунтовых вод высока возможность возникновения барражного эффекта. Однако заказчик из соображений экономии не согласовал проведение опытно-фильтрационных работ на участке. Тем более не выполнялось и гидрогеологическое моделирование. В процессе изысканий не удалось учесть то, что через территорию застройки проходит палеодолина р. Таракановки, которая



была заключена в коллектор в середине 50-х гг. XX в. «Стена в грунте», заложенная под строительство многофункционального офисного комплекса по адресу Ленинградский проспект, вл. 39, перекрыла движение потока грунтовых вод, изменив направление и скорость фильтрации подземных вод. Грунтовые воды, обладающие критическим градиентом подземного потока, устремились в палеодолину р. Таракановки, что привело к активизации механической суффозии. Подземные воды в короткие сроки вымыли мелкие фракции песка, в результате чего образовались пустота и оседание грунта на площади около 300 м<sup>2</sup>. Если бы в ходе изысканий инженерно-геологическая организация произвела анализ палеогидрографической обстановки района, выполнила опытные откачки и на их основании дала четкие сведения о направлении потока подземных вод, а также предоставила сведения о суффозионных свойствах песка, можно было бы спрогнозировать вынос песчаных частиц и выбрать соответствующие проектные решения. Но эти работы не были включены в техническое задание на инженерно-геологические изыскания, не вошли в программу работ исходя из ложных представлений заказчика и проектировщика об экономии средств на изыскания. [4]

Вибрационное воздействие на геологическую среду может оцениваться как воздействие низкого, среднего и высокого уровней. В городах основными виброгенерирующими источниками являются движущиеся транспортные средства (автомобильные и железнодорожные магистрали), строительные машины и механизмы. Вибрация, создаваемая этими источниками, в верхнем своем пределе по ощущениям соотносится с 6-7-балльными (городская железная дорога) и 3-4-балльными (легковой и грузовой автомобильный транспорт) землетрясениями [5]. Как показывают наблюдения, вибрационное воздействие такого уровня не вызывает существенных негативных последствий, но только в тех случаях, когда время воздействия ограничено. При долговременном непрерывном воздействии вибрация приводит к преждевременному старению материала конструкций и их выходу из строя, вплоть до полного разрушения. Как следствие перманентного вибрационного воздействия здания и иные инженерные сооружения, располагающиеся вдоль автомобильных или железнодорожных магистралей с интенсивным движением, а также в зонах действия промышленных предприятий и строительных площадок, могут испытывать циклическую или непрерывную осадку, в среднем на 3-8 мм большую, чем аналогичные объекты, находящиеся в стороне от таких магистралей. Прокладка новой магистрали вблизи уже существующих зданий может нарушить установившееся распределение напряжений в грунтовом массиве, повлечь за собой опускание дневной поверхности под полотном дороги и таким образом спровоцировать большую осадку тех частей или отдельных элементов зданий и конструкций, которые обращены в сторону новой магистрали [6-9]

Геологический состав грунта влияет на изменение частотного состава вибрации, передаваемой от источника. Кроме того, от динамического взаимодействия грунта с фундаментом зависят значения собственных частот колебаний конструкции здания. В общем случае, чем выше жесткость фундамента и чем больше плотность грунта, тем выше значения собственных частот системы «грунт - фундамент здания». Другим важным моментом, который следует учитывать при рассмотрении зависимости величины колебаний от расстояния между источником и объектом воздействия, является преобразование сейсмических волн из одного вида в другой. Чем больше расстояние от источника вибрации до здания, тем большая часть вибрационной энергии передается зданию поверхностными (рэлеевскими) волнами и тем меньше влияют на него волны сжатия и сдвига. Кроме того, при увеличении расстояния происходит перераспределение энергии в область низких частот. Частота доминирующей составляющей уменьшается. Поэтому, как правило, при одинаковых результатах измерений вибрации на фундаменте здания, чем больше расстояние от источника, тем выше риск повреждения конструкции. Согласно международному стандарту ISO4866:1990 указаны характеристики вибрации, измеряемой на конструкции здания, для разных источников возбуждения техногенной природы. Следовательно, данные для прогнозирования должны быть опре-

делены из опыта, литературных источников, экспертных оценок или по результатам измерений на месте.

Выявление особенностей данных изысканий и необходимость решения возникающих проблем при их проведении на реконструируемых участках, как при точечной застройки 3000 домов первой волны, так и при плотной городской застройки по программе реновации второй волны 5000 домов в период с 2018 по 2032 годы и определяет ее актуальность. В Москве остро встает проблема о ветхом жилье, о жилье чей срок эксплуатации подходит или уже подошел к концу. Одним из инструментов решения данных проблем являются разрабатываемые программы по реновации. При реализации данных программ имеются сопутствующие проблемные факторы, в том числе и при проведении инженерно-геологических изысканий (ИГИ). Выявление особенностей данных изысканий и необходимость решения возникающих проблем при их проведении на реконструируемых участках как при точечной застройки, так и при плотной городской застройки по программе реновации и определяет ее актуальность. На месте снесенных пятиэтажных зданиях будут построены многоэтажные высотные комфортные жилые здания с соответствующей инфраструктурой. В результате чего этот микрорайон, несмотря на градостроительную документацию, которая должна быть готова по плану только к концу 2019 года, будет иметь в несколько раз большую численность населения, значительное возрастание транспортных потоков, подземных сооружений (паркингов). Но в условиях и без того плотной городской застройки на грунты в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений будут оказываться более значительные нагрузки, чем раньше, возрастёт динамическое воздействие от транспорта и строительных механизмов, вибрация в самих зданиях от бытовых механизмов, работы многочисленных скоростных лифтов, вентиляционного оборудования и др. Всё это ослабляет несущую способность оснований зданий и вызывает развитие опасных геологических и инженерно-геологических процессов (карст, механическую суффозию, подтопление, плавунность в песках, набухание и тиксотропию в глинистых грунтах. Если вовремя не предотвратить данные процессы, то в условиях плотной городской среды, при совокупности всех перечисленных процессов могут возникнуть резонансные явления, что приведет к наведенному возбуждённому техногенному землетрясению. Поэтому ИГИ по программе реновации требуют не только оценки инженерно-геологических условий (ИГУ) территории, но и прогноз изменения окружающей среды в результате строительства и эксплуатации высотных зданий в сложных ИГУ и необходимости расчёта геологического риска возникновения, наведённого возбуждённого техногенного землетрясения. По этой причине в последние 30 лет произошли многочисленные разрушения торговых и развлекательных комплексов и гидротехнических сооружений с человеческими жертвами как в России (Трансвальпарк - 28 и 190ч, и Бауменский рынок- 66 и 30ч.), так и в Южной Корее (Сеул -Сампунг - 502 и 1500 ч.) и Латвии - Рига (Максима 54 и 40 ч.), Бангладеш (Рана Плаза - 1129 и 2500 ч.) Эти аварии возникли при неблагоприятном сочетании различных дефектов, но заключительным было наведённая, возбуждённая техногенная микросейсмичность.

## **ВЫВОДЫ**

В представленной работе произведен обзор реконструируемых территорий города Москвы, влекущий за собой снос пятиэтажных зданий и строительство новых многоэтажных зданий в этом же микрорайоне, в связи с этим было выделено ряд особенностей и проблем проведения инженерно-геологических изысканий в программе Реновации. Рассмотрены влияния природных и техногенных процессов на застраиваемую территорию, в результате чего могут образоваться опасные инженерно-геологические процессы, повлекшие за собой нештатные ситуации, необходима разработка стадийности проведения инженерно-геологических изысканий для конкретного микрорайона

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавренюк С.В.* Научное сопровождение ДальНИИС РААСН строительства уникальных объектов саммита АТЭС // Промышленное и гражданское строительство. - 2013. - № 9. - С. 56-58.
2. *Егоров Ю.К., Зеркаль О.В., Кирилин М.В., Самарин Е.Н.* Оценка риска развития опасных геологических процессов на территории г. Москвы при инженерных изысканиях. Сергеевские чтения. Выпуск 17. «Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций». М.: РУДН, 2015
3. *Кучуков Э.З., Касымов Ж.В.* Влияние геологических и инженерно-геологических процессов на безопасность работы северо-западного тоннеля в Крылатском районе. В сборнике: Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы в строительстве. II Потаповские чтения. 2016. С. 105-108.
4. *Потапов А.Д., Ревелис И.Л., Чернышев С.Н.* Землетрясения. Причины, последствия и обеспечение безопасности. Учебное пособие. ИНФРА. – М. 2018. С.143.
5. *Локишин Г.П., Лихачева Э.А., Лацка Я., Крайчович Ю.* Оценка вибрационного воздействия на территории города (на примере Москвы и Братиславы) Инженерная геология. – 1991. – № 4. – С. 82–91.
6. *Померанцева И.В., Солодилов Л.Н., Момзиков В.Я., Рудаков В.П.* Геолого-геофизические, геодинамические и человечески факторы, влияющие на безопасность крупных городов и мегаполисов (еще раз о причинах разрушения аквапарка «Трансваль» 14 февраля 2004 г.). В книге геофизика XXI столетия. 2003-2004. Сб. трудов пятых и шестых геофизических чтений им. К.В. Федьнского. М, 2005, изд. МПР РФ, ЦЕНТРОГЕОН, ЕАГО, РАЕН.
7. *Пронин А.П., Башорин В.Н.* Современная флюидная активность глубинных разломов: их воздействие на объекты техно-сферы и здоровье населения Москвы и Московской области. Сборник докладов Тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». Часть 1. В рамках Научно-технического конгресса по безопасности "Безопасность - основа устойчивого развития регионов и мегаполисов". –М.: МГСУ, 2005
8. *Гликман А.Г.* Планетарная пульсация как механизм формирования тектонических процессов/ А.Г.Гликман// Экология и охрана труда. -2009. -№ 3. - С. 30-35
9. *Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Воронин А.М.* Влияние инженерно-геологических и техногенных процессов на городское строительство и хозяйство. Материалы научно-практической. конференции «Инновации в отраслях народного хозяйства как фактор решения социально экономических проблем современности». МГАКХИС, М. 2011 г. С. 59-62
10. *Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Лаухин С.А.* К оценке опасности геологических инженерно-геологических и техногенных процессов при проектировании, строительства и эксплуатации инженерных сооружений на урбанизированной территории // Сергеевские чтения. 2016. №18. С.310-314.
11. *Леденев В.В.* Аварии в строительстве. Причины аварий зданий и сооружений Тамбов .2014, с. 209.

УДК 504.042

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА ОСВОЕНИЯ ПОДВОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Белая В.А.<sup>1</sup>

*1-студентка МГИМО (У) МИД РФ*

*Научный консультант д.б.н., профессор кафедры Инженерной экологии и охраны труда  
Суздалева А.Л., МЭИ*

### Аннотация

**Предмет исследования:** воздействие освоения подводных месторождений полезных ископаемых на окружающую среду.

**Цели:** изучение влияния освоения подводных месторождений полезных ископаемых на флору и фауну, поиск возможных путей решения проблемы.

**Материалы и методы:** анализ, оценка и систематизация использованной литературы.

**Результаты исследования:** получены данные, позволяющие оценить негативное влияние разработки подводных месторождений на окружающую среду.

В последнее время интерес к освоению шельфа и глубоководных месторождений полезных ископаемых возрастает в связи с высокой перспективностью этого направления. Во многом это связано с истощением материковых месторождений металлов, таких как медь, никель, алюминий, марганец, цинк, литий и кобальт в сочетании с растущим спросом на эти металлы. Однако глубоководные зоны морей и океанов являются важнейшей частью механизма естественного гомеостаза биосферы, и непродуманное антропогенное вмешательство может иметь катастрофические последствия. Палеонтологические данные указывают на то, что крупномасштабные нарушения структуры океанов в геологические прошлые планеты неоднократно становились причиной глобальных экологических кризисов, сопровождавшихся резким снижением биоразнообразия [1].

В процессе исследования были изучены труды зарубежных и отечественных авторов, а также нормативные документы, которые раскрывают отдельные аспекты данной темы.

В 1994 году в соответствии с Конвенцией Организации Объединенных Наций (ООН) по морскому праву был создан Международный орган по морскому дну (МСА). Он отвечает за принятие решения о том, можно ли, как и при каких условиях разрешать добычу полезных ископаемых в международной зоне морского дна, равной примерно одной трети земной поверхности. Было заключено 29 контрактов с компаниями и государственными учреждениями из Китая, Кореи, Японии, Великобритании, Германии, Бельгии, Франции, России, Бразилии, Индии, Польши и ряда стран южной части Тихого океана на разведку металлов в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах. [2].

В первом отчете об оценке Мирового океана, опубликованном ООН в 2016 году, также сделан вывод о том, что глубоководные экосистемы уже испытывают влияние изменения климата, подвержены воздействию загрязнителей и других видов деятельности человека [3].

В 20 веке на дне океанов были открыты зоны вулканической деятельности, названными глубоководными гидротермами. На этих участках на базе интенсивных процессов хемосинтеза возникли уникальные экосистемы с высоким уровнем биоразнообразия. Это значительно расширило понимание того, как жизнь развивалась на нашей планете.

В зонах глубоководных гидротерм образуются минеральные отложения, в том числе полиметаллические сульфиды. Международный орган по морскому дну выдал лицензии на

разведку этих месторождений, но если они будут разработаны, то существует опасность уничтожения уникальных экосистем.

Основными негативными факторами воздействия на окружающую среду при освоении подводных месторождений полезных ископаемых являются:

- изъятие донных отложений, содержащих полезные ископаемые, их обогащение и сброс образующихся отходов и сточных вод;
- увеличение мутности вод при работе добывающей техники, подъеме и разгрузке сырья;
- потери оборудования и засорение им дна океана;
- загрязнение вод в результате утечек нефтепродуктов, а также сточных и балластных вод с используемых плавсредств;
- бытовые отходы, такие как мусор, в том числе пластмассы, металлы, стекло и другие предметы, не подверженные биологическому разложению [4]

Сброс отходов может привести к гибели бактерио-, фито- и зоопланктона, ихтиофауны и морских млекопитающих. Поскольку глубокие слои Мирового океана еще недостаточно изучены, возможно, существуют пробелы в нашем понимании процессов формирования их биоразнообразия и структуры экосистем. Поэтому до настоящего времени отсутствует обоснованный прогноз последствий воздействия глубоководной добычи полезных ископаемых. Федеральное министерство образования и научных исследований Германии (BMBF) финансирует международную пилотную программу для более тщательного изучения этих воздействий и предоставления достоверной информации о реальных последствиях глубоководной добычи полезных ископаемых. В частности, исследовательское судно "Sonne" проводит обширные исследования потенциального воздействия глубоководной добычи на окружающую среду вместе с научными группами из 12 других европейских стран. [5]

Результаты этого исследования призваны помочь в установлении высоких международных стандартов для глубоководной добычи, которые являются экологически совместимыми, устойчивыми и справедливыми с точки зрения политики развития. Таким образом, они обеспечат научную основу для «Горного кодекса» Международного органа по морскому дну (ISA), который регулирует поиск, разведку и будущую добычу морских минеральных ресурсов. Хотя Орган принял правила поиска и разведки полезных ископаемых, он еще не сделал этого для добычи морских минеральных ресурсов. Органы ISA только начинают работать над этой проблемой. Они смотрят на то, как морские ресурсы могут быть добыты экологически безопасным способом. Результаты запланированного проекта обеспечат значительный вклад в это. Страны-участницы предоставят в общей сложности более 6 миллионов евро на работу участвующих ученых. [5]

Цели ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятые в 2015 году, обязывают все страны пересмотреть свою экономику, использование природных ресурсов Земли и защиту наших океанов и окружающей среды в контексте устойчивого развития. ЦУР 14 обязывает все страны сохранять и экологически безопасно использовать океаны, моря и морские ресурсы для устойчивого развития. Нам нужно беречь океан, и мы должны вкладывать средства в технологии многократного использования, переработку и улучшенный дизайн продукции, чтобы обеспечить наилучшее использование имеющихся у нас ресурсов. ЦУР 14 также обязывает государства защищать и восстанавливать океанические экосистемы и повышать их устойчивость, чтобы они могли лучше противостоять пагубным последствиям изменения климата. [6]

В результате исследования можно сказать, что разработка подводных месторождений действительно оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в особенности на обитателей морского дна. Причем в большей степени потенциальной опасностью обладают возможные неисправности технического оснащения, отходы переработки и хозяйственно-бытовые отходы. Так как глубоководная биота до конца не изучена, трудно дать полную оценку негативного влияния добычи подводных полезных ископаемых. Международное со-

общество должно серьезно взвесить, соответствует ли глубоководная разработка месторождений целям в области устойчивого развития и их обязательствам по международному праву. Стоит ли рисковать значительной потерей биоразнообразия и деградацией глубоководных экосистем? Это вопрос, который должно решить все международное сообщество, ведь от принятых решений зависит будущее наших океанов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Безносков В.Н.* Крупномасштабные нарушения гидрологической структуры океана, биотические кризисы и их фиксация в геологической летописи // Стратиграфия, геологическая корреляция. 2000. Т.8. №3. С.3-13. Режим доступа: <https://www.ntsyst.ru>
2. Международный орган по морскому дну. – [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/law/lawsea/seabed/council.shtml>
3. Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву. [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/pdf/lawsea.pdf](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/lawsea.pdf)
4. *Rahul Sharma.* Environmental Issues of Deep-Sea Mining. Global challenges, Policy Framework & Sustainable Development for Mining of Mineral and Fossil Energy Resources (GCPF2015). Procedia Earth and Planetary Science 11, December 2015
5. Deep sea mining – ecological impacts. Pollution of the oceans. Federal Ministry of Education and Research (BMBF). – [Интернет-ресурс]- Режим доступа: <https://www.bmbf.de/en/deep-sea-mining-ecological-impacts-1431.html>
6. ООН. Цели в области устойчивого развития. Цель 14: Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития – [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/oceans/>

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Борзов В.С.<sup>1</sup>, Шарова И.С.<sup>2</sup>

*1- студент 2 курса, Астраханский государственный университет, г. Астрахань, ул. Татищева 20а*

*2- к.г.н., доцент, Астраханский государственный университет, г. Астрахань, ул. Татищева 20а*

**Аннотация:** Помимо химического загрязнения городской среды, на человека влияют физические воздействия. В статье описано опасное для здоровья населения вибровоздействие. На территории города Астрахани вибро-обстановка, в основном, определяется интенсивностью и насыщенностью движения автомобильного транспорта по улицам города. Поэтому доминирующим является воздействие автомобильного транспорта. Целью работы были исследования вибрационных воздействий на примере города Астрахани, и разработка картосхемы виброзагрязнения города Астрахани на основе данных мониторинга городской среды. Для достижения цели работы, были применены измерительные приборы и компьютерные программы. В результате были выявлены улицы города Астрахани с вредными виброзагрязнениями. Были предложены основные принципы восстановления экологического равновесия в городе.

В настоящее время, в крупных городах с развитием транспортных магистралей и увеличением транспортных потоков, площади виброопасных территорий с каждым годом увеличиваются.

Город Астрахань динамично развивается, растет его территория, меняется облик, при этом дорожное движение остается преимущественно двух- и однополосным, что вместе с постоянно растущим количеством автотранспорта приводит к затрудненности дорожного движения, скоплению транспортных средств на наиболее оживленных участках центральных улиц города. Отсюда возрастающие уровни вибро-загрязнения. [1]

В современной Астрахани существует множество мобильных и стационарных источников шумового воздействия на окружающую среду: бытовое оборудование, строительные объекты, транспортные средства, заводы, фабрики, толпы людей и др.

В основном вибрационная обстановка города определяется интенсивностью и насыщенностью движения автомобильного транспорта по городским улицам, специфичностью магистральных схем в центральной части и недостаточным количеством зеленых насаждений. [2]

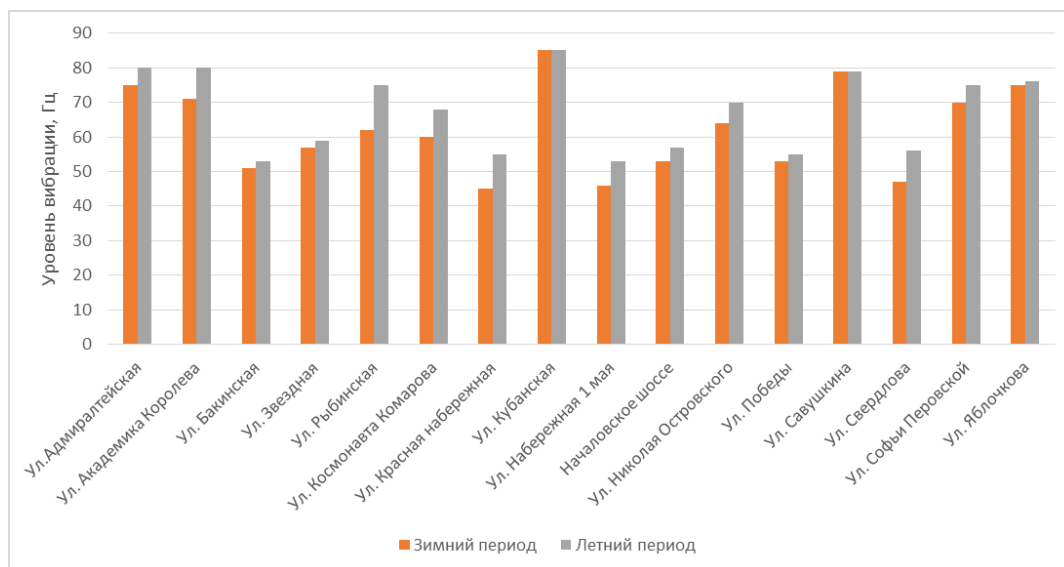
Доминирующим по интенсивности и длительности является вибрация от городского автомобильного транспорта, поэтому при выборе пунктов измерения максимальное число контрольных точек было привязано к транспортным магистралям.

Измерения уровня вибрации проводились в зимний и летний периоды 2018 года и зимний период 2019 года. Осуществлялись замеры шумового и вибрационного загрязнения цифровым интегрирующим шумомером 1 класса, виброметром общей и локальной вибрации и анализатором спектра ОКТАВА-110А. Прибор предназначен для полевых и лабораторных профессиональных измерений звука, инфразвука, ультразвука, общей и локальной вибрации, вибрации зданий и машин, а также для частотного анализа сигналов, поступающих от различных первичных преобразователей

Негативное восприятие вибрации человеком начинается уже с частоты около 0,7 Гц и достигает своего общего максимума при частоте примерно 5 Гц. Органы, расположенные в брюшной полости и грудной клетке человека, резонируют при частотах 3–8 Гц. Еще один

общий резонанс организма при вертикальных вибрациях наблюдается на частоте 15–20 Гц. Расстройство зрительного восприятия человека наступает при резонансе органов зрения в двух диапазонах частот: 25–40 и 60–90 Гц.

Из рис.1. видно, что не во всех пунктах измерений наблюдается благоприятная экологическая ситуация. Есть зоны, где вибро-воздействие не превышает 50 дБ, также есть отдельные участки от 70 до 80 дБ, где не рекомендуется постоянное проживание. Зоны, в которых вибрации превышает 80 дБ являются опасными для постоянного пребывания в них человека.



**Рис.1.** Уровень вибрации в зависимости от улицы города Астрахани

По итогам проведения замеров уровня шумового и вибрационного загрязнения на улицах была обновлена и отредактирована карта вибро-загрязнения территории города Астрахани.

Уровень вибрации на территории города Астрахани превышает установленный нормативами допустимые значения, как это видно из приведенных данных. Большая часть городской территории относится к зонам постоянного акустического дискомфорта. Особенно это касается жилых застроек, находящихся в непосредственной близости от дорог.

В связи с тем, что уровень шума и вибрации на территории города Астрахани превышает установленный нормативами допустимые значения, предложены методы по снижению вибро-воздействия на городскую среду. Среди них: создание барьеров, ограничение численности тяжелых грузовых автомобилей в потоке автотранспорта, отключение светофоров в ночное время и установка специального дорожного покрытия.





**Рис.2.** Схема мероприятий по снижению уровня вибрации

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Киселев В.В., Бармин А.Н. Шумовое загрязнение города Астрахани // Естественные науки №1 (50), 2015, стр. 20-26
2. Курочкин Р., Шафиев М. И., Ягодин С. Исследование уровня шума в некоторых районах г. Астрахани // Ученые записки: материалы докладов итоговых научных конференций АГУ 2008–2009 гг. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2009. – С. 286–290.
3. Шарова И.С., Джумалиева Г.Т., Тимовкина Л.Ю., Романова А.А. Транспортный кластер города Астрахани и Астраханской области // В сборнике: Экология России: на пути к инновациям Межвузовский сборник научных трудов. Составитель Дымова Т.В. Астрахань, 2017. С. 80-83.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Буюран С.<sup>1</sup>, Марковец М.А.<sup>1</sup>

*1-студент 3 курса НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26  
Научный консультант доцент, к. г. н., Бузякова И.В., кафедра ИИиГЭ, НИУ МГСУ, г.  
Москва, Ярославское шоссе, 26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** в данной статье представлена аналитическая информация о современном состоянии и проблемах озера Байкал. Выявлены проблемы и предложены пути их устранения.

**Цели:** анализ современного экологического состояния озера Байкал.

**Материалы и методы:** официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Методы исследования представлены изучение и анализом данных.

**Результаты:** показатели предельно допустимых концентраций диоксида превышены в 40-50 раз. Изменение уровня воды. В воду попадают бытовые, промышленные отходы, нефтепродукты и пестициды, минеральные удобрения и другие вещества, применяемые в сельском хозяйстве.

**Вывод:** показатели предельно допустимых концентраций диоксида превышены в 40-50 раз в районе деятельности Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Изменение уровня воды происходит в результате введения в эксплуатацию каскада гидросооружений. Источником бытовых, промышленных отходов, нефтепродуктов и пестицидов, минеральных удобрений и других веществ, применяемых в сельском хозяйстве, являются населенные пункты, расположенные по берегам притоков Байкала.

### ВВЕДЕНИЕ

Озеро Байкал, расположенное на юге Восточной Сибири, на границе Иркутской области и Республики Бурятия, относится к числу самых древних водоемов нашей планеты. Озеро является крупнейшим резервуаром пресной воды на Земле, здесь сосредоточено 22% всей пресной чистой и прозрачной воды во всем мире и 85% России. Объем воды составляет 23 тыс. км<sup>3</sup> (это пять вместе взятых Великих озер в США). Помимо ценности огромных запасов пресной воды, которую благодаря её малой минерализации (100 г/л) можно смело приравнять к дистиллированной, также нужно отметить, что Байкал – самое глубоководное озеро в мире и с 1996 года входит в список Всемирного наследия ЮНЕСКО [5].

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Данная проблема является актуальной и ни раз поднималась в научных статьях и литературе. В своей статье [3] авторы проводят исследования экологических проблемы озера Байкал, вызванные антропогенным воздействием на экосистему озера. В статье [4] авторы описывает проблемы рациональное использование водных ресурсов. В статье [5] представлены некоторые способы решения экологических проблем. В [6] автор рассматривает современные экологические проблемы Байкала. Информационной базой данной статьи является Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году» [1] и Доклад о ходе выполнения в 2018 году комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года [2] опубликованные на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Озеро расположено в крупной впадине, появившейся в месте разрыва земной коры. Возникновение Байкала обусловлено тектоническими причинами. Одни исследователи выдвигают версию о том, что впадина образовалась в результате взаимодействия двух континентальных плит - Евразийской и Индостанской. Другие утверждают, что озеро расположено в зоне трансформного разлома.

Название озеро произошло от тюркского «бай-куль» — «богатое озеро». Русские казаки, первыми вышедшие к его берегам, называли его так, как слышали от своих эвенкийских проводников – Лама. Только потом озеро стали называть Байкалом, по всей видимости, позаимствовав название у бурятов [3].

Первые упоминания о Байкале встречаются в китайских летописях II века до нашей эры. Сама летопись не сохранилась до наших дней, но о ней рассказывается в записках русского посла в Китае Н.Я. Бичурина. Археологические раскопки показывают, что первобытные люди на берегах Байкала появились в позднем неолите, а уже в бронзовом веке эта территория была достаточно густо заселена многочисленными племенами. Достоверно известно, что до XII – XIII веков Прибайкалье было населено монгольским народом баргутов, которых сменили изгнавшие их буряты.

Площадь озера - 31,7 тыс. км<sup>2</sup>, это седьмое место в мире после Каспийского моря-озера, озер Виктория, Таганьика, Гурон, Мичиган, Верхнее или площадь стран Бельгия или Нидерланды. В длину озеро имеет 636 км, самое широкое оно в центре (81 км), самое узкое – около дельты реки Серенга (27 км). Средняя глубина озера 744,4 м выше максимальных показателей глубин многих озер в мире, его максимальная глубина, измеренная советскими учеными Колотило и Сулимовым в 1983 году, составила 1642 м, что сделало Байкал самым глубоководным озером в мире.

Флора и фауна озера многообразна и уникальна. Насыщенная кислородом вода позволяет здесь жить большому количеству живых организмов, здесь обитает более 2600 видов и подвидов водных обитателей, большая часть из них – эндемики. В толще воды обитает более 58 видов рыб, таких как омуль, хариус, сиг, таймень, байкальский осетр, ленок, голомянка.

Побережье покрывает более 2000 видов растений, тут гнездится около 2000 видов птиц, здесь живет уникальное морское млекопитающее – байкальская нерпа, в горной части Прибайкалья – самый маленький олень в мире - кабарга.

Северо-восточное побережье озера является частью ООПТ Баргузинского государственного природного биосферного заповедника.

Воды этого озера очень чистые и прозрачные. Дно озера можно увидеть на глубине 40-50 метров. Вода перенасыщена кислородом. Отсюда и значительное видовое разнообразие флоры и фауны.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Озеро Байкал обеспечивает преобразование химических соединений, которые в него поступают. На нём было отмечено небольшое природное нефтепроявление, но воды озера остаются чистыми, так как нефть разрушается хемотрофными микроорганизмами. Однако выделены основные источники, которые влияют на состояние природы уникального водоема: воды, приносимые в озеро рекой река Селенгой; гидросооружения на реке Ангара.

Не менее актуальными признаются и прочие экологические беды Байкала. Среди которых, наиболее ужасающими являются: браконьерство; незаконное лесопользование; сброс нечистот предприятиями, близлежащими поселениями и водным транспортом; бытовые отходы; неконтролируемый туризм [6].

На экологические проблемы Байкала, как и любой другой озерной экосистемы, большое влияние имеет водообмен, то есть объем поступающей и вытекающей воды. С 1956 года Байкал стал частью Иркутского водохранилища. В результате введения в эксплуатацию каскада гидросооружений, уровень воды в озере поднялся на 1 м. по оценкам ученых, это был

самый сильный удар по природной системе Байкала. Подпорная плотина Иркутской ГЭС способствовала еще большему подъему уровня воды. В результате было затоплено более 500 км<sup>2</sup> суши. Но самое губительное воздействие на экосистему бассейна озера имеет колебания уровня воды. Уничтожаются места нереста рыбы и гнездования птиц.

Населенные пункты, расположенные по берегам притоков Байкала, в основной своей массе, не имеют канализационной системы, и все отходы попадают без всякой очистки в реки. А там, где есть очистные сооружения у предприятий жилищно-коммунальной сферы, они давно не соответствуют и не справляются со своими функциями. В воду попадают не только бытовые и промышленные отходы, но и нефтепродукты и пестициды, минеральные удобрения и другие вещества, применяемые в сельском хозяйстве [7].

Показатели предельно допустимых концентраций некоторых видов веществ превышены. Однако это не может сравниться с вредом, который причиняется экосистеме от предприятий.

По руслу реки расположены предприятия по добыче золота и других полезных ископаемых, а также фабрики и заводы.

Отметим, Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат был комплексным источником загрязнения окружающей среды озера Байкал. Его выбросы пыли и отработанных газов привели к усыханию леса. Долгое время комбинат использовал озерную воду для своих технологических нужд, а стоки сбрасывал обратно в Байкал. От этого существенно пострадали донные отложения, что отразилось на животном и растительном мире близлежащих мест. Комбинат складировал продукцию и материалы, а также утилизирует отходы непосредственно на берегах. Основная борьба велась со стоками, и эта часть производственной деятельности не находилась под контролем и потому привела к тому, что вещества, содержащиеся в сырье и отходах производства, стали попадать в воду. Комбинат останавливали и вновь ему позволяли работать, сняв все ограничения. Замкнутая система водооборота, введенная в эксплуатацию в 2008 году, должна была снять проблемы с попаданием отравляющих веществ в озеро. Но проведенные измерения показали превышение концентрации в 40-50 раз диоксинов в воде в районе деятельности комбината. В 2013 году БЦБК был остановлен Правительством РФ, и он был закрыт.

Компания «Аквасиб» планировала ввести первую очередь завода в 2019 году, а уже к 2021 году завод должен был производить 528 тысяч литров питьевой воды в сутки.

Представители Западно-Байкальской межрайонной природоохранной прокуратуры подали иск в суд на предприятие «АкваСиб». Суд постановил остановить строительство завода по производству питьевой воды в поселке Култук на берегу Байкала. Поводом для этого стал ряд нарушений.

Во-первых, предприятие «АкваСиб» нарушило несколько федеральных законов: «Об охране окружающей среды» и «Об отходах производства и потребления». На месте проведения работ обнаружили следы нефтепродуктов, а также свалку из отходов производства.

Во-вторых, на момент проверки у компании не было разрешений на проведение земляных работ по снятию почвенного грунта для устройства траншей водовода. Кроме этого, выявлены нарушения на этапе общественных слушаний по строительству этого завода.

Строительство завода по производству питьевой воды в поселке Култук Слюдянского района с 15 марта приостановлено до устранения выявленных в ходе проверок нарушений.

Дмитрий Медведев поручил главе Минприроды Дмитрию Кобылкину проверить, соответствует ли проект строительства завода на озере Байкал современным экологическим стандартам.

Постоянная комиссия по экологическим правам Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека навестила завод на Байкале и сообщила, что строительство водовода уже нарушило участок ценной природной территории.

## ВЫВОДЫ

Особое внимание необходимо уделить проблеме сохранения ценного водно-болотного угодья, на участке которого планируется разместить корпуса завода. Строительство завода может затронуть природную территорию «Таловские болота», которая важна для сохранения популяций многих видов птиц. Придание «Таловским болотам» статуса особо охраняемой территории регионального значения запланировано много лет назад. Шаги по спасению предпринимаются на различных уровнях. Как государство, так и активисты проявляют инициативу в плане сохранения Байкала в надлежащем состоянии. На правительственном уровне базовыми достижениями в области снижения уровня загрязнения Байкала являются: принятие Закона «Об озере Байкал» в 1999 году; приостановка функционирования Байкальского ЦБК; сокращение числа сбросов токсичных веществ в реку Селенга; отслеживание и полное обеспечение деятельности парков и заповедников, расположившихся на территории озера.

Также под путями решения проблем экологического характера подразумевается финансовое обеспечение и поддержка научного компонента, а также регулярные научные изыскания относительно состояния озера и прилегающих территорий, регулярный забор проб воды и регуляция видового разнообразия растений и животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о ходе выполнения в 2018 году комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года // [http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/)
2. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году» // [http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/)
3. *Барабаничиков Д.А., Сердюкова А. Ф.* Экологические проблемы озера Байкал // Молодой ученый. — 2017. — №25. — С. 104-107.
4. *Исмаилов Р.Р.* Проблема загрязнения водной среды и пути ее решения // Молодой ученый. — 2012. — №11. — С. 127-129.
5. *Московский В.С., Хачирова А.Ю.* Проблемы современной экологии // Юный ученый. — 2016. — №1. — С. 59-70.
6. *Юрков А.* Байкал бросает вызов // Российская газета. — № 7178 (12).

## СВЕТ – КАК СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЕЩЕСТВА

Васильев Д.М.<sup>1</sup>, Фартуков В.А.<sup>2</sup>, Земляникова М.В.<sup>3</sup>

*1-студент первого курса НИЯУ МИФИ*

*2- к.т.н., доцент, ген. директор, ЗАО «Бюро сервиса и эксплуатации» BSM г. Москва*

*3-к.т.н., профессор, ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А.Тимирязева», г. Москва*

### Аннотация

В статье приводится способ определения качества автоматизированного полива на основе спектрометрии состояния объекта. Представлен анализ метода и способы определения качественного состава изучаемого объекта, в качестве примера принято растение. Определен характерный диапазон электромагнитных спектров для определения химических с целью корректировки качества машинного полива сельскохозяйственных культур. Выделены несколько наиболее необходимых областей электромагнитного спектра воздействия на контролируемое растение, которые характеризованы длинами волн в диапазоне от 300 н. метров до 1000 н. метров. На основе определенного диапазона электромагнитных спектров воздействия на контролируемое растение, определен источник излучения электромагнитных волн –RGB монохромные светодиоды, мощностью 1,0-1,5 ватт, с применением способа микроволновой спектроскопии качественного состава микроэлементов в объекте. Техническая реализация рассмотренного способа осуществляется, созданными прототипами модулей сбора и обработки данных, поступающих от RGB монохромных светодиодов.

### ВВЕДЕНИЕ

В основе дистанционных спектрометрических (оптических) методов изучения природных и антропогенных объектов лежат измерения и анализ физических параметров излучаемого и отраженного электромагнитного излучения. Исследуются параметры пространственно-временных структур, поляризационные характеристики энергетических и спектральных излучений.

В настоящее время имеется большой объем спектральной информации об объектах, при этом изученность оптических свойств еще недостаточно полна. Наблюдается большой разброс спектральных данных, об одних и тех же объектах, что не позволяет производить сопоставление и анализ результатов измерений. Наряду с этим нет полного решения в вопросах методики обработки и интерпретации полученных экспериментальных результатов.

Обработка полученной информации ее количественный анализ и достоверность результатов напрямую зависят от характеристики применяемой аппаратуры.

В целях получения достоверной интерпретации экспериментальных данных в настоящее время применяется огромный набор средств, при этом однозначного определения связи между исследуемыми параметрами нет. Исходя из этого становится актуальным определение наиболее оптимальных способов и приемов измерений, позволяющих получать всю необходимую информацию о изучаемом объекте, в данном случае растении.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Решения этой проблемы ставят следующие задачи: разработка и создание новых приборов на основе спектрометрии и методики обработки результатов в полевых условиях.

Среди различных физических методов, используемых для исследования строения вещества и определения его массовой доли, применяются спектральные или спектроскопические методы, которые основаны на измерениях в областях электромагнитного спектра. К та-

ким методам относятся; ультрафиолетовый метод (УФ), инфракрасная спектрометрия, фотоэлектроколориметрия и другие [1,3]. Эти методы основаны на прямых измерениях области электромагнитного спектра, т.е. упорядоченном электромагнитном излучении по длине волны [2].

При направлении на изучаемый объект определенной величины энергии происходит изменение (поглощение) энергии этим объектом, которое формирует линии и полосы в спектре.

Электромагнитное излучение может быть охарактеризовано волновыми, энергетическими параметрами. Волновой параметр выражается длиной волны  $\lambda$  (единицы измерения Ангстрем, нм, мкм, мк, см, м) или частотой колебания,  $\gamma$  (единицы измерения герц). Связь между длиной волны и частотой определяется уравнением:  $\lambda = 1/\gamma$ .

Для принятия методики и способа экспертного определения так же необходимо определить электромагнитный спектр и диапазон излучаемых волн. В таблице 1 представлены характерные области электромагнитного спектра и её изменение при воздействии на исследуемую объект, в нашем случае растение.

**Табл. 1.** Области электромагнитного спектра

№ п. п.	Область электромагнитного спектра	Частотный диапазон (длина волн)	Оптический материал (комментарии)
1	Область (область Лаймана)	5,0- 120,0 нм	Исследуется при помощи дифракционных решеток, для нее не существует прозрачного материала. Эта область не имеет практического значения для исследования органических соединений.
2	Область (область Шумана)	120,0-185,0 нм	Для этой области используется флюоритовая оптика, источником излучения служат разрядные трубки высокого напряжения, наполненные водородом или гелием. Приемником излучения являются специальные фотопластинки. Для измерения спектров поглощения в области Шумана необходима вакуумная техника или работа в атмосфере азота (до 1450 А° азот прозрачен). Область Шумана имеет ограниченное применение для исследования органических соединений.
3	Область - средняя ультрафиолетовая область	185,0 — 400,0 нм	Материал оптики - кварц, источник излучения - водородная лампа, приемник излучения – фотоэлементы. Применяется при изучении строения и свойств органических соединений
4	Область - видимая область	400,0-800,0 нм	Применяется при исследовании неорганических и органических соединений. В качестве материала оптики используется стекло или кварц, имеющий меньшую дисперсию. В качестве источника излучения применяется вольфрамовая лампа, приемником излучения служит фотоэлемент.
5	Область - ближняя инфракрасная область	800,0 - 2000 нм	Материалом оптики могут служить стекло и кварц, источником излучения -лампа накаливания и тепловые источники, приемниками - фотосопротивления, термоэлементы и болометры.
6	Область - фундаментальная инфракрасная	2000 - 40000 нм	Используется солевая оптика. Источником излучения служит селитровый стержень, приемником излучения- термоэлементы, болометры, оптико-

	область		акустические приемники. Имеет большое практическое значение при исследовании органических соединений
7	Ультрафиолетовая область спектра	вакуумная (10- 185 нм), дальняя (185- 230 нм), ближняя (230- 400 нм), видимая часть спектра (400- 750 нм)	Для оптических спектров имеются общие законы поглощения излучения, дающие соотношение между величиной поглощения и количеством поглощающего вещества. Фиолетовый (390- 420 нм), синий (424- 455 нм), голубой (455- 494 нм), зеленый (494- 565 нм), желтый (565- 595 нм), оранжевый (595- 640 нм), красный (640- 723 нм) и их оттенки.

В результате проведенного нами анализа характерных диапазонов электромагнитных спектров нами предварительно был определен метод для проведения исследований качества автоматизированного полива сельскохозяйственных культур. В таблице 2 приведены длины волн соответствующей определенному химическому элементу:

**Табл. 2.**

Хим., элементы	Длина волны, $\lambda$	Цвет линии
Al	3961,5	Фиолетовый
Ca	5262,2	Зеленый
Mg	5183,6	Синий
Mn	4783,4	Ярко-синий
Fe	5269,5	Темно-зеленый
Cu	5218,2	Светло-зеленый
Cr	5206,0	Салатовый
Na	5889,9	Желтый
K	4044,1	Темно-фиолетовый
Pb	4057,8	Ярко-фиолетовый
Zn	4810,5	Голубой
Sn	4524,7	Светло-синий

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основного источника излучения был принят мощный RGB монохромные светодиоды, а в качестве приемника отраженного сигнала фотодиод и ПЗС матрица. Поступающий сигнал с фотоприемников проходит усиление и разложение на спектральные области. В результате обработки спектров отраженного излучения от объекта определяются спектральные гармоники и энергонесущие частоты, по результатам которых может быть определена массовая доля тех или иных микроэлементов в объекте.

Наряду с принятым «RGB» способом исследования может быть применен способ микроволновой спектроскопии, т.е. излучения находящийся в инфракрасной области [1,3].

Исследования спектров поглощения любых длин волн проводятся при наличии следующих основных составляющих:

1. Источник света (излучения);
2. Емкость для помещения, исследуемого объекта (растения),
3. Источник монохроматического излучения;
4. Приемник, измеряющий интенсивность излучения, прошедшего через образец;
5. Регистрирующее устройство;



6. Программное обеспечение необходимое для обработки и анализа результатов, и её архивации.

При исследовании в диапазоне оптических спектров применяются общие законы поглощения излучения, определяющие соотношение между величиной поглощения и количеством поглощающего вещества. К этим законам относится закон Ламберта [1,2,3], который определяет зависимость между поглощаемой способностью и толщиной слоя вещества. Поток параллельных лучей монохроматического света при прохождении через исследуемую (поглощающую) среду ослабляется по экспоненциальному закону. Однако применяется логарифмическая форма записи:

$$D = \lg \frac{I_0}{I} = kd ,$$

где  $I_0$ - интенсивность падающего монохроматического излучения;

$I$  - интенсивность прошедшего монохроматического излучения;

$d$ - толщина поглощающего слоя;

$k$ -коэффициент поглощения, является индивидуальной характеристикой вещества для каждой длины волны.

То есть, поглощающая способность вещества (оптическая плотность) пропорциональна толщине поглощающего слоя.

Для реализации метода были разработаны прототипы модулей сбора и обработки отраженного и поглощённого сигнала контролируемого объекта (растения) поступающего от ПЗС матрицы.

## ВЫВОДЫ

На основе изложенного анализа был выбран оптический способ измерения с применением в качестве излучателя RGB монохромных светодиодов, работающий на платформе «Ардуино» [4,5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы) – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.
  2. Гуревич М.М., Введение в фотометрию - Л. Энергия. Ленинградское отделение, 1968. -244 с.;
  3. Сапожников Р. А., Теоретическая фотометрия - 2-е изд., перераб. — Л.: Энергия, 1967. — 268 с.
  4. [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) Официальный сайт производителя микропроцессора Arduino
  5. [www.wiring.org](http://www.wiring.org). Интернет онлайн платформа для создания прототипов электроники с открытым исходным кодом, состоящая из языка программирования, интегрированной среды разработки (IDE) и одноплатного микроконтроллера.
- Материал поступил в редакцию 29.01.2018 г.

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАЗВИТИЮ ТЕРРИТОРИИ НОВОЙ МОСКВЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ

Гусева А.С.<sup>1</sup>, Устинов С.А.<sup>2</sup>, Петров В.А.<sup>3</sup>

*1 – аспирант 2-го года обучения ИГЕМ РАН*

*2 – к.г.-м.н., научный сотрудник лаборатории геоинформатики ИГЕМ РАН*

*3 – чл.-корр. РАН, д.г.-м.н., директор ИГЕМ РАН*

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), г. Москва, Старомонетный переулок, 35*

### **Аннотация**

В представляемой работе приведены результаты геоэкологического зонирования территории Новой Москвы. Геоэкологическое зонирование территории базировалось на имеющемся картографическом материале с применением геоинформационных технологий. Проведён линейный анализ территории на основе построения цифровой модели рельефа и выявлен неотектонический разлом, проходящий через центр изучаемой площади. На основе данных геоэкологического зонирования и линейного анализа разработаны рекомендации и построена карта рекомендаций по размещению объектов различного функционального назначения в пределах территории Новой Москвы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Шесть лет назад территория города Москвы увеличилась в 2 раза, к прежним границам были присоединены два городских округа (Троицк и Щербинка) и 19 городских и сельских поселений из состава Ленинского, Наро-Фоминского и Подольского районов Московской области, которые вошли в состав двух новых административных округов Москвы – Троицкого и Новомосковского (ТиНАО).

Основная цель расширения территории Москвы состоит в изменении градостроительной политики, направленной на полицентрическое развитие города. На присоединённых территориях планируется создание нескольких деловых центров, строительство социальных объектов (школы, детские сады, больницы), парков и объектов жилого фонда.

В связи с тем, что ранее территория входила в состав Московской области, комплексного геоэкологического зонирования для неё не проводилось. Поэтому проведение геоэкологической оценки территории является актуальным.

Обеспечение максимально комфортной жизни людей и научно-обоснованного планирования размещения социальных объектов подразумевает необходимость проведения исследований, направленных на разработку рекомендаций по развитию территории Новой Москвы.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Основой работы послужил объёмный фактический и картографический материал, который обрабатывался картографическими методами. В качестве фактического материала были использованы геологические карты Московской области, гидрогеологические карты Московской области, карта четвертичных отложений листа N-37-II, включая приложение – неотектоническую схему и геоморфологическую карту, «Карта геологических процессов и явлений территории Москвы», карта дочетвертичных образований листа N-37-II, включая приложения – тектоническая схема и схема прогноза полезных ископаемых дочетвертичных образований с указанием площадей неглубокого залегания карбонатных пород, данные аэрогамма-спектрометрической съёмки, данные спутниковой съёмки SRTM.

Большая часть работы проводилась с использованием ГИС-технологий. Для реализации исследования применялся комплекс программных продуктов: Quantum GIS, Golden Software Surfer 9, SASPlanet. Quantum GIS являлся основным программным средством для создания ГИС проекта «Новая Москва», формировании комплексной базы данных, сбора, хранения, анализа и визуализации информации. Golden Software Surfer 9 применялся для формирования сеточных grid-файлов и построения на их основе геоэкологических карт и карт рекомендаций по размещению объектов различного функционального назначения. Программный продукт SASPlanet использовался для экспорта карт рельефа и космоснимков интересующей территории для их дальнейшего анализа.

На первоначальном этапе исследования были выбраны критерии для геоэкологической оценки территории. В качестве критериев рассматривались геологические, тектонические и радиоэкологические факторы. Под геологическими факторами понимают интенсивность и площадь распространения опасных экзогенных геологических процессов в пределах территории Новой Москвы, под тектоническими – выявленный неотектонический разлом и линейменты, под радиоэкологическими – повышенные значения содержания естественных радионуклидов относительно фоновых значений.

Следующим этапом исследования стало создание ГИС-проекта «Новая Москва», привязка необходимого картографического материала к единой системе координат, и векторизация необходимой информации. В векторный вид хранения данных были переведены известные площади проявления неблагоприятных экзогенных геологических процессов (карст, оползни, подтопление, суффозия), площади, характеризующиеся максимальными значениями радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ), а также площади с максимальными значениями мощности экспозиционной дозы. Кроме того, площади проявления всех известных в пределах данной территории неблагоприятных процессов прогнозировались на основе геологических данных, которые также переводились в векторный вид. Например, были отвекторизованы площади неглубокого залегания карбонатных пород, в рамках которых при наличии определённых факторов (русел рек, подтоплений) существует риск возникновения карста и суффозии.

Для каждого отвекторизованного объекта автоматически создается dbf-файл, представленный в виде таблицы, куда заносились координаты объекта. Так же объекту присваивался балл в соответствии с выше указанными критериями для проведения дальнейшей геоэкологической оценки. Эти dbf-файлы экспортировались в программную среду Surfer, где на их основе созданы сеточные grid-файлы, с помощью которых построены геоэкологические карты, раскрашенные в стиле «Terrain» [1].

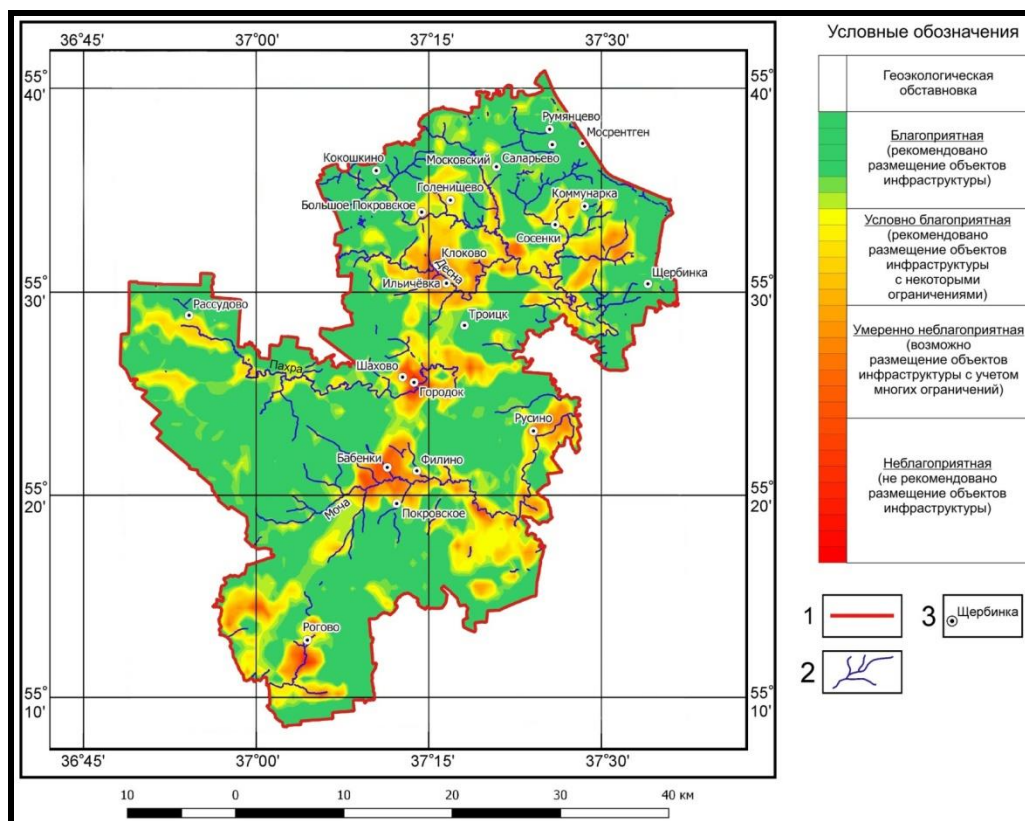
Линейментный анализ территории осуществлён путём создания детальной цифровой модели рельефа в программной среде Surfer с использованием карт топографической съёмки масштаба 1:50000 и данных спутниковой съёмки SRTM. Подобная работа для изучаемой площади выполнена впервые, её итогом стала подробная неотектоническая схема территории Новой Москвы. Основным результатом работы состоит в том, что авторам удалось выявить не только локальные линейные неотектонические структуры, но и подтвердить наличие крупного неотектонического разлома, пересекающего с юго-запада на северо-восток всю изучаемую площадь. Рассматриваемый разлом, разделяя два структурных блока (Троицкий и Климовский структурные блоки), до сих пор находится в развитии, которое выражается в медленном приподнимании одного блока над другим и интенсивном трещинообразовании вмещающих горных пород. Данная информация обязательно должна учитываться при построении карт геоэкологических рисков и при формировании рекомендаций по размещению объектов жилого комплекса, объектов инфраструктуры и социальных объектов.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Итогом работы стала серия геоэкологических и радиоэкологических карт территории Новой Москвы. Благодаря совместному анализу распространения геологических, тектониче-

ских и радиэкологических факторов для описываемой территории стало возможным создание прогнозной карты – карты рекомендации по размещению объектов инфраструктуры.

Из построенной карты (рис. 1) видно, что наименее благоприятная обстановка, где не рекомендовано размещение объектов различного функционального назначения, наблюдается по долинам рек: на юге территории, в долине реки Черничка; в центральной части территории, в долинах рек Моча, Пахра, Десна, Незнайка. Стоит отметить, что все эти области приурочены к зоне динамического влияния неотектонического разлома, наличие которого не стоит оставлять без внимания. При размещении объектов инфраструктуры в ряде областей территории необходимо учитывать геологические и гидрогеологические особенности территории и проводить мероприятия, направленные на защиту объектов. В целом на большей территории Новой Москвы рекомендовано размещение объектов инфраструктуры.



**Рис. 1.** Карта рекомендаций по размещению объектов различного функционального назначения на территории Новой Москвы: 1 – граница Новой Москвы, 2 – реки, 3 – населенные пункты

## ВЫВОДЫ

В ходе работы построена серия геозекологических карт, которые отображают наиболее и наименее благоприятные площади на территории Новой Москвы, характеризующие локализацию и интенсивность проявления тех или иных экзогенных геологических процессов и областей их совместного действия, а также области с максимальными концентрациями радионуклидов, превышающими фоновые значения, характерные для территории Европейской части России. Авторами выявлено негативное влияние неотектонического разлома на геозекологическое состояние территории, наличие данной структуры необходимо учитывать при планировании размещения объектов инфраструктуры.

Полученные результаты позволили выявить на новой территории Москвы зоны с неблагоприятной и крайне неблагоприятной геозекологической обстановкой. Построенные карты полезны не только органам власти, но и населению, планирующему жить и работать в пределах территории Новой Москвы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Гусева А.С., Устинов С.А., Петров В.А.* Геоинформационное картографирование геоэкологических зон территории Новой Москвы // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы X Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 14-16 ноября 2018 г.). – Воронеж: из-во «Научная книга», 2018. – с. 48 – 53

## ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ РАЗРУШЕННОГО ТРАНСВААЛЬ ПАРКА И ВОССТАНОВЛЕННОГО НА ЭТОМ ФУНДАМЕНТЕ МОРИОНА В Г. МОСКВЕ

Епихин С.Д.<sup>1</sup>, Курешов А.И.<sup>1</sup>

*1-студенты НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

*Научный консультант доцент, к.г.м.н Кучуков Э.З., НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

**Аннотация:** Современное строительство направлено на повышение плотности застройки, строительство высотных зданий и освоение подземного пространства.

Однако, всё большее число строящихся объектов в городах попадает в зоны геологического риска, поскольку часто используются территории со сложными инженерно-геологическими условиями (ИГУ), где главную роль играют техногенные-специфические грунты, геологические, инженерно-геологические и, особенно в настоящее время, техногенные процессы, которые определяют сложность инженерно-геологических условий в пределах пологохолмистой моренной равнины, как в районе Ясенево. Проведенные исследования показывают, что причиной разрушения зданий является не только неправильная их эксплуатация, но и многочисленные геологические, сейсмические и природные факторы, не учтенные при проектировании и строительстве данных зданий. В данной статье мы рассмотрим инженерно-геологические условия территории печально-известного аквапарка «Трансвааль», и узнаем о причине его разрушения с точки зрения инженерной геологии, а также проанализируем сегодняшнее состояние аквапарка «Морион», построенного на месте аквапарка «Трансвааль».

### ВВЕДЕНИЕ

Многочисленные провалы и аварии в Москве, а их было свыше 260 за последние 20 лет, свидетельствуют о пренебрежительном отношении строителей к оценке инженерно-геологических условий городской территории, как для строительства, так и на период эксплуатации инженерных сооружений. Территория города Москвы относится к асейсмичным зонам, где нет, и не может быть крупных разрушительных землетрясений. Однако, в связи с интенсивным строительством возникла необходимость проведения сейсмического микрорайонирования, поскольку собственные колебания зданий повышенной высоты могут совпадать с низкочастотной частью спектра сейсмических колебаний и вызывать резонанс. В результате сейсмического микрорайонирования в пределах города выделены четыре зоны по сейсмичности, начиная от 4 и кончая 5.5 баллами. К таким зонам относится район Ясенево в г. Москве

14 февраля 2004 года в городе Москве в Ясневском районе в Трансвааль парке произошло внезапное обрушение крыши. Это происшествие повлекло за собой помимо нарушения целостности всего здания человеческие жертвы. Нахождение здания в области критической устойчивости, обусловлено действием многих различных динамических воздействий:

- 1) Сейсмические колебания;
- 2) Планетарная пульсация;
- 3) Вибрационные колебания от транспорта, возникающие по причине близкого расположения к метро и МКАД-у;
- 4) Механизмов внутри здания: волнового генератора, в роли которого выступает подвижная горизонтальная пластина с гидравлическим приводом, расположенная в глубоководной зоне бассейна и приводимая в движение при помощи гидравлических цилиндров, действовавших на фундаментную плиту и основание, создавая критические нагрузки;

5) динамики в танцевальных залах в совокупности с вибрационной нагрузкой от танцев самих отдыхающих.

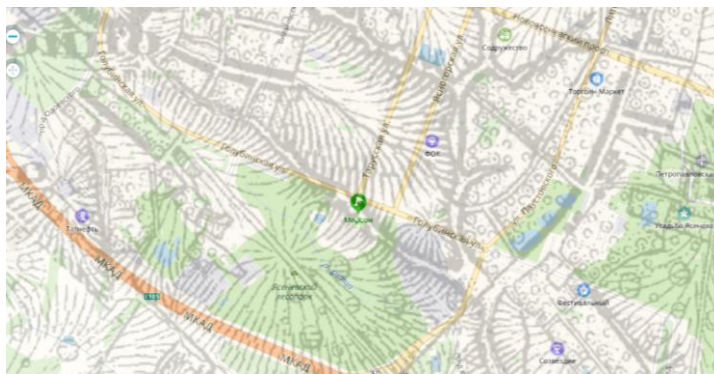
Совокупность всех этих воздействий является возможной причиной разрушения крыши здания в виде возникновения вибрации в тонкостенных элементах аквапарка, поперечные волны которых приводили к появлению изгибных деформаций. Проектировщики при расчетах не учитывали весь этот набор факторов. Сам аквапарк представлял собой большепролетное сооружение повышенной ответственности, однако в проекте ему присвоили лишь II-ю категорию безопасности.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Опытные полевые исследования сотрудников института «физика земли» позволили зарегистрировать, что балльность района Ясенево составляет 3-5 баллов и выше. Это обусловлено капитальным строительством средневысотных (18-20 этажных) зданий и сооружений, так и оживлением разломов (тектонической активности) земной коры под городом Москвой.

Есть факты проявления локальной сейсмичности – это свидетельствует о наличии минимум 3-х очагов слабой (2-3 балла) собственной сейсмичности. Лефортово, Ясенево, Чертаново. Результаты исследований в работе Вознесенского показывают, что под действием внешних источников здание совершает резонансное колебание 2-х типов: 1) Колебания здания как единой системы; 2) колебание отдельных элементов или частей здания [1].

Намечена связь между местными сотрясениями Земли и изменениями наклонов ее поверхности, увеличение техногенной деятельности человека в таком большом и крупном мегаполисе, как Москва. Развертывание в больших масштабах высотныхстроек без учета особенностей строения земной коры может привести к сильнейшим катастрофам техногенного и природного характера, начало которых положено в районе бывшего аквапарка «Трансааль», часть которого разрушена в месте, где проходил ручей (Рис.1), 7-и метровая делювиальная линза. В ручье наблюдались выходы рудников. Следовательно, разрушилась детская часть аквапарка.



**Рис.1.** Военно-топографическая карта Шуберта с наложенной современной картой местности расположения аквапарка «Морион».

На сегодняшний день существует риск оползневого сползания здания аквапарка «Морион» в овраг, об этом свидетельствуют 2 фактора:

1) Появление открытых участков фундамента рис. 2 (а), которые в свою очередь должны находиться под слоем грунта.

2) Пьяный лес. Деревья рис. 2 (б), расположенные на склонах оврагов, стоят под уклоном в сторону аквапарка.



**Рис.2.** Территория аквапарка «Морион»: а) открытый участок фундамента; б) лес расположенный на склоне оврага за территорией аквапарка.

Динамическое воздействие транспорта, как наземного, так и подземного, оборудования и механизмов внутри здания, например, волновой генератор, создающих вибрацию, способны усилить балльность на 3-4 единицы слабые природные землетрясения и добротность колебаний планетарной пульсации. В совокупности землетрясения могут достигнуть 8-9 баллов, что уже является опасным разрушительным фактором для сооружения. Вступление в резонанс с собственными колебаниями здания и его конструктивных элементов может вызвать техногенное наведённое локальное местное направленное землетрясение (горный удар). Возможность данного проявления не учитывалась при проектировании сооружения, хотя и могло быть одной из причин аварии здания Трансвааль Парка.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

На основании материалов, полученных при бурении, геологическое строение участка представляется в следующем виде:

1) С поверхности до глубины 5,8 м участок сложен насыпными грунтам (К-QIV), состоящими из суглинка тяжелого пылеватого, местами песчанистого с включениями до 30 % щебня, кусков асфальта, битого кирпича, с корнями растений, местами перекрытого слоем асфальта. Насыпь преимущественно слежавшаяся. Техногенные отложения развиты повсеместно, их мощность изменяется от 2,7 до 5,8 м.

2) Под насыпью в пределах изученного участка залегают верхнечетвертичные и современные покровные отложения (P-QIII-IV). Они представлены в виде суглинков тяжелых пылеватых, с прослойками и линзами глины легкой пылевой. Также имеются вкрапления ожелезнения, гнезда омарганцевания и редкие включения дресвы, мощностью от 0,9 до 2,4 м.

3) Ниже залегают среднечетвертичные водно-ледниковые и озерно-ледниковые нерасчлененные отложения (f,lg-QII-d-m). Они распространены повсеместно и представлены в верхней части преимущественно глиной легкой пылевой, желтовато-коричневой, а в нижней — супесью пылевой, буро-коричневой, с редкими включениями дресвы. Иногда прослойки выклиниваются. На локальном участке в районе скважины № 3 вскрыта мощная линза песка мелкого, коричнево-желтого, с редкими включениями гравия; общая мощность отложений от 0,8 до 4,3 м.



4) Ниже залегают среднечетвертичные ледниковые отложения (g-QII<sub>d</sub>), представленные суглинком тяжелым песчанистым, красновато-коричневым, с линзами и прослоями глины легкой песчанистой, с включениями дресвы и щебня (до 10 %), с гнездами грунта дресвяного, мощностью до 3,2 м.

5) Ниже залегают ниже-среднечетвертичные водно-ледниковые и озерно-ледниковые нерасчлененные отложения (f, Ig-QI-II<sub>s-d</sub>), которые представлены переслаиванием глин легких песчанистых, серовато-сиреневых и песков пылеватых, реже мелких, желтовато-коричневых, в нижней части толща становится существенно более песчанистой. Встречаются редкие включения гравия и гальки; общая мощность отложений изменяется от 4,0 до 7,0 м.

6) Четвертичные отложения подстилаются мощной толщей отложений меловой системы нижнего отдела барремского и готеривского ярусов (K1br, K1g), распространенных повсеместно и представленных переслаиванием супесей песчанистых, сиренево-серых и зеленовато-серых, слюдистых; глин тяжелых, сиренево-серых; и песков пылеватых, сиренево-серых, слюдистых, с прослоями песка мелкого. Вскрытая мощность меловых отложений достигает 35 м.

Гидрогеологические условия участка простые и характеризуются наличием двух водоносных горизонтов:

Верхний водоносный горизонт верховодки приурочен к насыпным грунтам и имеет прерывистое распространение. Водовмещающими породами являются линзы насыпных песков и щебня, мощность которых не превышает 0,5 м. Глубина залегания вод различна и составляет 1,0...2,2 м. Следует отметить возможные сезонные колебания уровня верховодки, возможность ее возникновения на разных участках исследованной территории в весенне-осенний период, а также при аварийных утечках из водонесущих коммуникаций.

Межпластовые напорно-безнапорные воды ниже-среднечетвертичных межледниковых и нижнемеловых отложений имеют повсеместное распространение. Водовмещающими породами являются пески пылеватые и мелкие, а также песчанистые супеси, их коэффициент фильтрации изменяется от 0,3 до 1,3 м. По степени водопроницаемости грунты относятся к водопроницаемым. Мощность горизонта составляет 27,6...28,6 м. Глубина залегания данного водоносного горизонта колеблется от 12,5 до 14,2 м. В отдельных скважинах отмечен локальный напор 1,2 м, что связано с линзой глинистого грунта, залегающей до глубины 14,2 м. Наличие в водно-ледниковых и меловых песках прослоев суглинков и глин, расположенных на различных глубинах и имеющих различные мощности, обуславливает возникновение напоров при вскрытии подземных вод при бурении. [2]

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведенный анализ показал, что место строительства бывшего аквапарка «Трансваль» и нынешнего «Мориона» не является самым благонадежным по геологическим и инженерно-геологическим свойствам.

Несмотря на то, что сейсмичность самого района Ясеневого не является опасной, ряд дополнительных факторов, таких как: близкое расположение к наземным и подземным транспортным потокам (МКАД и метро), наличие многоэтажных жилых домов, а также технические устройства внутри самого здания, возбуждающие вибрационные колебания: такие как волновой генератор и динамики для усиления громкости музыки на танцевальных площадках, в совокупности усиливают балльность сейсмичности зоны расположения аквапарка. При всем при этом, усугубляют дело неупрочненные техногенные отложения, на которых построено здания, и верховодка.

## **ВЫВОДЫ**

При проектировании зданий с массовым скоплением людей, особенно на ранее застроенных территориях, необходимо проводить инженерно-геологические изыскания. Также необ-

ходимо контролировать геологические процессы, происходящие после строительства здания. При возникновении косвенных признаков, указывающих на возможность оползневоего сползания здания, следует запроектировать и провести наблюдения за оползневым процессом с целью проведения при необходимости оползневозащитных мероприятий. Но это уже тема для дальнейшего исследования.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. <https://www.gazeta.ru/social/2011/04/19/3588241.shtml>;

2. *Кашиперюк А.А., Кашиперюк П.И., Потанов А.Д., Потанов И.А.* ФГБОУ ВПО «МГСУ». Особенности температурного режима грунтов в г. Москве и его влияние на инженерно-геологические свойства активной зоны оснований сооружений;

3. *Никонов Н.Н.* Введение в специальность. ВОСЕМЬ ЛЕКЦИЙ О ПРОФЕССИИ. Учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005;

4. *Сидоренко А.И.* Аспекты исследований аварии «Трансвааль-парка».

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИРТЫШ

Ермилов М.В.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса, НИУ МГСУ, Москва, Ярославское шоссе д.26.*

*Научный консультант: к. т. н., доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А., НИУ МГСУ,  
Ярославское шоссе д.26.*

### **АННОТАЦИЯ:**

В статье рассмотрены проблемы водного объекта и рассчитана приблизительная стоимость работ по его восстановлению. Установлена взаимосвязь водного объекта с прилегающей территорией и выявлены причины ухудшения его состояния.

### **ВВЕДЕНИЕ:**

В течение десятков лет загрязняющие вещества поступали во все среды. В почву, воздух, воду, но загрязнения могут переноситься из одной среды в другую. Поэтому нельзя рассматривать водную среду отдельно, т.к. она является частью экологической системы. В неё входят и прилегающие территории со всей характерной флорой и фауной. Загрязнение водной среды - это проблема, связанная с миграцией загрязняющих веществ в грунтовые воды, донные отложения водного объекта, растения и животных.

### **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ:**

Данная проблема весьма актуальна и рассматривается во многих статьях. Так, например, в статье [1, 2] рассматривается проблема влияния антропогенной нагрузки на речную гидравлику и свойства донных отложений, которые определяют ход русловых процессов и общее экологическое состояние водных объектов. А в статьях [3, 4] рассматриваются возможности приблизительной оценки степени загрязненности речных русел в пределах урбанизированных территорий органическими веществами и иловыми отложениями с использованием удельных укрупненных показателей при разработке инженерных мероприятий по очистке русел. Также [5] установлена взаимосвязь состояния водного объекта и его прилегающих территорий, качества воды в нем и уровня загрязненности донных отложений. Обоснован комплексный подход к повышению экологической безопасности, направленный на снижение загрязненности поверхностного стока, очистку промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод и удаление из водных объектов загрязненных донных отложений.

### **МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

Иртыш – река в Азии (Сибирь), самый крупный приток Оби. Длина реки – 4248 км. Протекает по территории Китая с названием Черный Иртыш (512 км), Казахстана (1696 км) и России (2040 км). Площадь бассейна 1650 тыс. км<sup>2</sup>. Средний расход в устье (г.Ханты-Мансийск) - 2800 м<sup>3</sup>/с. Обзорная схема бассейна приведена на рис.1.

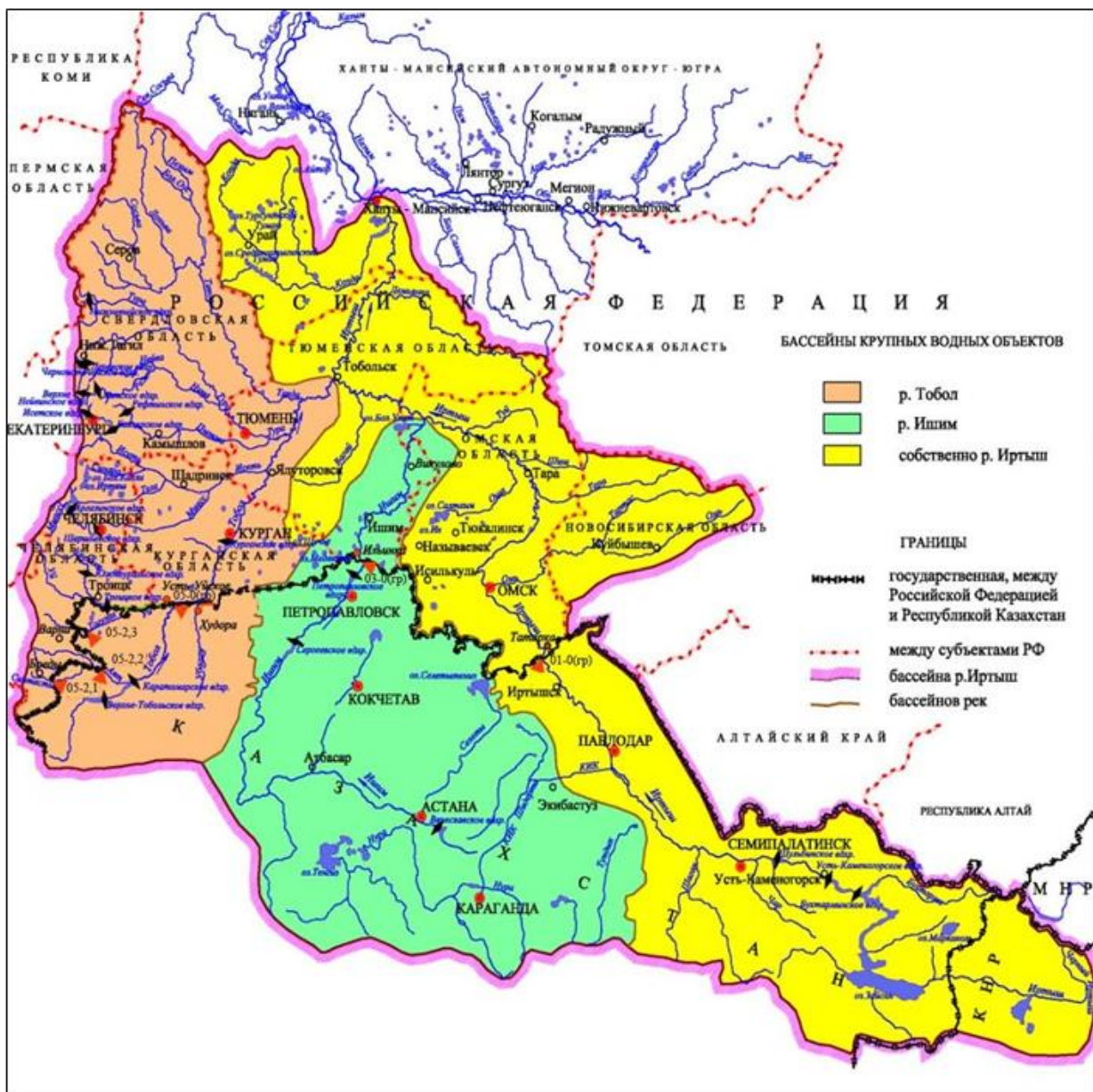


Рис. 1. Обзорная схема бассейна р. Иртыш

В отношении *социально-экономического положения* бассейн р. Иртыш представляет собой крупный индустриально-аграрный комплекс, характеризующийся высоким уровнем освоенности, развитыми отраслями материального производства, научно-техническим потенциалом, наличием материально-сырьевой базы. На территории бассейна расположены Челябинский, Екатеринбургский, Нижне-Тагильский, Серовский, Курганский, Омский промышленные районы, Тюменский и Ханты-Мансийский нефтегазодобывающие комплексы.

Из общей численности населения на территории бассейна в 10.93 млн человек городское население составляет 75% (8.2 млн чел.), сельское – 25% (2.73 млн чел.).

**Общие показатели использования водных объектов по изъятию и сбросу.** По данным госстатотчетности (форма 2ТП-водхоз) в бассейне р. Иртыш количество отчитывающихся водопользователей составляло 3041 шт., в том числе в бассейне р. Тобол – 2056 шт., в бассейне собственно р. Иртыш – 871 шт., в бассейне р. Ишим – 124 шт.

Всего из водных объектов бассейна р. Иртыш в 2007 г. было забрано 2.78 км<sup>3</sup> свежей воды, в том числе из поверхностных источников – 2.6 км<sup>3</sup> (77,7%), подземных источников 0.62 км<sup>3</sup> (22,3%).

Самыми крупными потребителями в бассейне являются Свердловская область, удельный вес которой в общем заборе свежей воды в бассейне р. Иртыш составляет 41.3% и Челябинская область, удельный вес которой в общем заборе свежей воды составляет 26.5%. На эти два субъекта РФ приходится 67.8 % забора свежей воды из водных объектов бассейна р. Иртыш.

Централизованными водопроводами в бассейне р. Иртыш в 2007 году обеспечивались 7.4 млн человек – жителей городов и поселков городского типа (88,2 % от всего городского населения).

Охват жителей городов и поселков городского типа централизованным водоснабжением в среднем по отдельным субъектам РФ составил: Курганская область – 85 %, Новосибирская область – 79 %, Омская область – 87 %, Свердловская область – 89 %, Тюменская область – 82 %, Челябинская область – 99.1 %, ХМ АО-Югра – 94 %.

Степень благоустройства областных и окружных центров, крупных и средних городов в бассейне р. Иртыш по наличию централизованного водоснабжения значительно превышает приведенные показатели и составляет в среднем 87–91%.

В то же время охват централизованными системами водоснабжения центров административно-территориальных образований, районных центров, малых городских поселений и поселков городского типа составляет в среднем по субъектам Федерации в бассейне р. Иртыш 78–85 %, остальная часть жителей городских поселений пользуется водой из децентрализованных источников водоснабжения.

Удельный расход воды из коммунального водопровода ЖКХ в целом по бассейну р. Иртыш составил 255 л/сут на одного городского жителя, изменяясь по субъектам РФ в диапазоне: Челябинская обл. – 276 л/сут, Свердловская обл. – 179 л/сут, Омская область – 224 л/сут, Курганская обл. – 149 л/сут, ХМ АО – 78 л/сут.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

Одним из основных принципов нового водного законодательства является приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на водную экосистему.

Экологические требования к качеству воды с точки зрения охраны водной экосистемы, недопустимости выхода ее за пределы гомеостаза, заключаются в установлении параметров по концентрации и составу химических веществ в воде водных объектов.

К важнейшим параметрам качества воды, с экологических позиций, относятся: растворенный кислород (низкая концентрация которого ведет к гибели рыбы), биогенные вещества (в случае чрезмерного сброса в водные объекты провоцируют значительные изменения видового состава), тяжелые металлы и многие органические соединения, являющиеся биоаккумуляруемыми, и при достижении определенного уровня могут вызвать канцерогенные, репродуктивные и эволюционные последствия.

Для оценки поверхностных вод с экологических позиций наиболее часто применяется подход, рекомендованный водохозяйственным советом СЭВ (1984 г.), по которому вводится 6 классов, характеризующих состояние воды водного объекта.

Установленные целевые показатели качества воды с экологических позиций для водных объектов бассейна Иртыша по этой классификации приведены в табл. 1.

В основу целевых показателей по качеству воды положены рыбохозяйственные значения ПДК химических веществ в водных объектах (заметим, что рыбы являются важным звеном в водной экосистеме) с учетом особенностей фонового (естественного) качества воды. Как видно из показателей этой таблицы, по экологическим критериям водные объекты бассейна относятся к диапазону от II класса (вода чистая) до V класса на некоторых участках (вода сильно загрязненная) Приведенные целевые показатели качества воды, с учетом установленных НДВ на водные объекты бассейна, вполне удовлетворяют экологическим требованиям.

Расчет стоимости водохозяйственных мероприятий по обеспечению населения и объектов экономики качественной питьевой водой, вложений в новое строительство, расширение и модернизацию существующих водозаборных сооружений в городских и сельских поселениях, в новое строительство и расширение и модернизацию существующих канализационных очистных сооружений в городских и сельских поселениях выполнена с использованием «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденных министерствами экономики и финансов РФ и Госстроем России № ВК 477 от 21.06.1999 г.

Выполнена относительная оценка бюджетной эффективности. Оценка бюджетной эффективности производится во всех случаях, когда в осуществлении работ принимают участие бюджетные средства федерального, регионального и местного уровня. Показатели бюджетной эффективности выявляют эффективность участия государства в реализации мероприятий с точки зрения доходов и расходов федерального, регионального и местного бюджетов.

В расчетах принято, что к расходам бюджета относится: предоставление бюджетных средств на безвозмездной основе (субсидирование); к доходам – (поступлениям в бюджет) относятся: налоги и сборы, установленные действующим законодательством; платежи за пользование водными объектами в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2006 г № 876 «О ставках платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности» и Налоговым Кодексом РФ; платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 01.07.2005 № 410.

При осуществлении намеченных в Схеме водохозяйственных и водоохраных мероприятий в бассейне р. Иртыш достигается **социально-экономический и эколого-экономический результат.**

**Социально-экономический** результат – это экономия средств, которые расходуются обществом в результате увеличения заболеваемости населения различными болезнями под влиянием «водного фактора». Все поверхностные водные объекты в бассейне р. Иртыш по СанПиН 2.1.5.980.00 не соответствуют требованиям, предъявляемым к источникам питьевого водоснабжения и не пригодны для рыбохозяйственного назначения. Реки загрязнены нефтепродуктами, фенолами, медью, железом, органическими веществами и биогенами.

Из-за отсутствия информации нельзя оценить, в количественном отношении, социальный результат от сокращения затрат в отрасли здравоохранении на лечение населения от болезней, вызванных «водным фактором».

Выполненная оценка влияния водного фактора на состояние здоровья населения указывает на то, что в бассейне р. Иртыш свыше 68% населения имеет в состоянии здоровья напряженные и критические медико-экологические ситуации от «водного фактора».

Низкое качество воды в источниках водоснабжения и отсутствие или малая эффективность существующих водоочистных сооружений привели к формированию «средовой» патологии от «водного фактора» в состоянии здоровья населения, снижение доли которой возможно только в условиях осуществления водохозяйственных мероприятий по обеспечению населения бассейна р. Иртыш гигиенически надежной, полноценной в физиологическом отношении, питьевой водой.

Намеченные на перспективу до 2020 г. мероприятия по обеспечению населения качественной питьевой водой и по предотвращению сброса загрязняющих сточных вод в поверхностные водные объекты будут способствовать снижению количества высоких и выше средних уровней в классах болезней, имеющих наиболее этиологопатические связи с «водным фактором», а, следовательно, сокращению ущерба здоровью населения, однако полученный эффект в состоянии здоровья населения будет прослеживаться за 2020 годом.

**Табл. 1. Целевые показатели экологического состояния водных объектов бассейна р. Иртыш**

Река	Створ	Значение	Общие показатели и показатели неорганических веществ						Общие показатели органических веществ		Показатели неорганических промышленных загрязняющих веществ		Показатели органических промышленных загрязняющих веществ	
			Раств. кислород	Железо	Марганец	Азот аммон.	Азот нитрит.	Азот нитрат.	БПК <sub>5</sub>	ХПК	Медь	Цинк	Фенолы	Нефтепродукты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I класс		мг/л	>8	<0,5	<0,1	<0,1	<0,02	<1	<2	<15	<0,02	<0,2	<0,002	0
II класс		мг/л	6	1	0.1	0.2	0.005	3	4	25	0.05	0.5	0.01	0.05
III класс		мг/л	5	3	0.3	0.5	0.02	5	8	50	0.1	1.0	0.05	0.1
IV класс		мг/л	4	5	0.8	2.0	0.05	10	15	70	0.2	1.5	0.1	0.3
V класс		мг/л	2	10	1.5	5.0	0.1	20	25	100	0.5	3.0	1.0	1.0
VI класс		мг/л	<2	>10	>1,5	>5,0	>0,1	>20	>25	>100	>0,50	>3,0	>1,0	>1,0
Подбассейн : Иртыш, Омь, Конда														
Иртыш	гр.Казахстана и РФ	мг/л	10.3	0.21	0.013	0.15	0.024	0.14	1.60	16.5	0.0088	0.016	0.0011	0.035
		класс	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2
Иртыш	г.Омск, ниже	мг/л	9.30	0.28	0.03	0.40	0.048	0.15	2.2	25.5	0.0064	0.10	0.0026	0.055
		класс	1	1	1	3	4	1	1	2	1	1	1	3
Иртыш	гр. Омской и Тюменской обл.	мг/л	10.6	0.42	0.082	0.35	0.01	0.20	2.00	27.0	0.011	0.019	0.007	0.90
		класс	1	1	1	3	2	1	1	2	1	1	1	2
Иртыш	г.Тобольск, ниже	мг/л	10.7	0.51	0.15	0.90	0.032	0.20	2.20	28.5	0.0033	0.022	0.0018	0.54
		класс	1	1	2	3	3	1	1	2	1	1	1	1
Иртыш	г.Ханты-Мансийск, выше	мг/л	7.30	0.76	0.19	0.95	0.016	0.07	1.40	47.6	0.0057	0.005	0.0028	0.95
		класс	1	2	2	3	3	1	1	3	1	1	1	5
Омь	гр. Новосибирской и Омской обл.	мг/л	8.30	0.55	0.13	0.30	0.048	0.20	1.20	76.5	0.0038	0.016	0.0029	0.015
		класс	1	1	2	2	4	1	1	4	1	1	1	2
Омь	устье	мг/л	8.30	0.58	0.011	0.95	0.064	0.18	1.60	84.0	0.011	0.03	0.027	0.03
		класс	1	1	1	3	3	1	1	4	1	1	3	2

**Продолжение табл.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подбассейн : Ишим														
Ишим	гр.Казахстана и РФ	мг/л	12.0	0.35	0.077	0.20	0.032	0.15	2.80	31.0	0.005	0.031	0.0012	0.44
		класс	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	3
Ишим	устье	мг/л	9.40	0.34	0.20	0.35	0.01	0.16	3.30	49.5	0.0081	0.011	0.0025	0.02
		класс	1	1	2	3	2	1	2	3	1	1	1	1
Подбассейн : Тобол														
Тобол	гр.Казахстана и РФ	мг/л	10.7	0.26	0.15	0.40	0.28	0.34	1.90	37.5	0.011	0.05	0.002	1.90
		класс	1	1	2	3	3	1	1	3	1	1	2	6
Тобол	г. Курган	мг/л	5.70	0.24	0.16	0.15	0.024	0.40	3.40	36.0	0.0069	0.012	0.0022	0.09
		класс	2	1	2	2	6	1	2	2	1	1	1	3
Тобол	г. Ялуто-ровск, ниже	мг/л	6.10	0.47	0.21	0.70	0.44	0.48	6.00	35.3	0.0062	0.018	0.02	0.16
		класс	2	1	2	3	6	1	2	2	1	1	1	4
Тобол	с. Иевлево	мг/л	8.40	1.13	-	0.35	0.14	0.25	4.20	46.5	0.02	0.025	0.002	0.13
		класс	1	2	-	3	6	1	2	3	1	1	1	3
Тобол	устье	мг/л	9.10	0.70	0.21	1.60	0.08	0.22	1.80	50.5	0.0033	0.015	0.0028	0.16
		класс	1	1	2	4	5	1	1	3	1	1	1	3
Исеть	с. Исетское	мг/л	8.70	0.21	0.08	0.50	0.18	0.39	4.20	39.6	0.0055	0.016	0.0011	0.17
		класс	1	1	1	3	6	1	2	3	1	1	1	3
Тура	с. Покров-ское	мг/л	9.00	0.73	0.34	0.45	0.22	0.22	4.40	43.0	0.0063	0.013	0.0024	0.095
		класс	1	1	2	3	4	1	2	3	1	1	1	4
Тавда	с. Ниж.Тавда	мг/л	5.70	1.16	0.22	0.60	0.056	0.10	2.80	91.2	0.004	0.014	0.0017	0.22
		класс	2	2	2	3	4	1	1	5	1	1	1	4

**Эколого-экономический** результат – это стоимостная оценка ущерба, который предотвращается осуществлением намечаемых в Схеме мероприятий:

- по очистке сточных вод и других источников загрязнения;
- мероприятий в водоохроне зоне водных объектов и их прибрежных защитных поло-сах;
- по предупреждению и снижению ущербов от наводнений и другого вредного воздей-ствия вод

Экологическое состояние водных объектов в зоне деятельности Нижне-Обского БВУ (НОБВУ) постоянно ухудшается за счет сброса неочищенных сточных вод в реки через со-средоточенные источники загрязнения. Основными источниками загрязнения поверхно-стных водных объектов являются городские и поселковые системы канализации, очистные со-оружения, которые не обеспечивают нормативной очистки сточных вод.

В качестве компенсации ущерба наносимого в результате сброса сточных вод в водные объекты Постановлением Правительства РФ предусмотрены платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.2005 № 410 установ-лены нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные вод-ные объекты. Нормативы предусматривают плату за сброс 1 тонны загрязняющих веществ: в пределах установленных допустимых нормативов сбросов и в пределах установленных ли-митов сбросов. В случае отказа от строительства, модернизации и реконструкции КОС в бас-сейне р. Иртыш экологическое состояние водных объектов будет постоянно ухудшаться, а плата за сброс загрязняющих веществ будет увеличиваться. В расчете экономической эффек-тивности учтена возможная плата за сброс загрязняющих веществ в водные объекты в бас-сейне р. Иртыш.



## **ВЫВОДЫ:**

Общая стоимость водохозяйственных и водоохраных мероприятий по обеспечению населения и объектов экономики качественной питьевой водой, в новое строительство, расширение и модернизацию существующих водозаборных сооружений в городских и сельских поселениях, в новое строительство, расширение и модернизацию существующих канализационных очистных сооружений в городских и сельских поселениях (без мероприятий по снижению негативного воздействия вод) составляет 68306.5 млн рублей.

Общая сумма налоговых поступлений и платежей в бюджеты разного уровня по этим мероприятиям составляет – 2038.1 млн руб. в год. Срок окупаемости капиталовложений составит 33.5 года. Показатель бюджетной эффективности инвестиций в водохозяйственные и водоохраные мероприятия в бассейне р. Иртыш не учитывает влияние водного фактора на состояние здоровья населения, т.е. социальный фактор. Социальная эффективность и сопутствующий положительный эффект от реализации намеченных мероприятий обусловлен повышением безопасности и комфортности проживания населения в бассейне р. Иртыш. С учетом дополнительных налоговых поступлений в бюджеты разного уровня, в связи с ростом к 2020 г. объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, срок окупаемости составит ориентировочно 14-16 лет.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Киров Б.Л. Экологическая безопасность, использование и охрана водных объектов на урбанизированных территориях//Экология урбанизированных территорий. 2016. № 3. С. 32-39.
2. Теличенко В.И., Курочкина В.А. Оценка влияния антропогенной нагрузки на качество воды и уровень загрязненности речного русла//Вода Magazine. 2017. № 6 (118). С. 48-51.
3. Курочкина В.А., Богомолова Т.Г., Киров Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий//Вестник МГСУ. 2016. № 8. С. 100-109
4. Теличенко В.И., Курочкина В.А. Методология оценки техногенного загрязнения водных объектов урбанизированных территорий//Вестник МГСУ. 2016. №6. С. 80-89.
5. Богомолова Т.Г., Курочкина В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и проблемы их очистки для улучшения экологического состояния водотоков//Инженерные изыскания. 2010. № 10. С. 56-58.

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Ефанов Н.М.<sup>1</sup>, Озерова Н.В.<sup>2</sup>, Мамина Д.Х.<sup>3</sup>

*1 магистрант кафедры инженерной экологии и охраны труда НИУ «МЭИ», г. Москва, Красноказарменная, 14*

*2 к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной экологии и охраны труда, Кафедра инженерной экологии и охраны труда НИУ «МЭИ», г. Москва, Красноказарменная, 14*

*3 к.т.н., доцент, доцент кафедры ИИиГЭ, НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

### Аннотация

В работе проведён эколого-экономический анализ использования золошлаковых отходов в качестве вторичных материальных ресурсов, в том числе в производстве строительных материалов с целью снижения воздействия на окружающую среду. В настоящее время большое внимание уделяется проблеме увеличения площадей, занимаемых золошлакоотвалами. Под золошлакоотвалы в нашей стране отведено уже более 28000 га, при этом золошлакоотвалы 72-х ТЭС переполнены. В «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» предусмотрено использование золошлаковых отходов в качестве инертного материала на этапе технической рекультивации нарушенных земель и карьеров, основания дорожного полотна, в качестве заполнителя с заменой песка и гравия, в производстве теплоизоляционных материалов, автоклавных изделий керамзита и цемента в качестве наполнителя лаков и красок, сорбентов. Золой и шлаки при сухом удалении перспективны в виде раскислителей почв, удобрений и добавок к ним. Поэтому предметом исследования данной работы являются методы, снижающие негативное воздействие на окружающую среду от золошлакоотвалов ТЭС. Целью работы является уменьшение площадей золошлакоотвалов за счет вовлечения золошлаковых отходов в качестве вторичных материальных ресурсов в строительной отрасли. Результатом работы является сравнительный анализ золосодержащих строительных материалов, выбор строительного материала с минимальной себестоимостью изготовления с использованием золошлаковых отходов. Итогом данной работы является расчет эколого-экономической эффективности производства тротуарной плитки с использованием золы.

В соответствии с Энергостратегией развития России на период до 2035 года [1] и долгосрочной программой развития угольной промышленности России на период до 2030 [2] в обозримом будущем планируется увеличение поставок российского угля для электроэнергетики на внутреннем рынке с 102 млн т в 2010 г. до 123 млн т. Т.о. генерация на основе твердого топлива в России составит более 20 % всей производимой электроэнергии в стране.

В настоящее время около 100 станций работают частично или полностью на угле. При этом золошлакоотвалы 72-х ТЭС переполнены и могут быть выведены из эксплуатации.

Масса золошлаковых отходов, порождаемых хозяйственной деятельностью электростанций, составляет более 1,5 млрд. т., а площадь золошлакоотвалов достигает 28 тыс. га, при этом утилизируется и используется не более 8 % (1,5–2,1 млн т) годового выхода ЗШО (около 30 млн т).

Часто золошлакоотвалы находятся на расстоянии не более 1,5 км от городской застройки, что ограничивает возможность их расширения.

Накопление золошлаков негативно влияют на окружающую среду, являясь одним из самых крупных источников загрязнения подземных вод. Содержание золоотвалов, включая

транспортировку от станции до золоотвала, экологические платежи и последующая рекультивация обходятся энергокомпаниям дорого, в сотни миллионов рублей (в среднем более 500-800 рублей за тонну золы), что составляет не менее 5–7 % себестоимости производства энергии на угольной ТЭС [3].

Кроме того, золоотвалы являются источником экологической опасности для атмосферного воздуха из-за пыления и для водных бассейнов – из-за риска возможного прорыва дамб. При сильном ветре концентрация мелкодисперсной золы в воздухе городских и сельских поселений может превышать гигиенические нормативы на расстоянии более 5 км от кромки отвала, т.е. в городской черте. Подземные воды золоотвалов содержат соединения тяжелых металлов: марганца, железа, таллия, бериллия, селена, мышьяка, кобальта и др.

Между тем, в стратегии развития «отходоперерабатывающей отрасли» предусмотрено использование золошлаковых отходов в качестве инертного материала на этапе технической рекультивации нарушенных земель и карьеров, основания дорожного полотна, в качестве заполнителя с заменой песка и гравия, в производстве теплоизоляционных материалов, автоклавных изделий керамзита и цемента в качестве наполнителя лаков и красок, сорбентов. Золы и шлаки при сухом удалении перспективны в виде раскислителей почв, удобрений и добавок к ним [4].

Эколого-экономический потенциал золошлакоотвалов электростанций характеризует максимальную возможную (допустимую) антропогенную нагрузку на территорию, технически доступные для использования вторичные материальные ресурсы в виде золошлаковых отходов и свойства природно-технических систем. В более узком смысле экологический потенциал отражает уровень освоения территории, степень загрязнения и ее рекреационные (восстановительные) возможности.

Например, золошлакоотходы Шатурской ГРЭС имеют нейтральную реакцию среды (рН -7,06) и содержат большое количество железа, кальция, магния, являются пористыми и практически не содержат стеклофазы. Физико-химический состав золошлаковых отходов обуславливает её реакционноспособные свойства при формировании структуры строительных материалов.

Таким образом, подбор составов с добавкой золы должен заключаться в определении такого соотношения компонентов, при котором требуемые свойства строительного материала достигаются при минимальном расходе традиционных сырьевых компонентов. Добавка золы в цемент не блокирует действие пластифицирующих добавок. Поэтому при производстве бетона можно использовать предварительно и помолотую смесь золы и суперпластификатора. Это даст возможность получения бетонов с существенным содержанием золы и малым количеством цемента, что определяет значительную энерго- и ресурсоэффективность. По оценкам специалистов [3] при замене цемент: зола в отношении 60:40 стоимость бетона с добавкой золы в среднем в 4 раза дешевле бетона с применением только цемента. Т.о., золошлаковые отходы как ценное сырье позволяют экономить дорогостоящие строительные материалы без ущерба их качеству, а также решить проблему негативного влияния золоотвалов ТЭС на окружающую среду.

В некоторых случаях использование золы позволяет улучшить свойства материалов, такие как прочность, теплоизоляция и др. [5].

На современном этапе энергетическая политика России переориентируется от ресурсно-сырьевого варианта к ресурсно-инновационному развитию, что позволяет не только увеличить количественные экономические показатели, но и качественно изменить структуру отрасли с помощью государственной поддержки проектов переработки золошлаковых отходов; привести нормативные требования в сфере охраны окружающей среды к мировым стандартам. А также позволяет стимулировать природоохранные мероприятия, включая переработку отходов и рекультивацию земель [6].

Нами был проведен эколого-экономический расчет использования золошлаковых отходов Шатурской ГРЭС при производстве тротуарной плитки. При производительности 124200

м<sup>2</sup>/год можно получить прибыль более 2,5 млн. рублей без учета предотвращенного ущерба окружающей среде. Для производства тротуарной плитки используем вибропресование. Стоимость оборудования составляет 5 млн. рублей. В зависимости от физико-химического состава золы в состав рецептуры материала можно вовлечь от 25 до 40% золошлаковых отходов. При вовлечении 25% себестоимость снижается на 5%, при использовании 30-35% себестоимость продукции снижается на 10%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проект Энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года (редакция от 01.02.2017). <http://minenergo.gov.ru/node/1920>
2. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2014 N 1099-р (ред. от 05.04.2019) «Об утверждении программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года».
3. *Анисимов Р.А., Озерова Н.В.* Золоотвалы - ТЭС прибыльное сырье // Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции «УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫМИ ОТНОШЕНИЯМИ», г. Пенза, ПГУАС, 29-30 ноября 2016 г.
4. Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года».
5. *Ефанов Н.М., Озерова Н.В.* Применение золошлаковых отходов в «зеленом строительстве» // Сборник тезисов докладов XXIV международной научно-технической конференции студентов и аспирантов “Радиоэлектроника, электротехника и энергетика”, Москва: НИУ «МЭИ», 15-16 марта 2018 г.
6. *Озерова Н.В., Мамина Д.Х.* Использование отходов угольной отрасли как фактор повышения экологической безопасности // Сборник тезисов докладов Международной научной конференции «Геоэкологические проблемы национальной безопасности России, техногенез, инженерная геодинамика и мониторинг инженерных сооружений» VIII ДЕНИСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ (2017 - ГОД ЭКОЛОГИИ), Москва: НИУ МГСУ, 20 апреля 2017 г.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ГОРОДА ЛИПЕЦКА: АНАЛИЗ, ФАКТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ

Иванова А. Ю.<sup>1</sup>

*1-студент 2 курса НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26  
Научный консультант., доц. каф. ИИ и ГЭ к.г.-м.н Кривоносова О.К., НИУ МГСУ, г. Москва,  
Ярославское шоссе, 26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** экологическая обстановка города Липецка. В статье рассматриваются основные факторы и источники, влияющие на экологическую безопасность населения.

**Цели:** анализ источников загрязнения, выявление факторов формирования загрязнителей, определение тенденции по экологизации перспективного развития города, установление акцента на внедрение экологических инноваций.

**Материалы и методы:** теоретический метод анализа и синтеза данных ежегодного доклада о состоянии и охраны окружающей среды города Липецка.

**Результаты:** детекция механизмов основных трех загрязнителей окружающей среды в городе, представление уже имеющихся мероприятий борьбы с загрязнениями и предложения комплексных мер по снижению показателей загрязнения.

**Выводы:** на основе статистических данных выявлены загрязнители, способствующие ухудшению состояния данного региона. Так как Липецк относится к городам с неблагоприятной экологической обстановкой следует применить в обязательном порядке стратегию экологически более чистого производства и проявить содействие эффективным экотехнологиям.

### ВВЕДЕНИЕ

В 2000-х годах Липецк имел целый ряд экологических проблем: снижения экологической безопасности населения, ухудшения состояния окружающей среды, критические показатели выбросов от стационарных источников-заводов. Общий индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в областном центре был катастрофическим - 24,43 [8].

В экологическом рейтинге субъектов России Липецкая область (Липецк) находится на 50 месте. Всего в списке 83 региона РФ, так что экологию Липецкой области можно назвать относительно благополучной.

Радикальное решение экологических проблем в Липецке требует серьезных социально-экономических и градостроительных исследований и проработок, долгосрочных и среднесрочных программ и планов, в которых должны быть решены вопросы оздоровления наиболее проблемных территорий, строительства экологически безопасных предприятий, объектов экологической инфраструктуры.

В условиях наметившейся тенденции по экологизации перспективного развития города, направленной на улучшение состояния окружающей среды и условий проживания населения, именно в области градостроительства может быть сформирована единая природоохранная политика города.

В работе комплексно освещены две группы проблем – причины возникновения критической обстановки экологии данного региона и рациональные решения управления в сфере охраны окружающей среды и природопользования.

**Общие сведения.** Липецк – динамично развивающийся регион с развитым промышленным и сельскохозяйственным производством, социальной и инженерной инфраструктурой. Липецк — один из крупнейших и второй по численности населения город в Черноземье.

Территория – 330,15 тыс. км<sup>2</sup>. Липецк расположен в европейской части России на стыке Среднерусской возвышенности и Окско-Донской низменности. Город лежит по обоим берегам среднего течения реки Воронеж. Большая часть городской территории находится на правом берегу Воронежа. Селитебная территория жилых районов располагается на правом берегу. Левобережье города (См рис.1) выполняет в основном промышленно-хозяйственные функции. Город разделен на округа: Правобережный, Левобережный, Советский, Октябрьский.

Климат умеренно-континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом.

Липецк — второй по численности и первый по приросту численности город в Центральном Черноземье. Население — около 510 тысяч человек.

В городе располагаются передовые предприятия: Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК); ООО ЛТК "Свободный Сокол"; ЗАО "Липецкий станкозавод "Возрождение"; АО "Энергия"; ОАО "Домостроительный комбинат"; ООО "Компания Интергруп".

Индекс промышленного производства составил 102,6 % (РФ – 101 %), сельского хозяйства – 105,5 % (РФ – 102,4 %) [1, с. 8].

Основным загрязнителем атмосферного воздуха в Липецке является ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (277700 тонн вредных выбросов в воздух в 2010 г.). Результаты его деятельности нередко ощущаются в виде запаха сероводорода от шлакоаккумуляторов или блестящих от пыли графита подоконников и окон. Дополнительно отрицательное воздействие оказывает другой металлургический гигант - ОАО «Свободный сокол», а также цементный и стекольный заводы. Свой вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят также ОАО «Липецкцемент», ООО «ЧСЗ-Липецк», а также стремительно возрастающее количество автомобильного транспорта. Большой скандал с митингом и даже письмом президенту случился в 2007 году, когда стекольный завод («ЧСЗ-Липецк»), расположенный в непосредственной близости от поселка Матырский, начал функционировать без пылеулавливающих установок.



Рис 1. Левобережье города Липецка.

**Экологическая обстановка.** Уровень загрязнения воздуха Липецка определяется выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и автотранспорта (См табл.1). Предприятиями города Липецка за 2017 год выброшено 286,032 тыс. тонн загрязняющих веществ (87,6 % всех выбросов по Липецкой области). Основной загрязнитель атмосферы области – ПАО «НЛМК». Выбросы комбината в 2017 году составили 275,971 тыс. тонн [7].

**Табл. 1.** Выбросы загрязняющих веществ от автотранспортных средств.

Годы	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Всего (с учетом прицепов и мотоциклов)
2014	367328	59653	10130	447004
2015	374643	60695	10239	455731
2016	381772	61823	10366	464378
2017	388873	62802	10487	507635

Почва земельных территорий Липецка оценивается как «допустимая». Значительно превышено содержание бензопирена, цинка и нитратов, а по результатам эколого-токсикологического обследования выявлены локальные очаги загрязнения пашни солями тяжелых металлов: кадмием, свинцом и ртутью. Источниками вредных примесей в толще почвенного покрова: промышленная сфера деятельности; использование в сельскохозяйственной сфере большого количества химическим удобрений, стимуляторов роста для растений, пестицидов и других биологически активных веществ; скапливание в грунте большого количества биологических и химических отходов; скапливание в грунте продуктов автомобильного производства и необдуманного выброса бытовых отходов.

Вода в реках города Липецка относится к категории «чистой» или «умеренно-загрязненной», в зависимости от района. По словам заместителя главного энергетика по качеству воды АО «ЛГЭК», питьевая вода в городе сегодня отвечает необходимым нормам СанПиНа, однако, заместитель начальника отдела санитарного надзора Роспотребнадзора отметил, что по данным лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» в прошлом году 8,7% проб воды из городской водопроводной сети не соответствовали санитарно-химическим нормативам.

**Государственное управление в сфере охраны окружающей среды и природопользования.** В 2017 году реализованы мероприятия, направленные на проблемы в сфере обращения с отходами: завершена работа по разработке и установлению нормативов накопления твердых коммунальных отходов; разработана и утверждена в установленном порядке территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами; организуется отдельный сбор твердых коммунальных отходов в органах государственной власти.

Именно жители Липецка предложили установить для крупных промышленных предприятий "налог на воздух". Речь идет об отчислениях за использование заводами атмосферного воздуха - по тому же принципу, как взимают плату за пользование недрами. Полученные таким образом средства можно перечислять на улучшение экологической ситуации.

Группа НЛМК, международная сталелитейная компания с активами в России, США и странах Евросоюза, основали новый дробильно-сортировочный комплекс по переработке сталеплавильных шлаков на Липецкой производственной площадке. НЛМК удалось снизить выбросы в атмосферу пыли на 1,5 тысячи тонн.

Рекомендовано расширять сферы взаимодействия с неправительственными экологическими организациями в области осуществления экологического контроля с целью снижения воздействия на окружающую среду. Ликвидируются полигоны захоронения пестицидов, твердых отходов. Восстанавливаются водные объекты. Решается проблема нехватки в регионе очистных сооружений. В 2017 году проведено 1431 мероприятие по контролю за соблюдением требований природоохранного законодательства [4, с. 17]. Управлением экологии и природных ресурсов Липецкой области проведен социологический опрос жителей. Основной задачей исследования стала оценка уровня информированности населения об экологической обстановке в регионе, а также его отношения к состоянию окружающей среды в Липецке и

Липецкой области. Согласно данным опроса, 60,3 % жителей считают, что за последние 2-3 года улучшилось состояние окружающей среды; 19,2% респондентов оценивают экологическую обстановку по месту жительства как благоприятную, а 47,4% - как приемлемую [6, с.18]. Улучшение экологической обстановки, по мнению населения Липецкой области, в большей степени зависит от деятельности органов власти (37%, в 2016 году - 28,1%) и экологическая добросовестность руководителей промышленных предприятий (35,9%, в 2016 году – 39%). 55% опрошенных в городе Липецке разделяют мнение большинства о мерах, способных повлиять на улучшение экологической обстановки [6, с.21].

Дело в том, что существующая система заставляет нас потреблять столько ресурсов, сколько нам на самом деле не нужно. По моему мнению, стоит направить все силы для решения вопросов загрязнения атмосферного воздуха, так как самый значимый процент выбросов вредных веществ в Липецке с промышленной зоны. В силу развития технической сферы универсальный рецепт в том, чтобы включить в борьбу новейшие технологии очистки, фильтрации, переработки, которые позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду. Анализируя опыт и разработки зарубежных компаний, следует перенять опыт внедрения некоторых технологических новинок:

- Owatec Group Oy (OWA) предлагает решения для утилизации побочных продуктов и технологий, и решений для очистки воды, и отходов;
- в SansOx переосмыслили водные процессы в соответствии с принципами Circular Economy, чтобы создать новые способы умной переработки и утилизации вод;
- Online Inspections;
- HP-CO2 Shock Waves Tubes.

Требуется концептуальный синтез, обмен знаниями и данными, сравнительные исследования в разных городах и странах, следует обратиться к категории экологических инноваций, обеспечить содействие эффективным экотехнологиям. Особенно для промышленных предприятий. Надо применить в обязательном порядке стратегию экологически более чистого производства (БЧП). Главной ее задачей является создание комплексных мер по снижению загрязнения окружающей среды конкретными предприятиями.

## ВЫВОДЫ

Экология Липецка нуждается в пристальном к ней внимании и необходимости принятия конкретных мер по улучшению как общего состояния окружающей среды, так и атмосферного воздуха.

В целях обеспечения экологической безопасности на территории Липецкой области необходимо внедрение инновационных решений, поиск новых способов и методов контроля за воздушным и водным бассейном области. Решать поставленные задачи необходимо путем консолидации усилий всех уровней власти, общественных экологических организаций и гражданского общества. Только так мы сможем обеспечить чистоту воздуха, которым мы дышим, чистоту воды, которую мы пьем, и рациональное использование природных ресурсов на территории нашего города.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад “Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области в 2017 году” / под ред. *Е.В. Бадулиной. О.А. Шенелева*. Липецк.: Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области, 2018.
2. *Хотунцев, Ю.Л.* Экология и экологическая безопасность / Ю. Л. Хотунцев. – Москва, 2002.
3. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / *М.В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов*; Под общ. ред. *М.В. Графкиной*. - М.: Форум, 2009. - 320 с.
4. *Горелов А.А.* Социальная экология – М., 1998. – 263 с.
5. *Новиков СМ., Кислицин В.А., Шашина Т.А., Скворцова Н.С.* ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, г. Москва
6. Отчет «По проведению социологического опроса по определению уровня информативности населения Липецкой области» / *С.Ю. Боков* Липецк.: Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области, 2018.
7. Ключевые экологические показатели НЛМК [Электронный ресурс] - <https://lipetsk.nlmk.com/ru/responsibility/ecology/key-indicators/>



8. Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области [Электронный ресурс] - <http://admlip.ru/authorities/administratsiya-lipetskoj-oblasti/otraslevye-isp-organy/upravlenie-ekologii/>
9. Экологические проблемы Липецкой области: влияние деятельности человека на ситуацию в регионе [Электронный ресурс] - <http://politdozor.ru/jekologicheskie-problemjy-lipetskoj-oblasti-vliyanie-deyatelnosti-cheloveka-na-situatsiyu-v-regione.html>

## ВЛИЯНИЕ ЭТАЖНОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА

Карпенко И.С.<sup>1</sup>, Сафронов С.С.<sup>1</sup>

*1- студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.*

*Научный консультант, к. т. н, проф. кафедры Архитектурная физика, Мягков М.С. Московский архитектурный институт (государственная академия), г. Москва.*

### Аннотация

В данной статье проводилось исследование влияния этажности городской застройки на концентрацию вредных веществ в воздухе на примере города Красноярск. С целью выявить экологических проблем, вызванных многоэтажной городской застройкой и найти зависимость между многоэтажной застройкой и экологическими проблемами в городе Красноярск. Для исследования были применены научные труды Мягкова М.С. профессора кафедры геоэкологии МАРХИ «Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки», метеорологические данные разных лет, данные топографических карт. В статье была выявлена зависимость между высотой городской застройки и концентрацией вредных веществ в городе на примере Красноярска. Проведенное исследование показывает значимые ошибки градостроительного проектирования города Красноярск. Опираясь на эти исследования экологическая обстановка в Красноярске может быть улучшена.

### ВВЕДЕНИЕ

В градостроительном и архитектурном проектировании очень важен процесс разработки перечня мероприятий по оптимизации микроклимата архитектурно-градостроительной среды, где учитываются природно-климатические условия района строительства. Из природно-климатических условий вытекают задачи архитектурно-климатического характера. Одна из таких задач – регулирование ветрового режима. В районах, которые классифицируются, как «штилевые», должен быть сделан упор на максимальное сохранение потенциала аэрации района застройки и обеспечить естественную вентиляцию территории застройки.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Проблема влияния циркуляции воздуха в городах и связанная с ней проблема загрязнения воздуха является очень актуальной в настоящее время и рассматривается в работе многих авторов. [1-5]. В научной статье [6] подробно описывается движение воздушных масс с учетом высотности зданий. Работа авторов [7] содержит сведения о городе, как факторе климатообразования, микроклиматических особенностях городской среды, влиянии микроклимата на человека и городское население в целом. В своде правил [8] прописаны основные нормы, с целью повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях. Автором работы [9] проведена оценка влияния рельефа на аэрацию городов. А основные проблемы проектирования высотных зданий, с точки зрения градостроительства, перечислены в работе автора [10].

Исходя из этих работ, мы можем сделать вывод, что при проектировании городской застройки важным аспектом является учет высотности зданий, как один из основных факторов формирования микроклимата городской среды и сохранения экологически безопасной территории для жизни человека. В данной статье рассматривается экологическая проблема крупного промышленного города - Красноярск.

## МЕТОДЫ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ландшафты, созданные людьми, неизбежно влияют на процесс трансформации воздушного потока, что впоследствии влияет на изменение скорости и направления ветра. Все эти факторы характеризуют аэрационный режим города. Под аэрацией часто понимают естественное контролируемое продувание городской местности и малых поселений. Можно выделить три условных вида типов застройки ландшафта: «чаша», «холм», «равнина» (Рис. 1). К первому типу можно отнести города, застройка которых осуществляется по периферии, а центр имеет низкоэтажную историческую застройку. К типу «холм» относятся такие города, в которых высотные здания расположены в центре и ближе к периферии идет снижение этажности. Третий тип – это «равнина». Данный тип характеризуется тем, что застройка города примерно одной высоты.

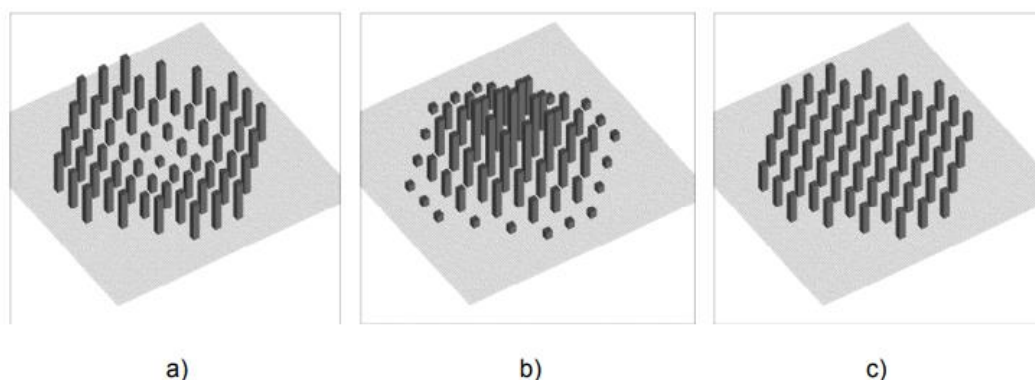


Рис. 1. Типы городской застройки. а - «чаша»; б - «холм»; с - «равнина»

При разных типах застройки с помощью математического моделирования можно наблюдать различия в скорости ветра. (Рис.2)

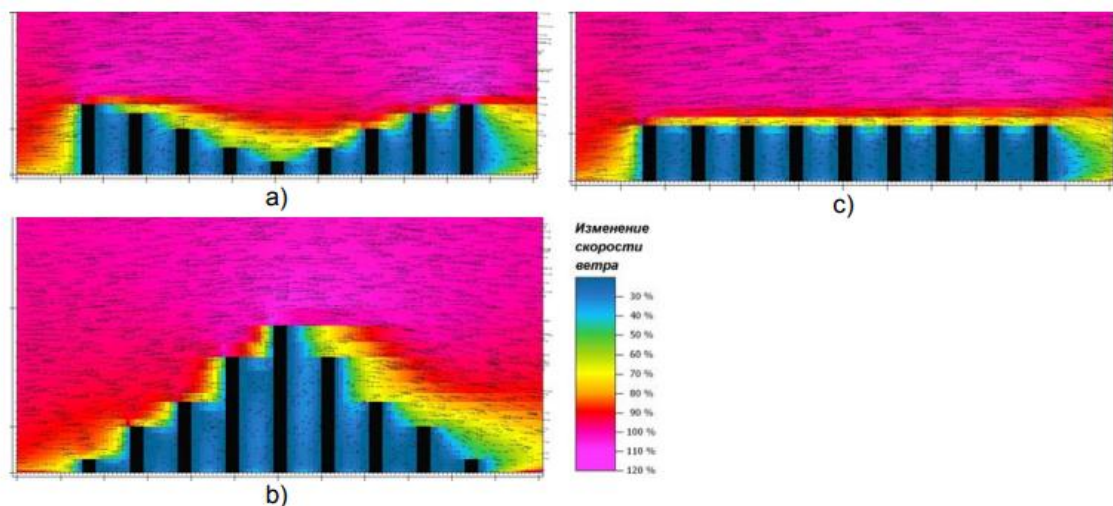


Рис. 2. Скорости ветра. а - «чаша»; б - «холм»; с - «равнина»

Кроме градостроительных аспектов на аэрацию воздуха влияют формы рельефа местности. Например, в районах с долинными и закрытыми формами рельефа перераспределение скорости и ветровых потоков влияет на концентрацию загрязнений в атмосфере. Над пониженными участками территорий инверсий возможно образование застоя холодных масс, что приводит к пелене дыма в дневное время. В данной статье рассматривается движение воздушных масс на примере города Красноярска. Город Красноярск является крупнейшим культурным, экономическим, а самое главное – промышленным городом Сибири и имеет население больше миллиона. Красноярск расположен на стыке Западносибирской равнины, Сред-

несибирского плоскогорья и Саянских гор, в котловине. Находится на высоте 287 метров над уровнем моря.

Внутригодовая динамика климатических параметров, ухудшающих рассеивание вредных веществ, по данным справочно-информационного портала "Погода и климат", дает возможность наблюдать повторяемость штилей в г. Красноярске.

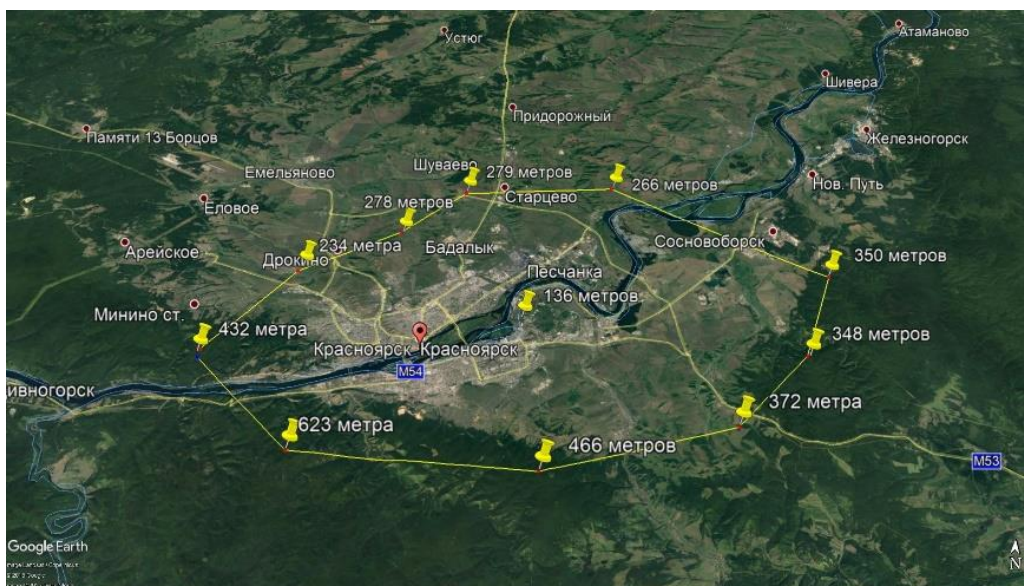
**Табл. 1.** Повторяемость различных направлений ветра, %

Направл.	Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек
<b>С</b>	2	3	3	3	4	4	5	4	3	2	2	2
<b>СВ</b>	3	5	7	6	7	8	13	10	6	4	4	2
<b>В</b>	2	2	4	5	6	6	9	7	6	4	3	2
<b>ЮВ</b>	2	1	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1
<b>Ю</b>	12	13	9	10	11	11	10	10	10	10	10	12
<b>ЮЗ</b>	54	49	45	42	39	39	35	41	47	49	48	53
<b>З</b>	21	23	25	25	23	21	18	19	21	25	27	25
<b>СЗ</b>	4	4	5	7	7	8	7	6	5	4	5	3
<b>штиль</b>	31	25	14	8	10	13	17	19	17	14	19	27

Исходя из метеоданных (табл. 1) наиболее выраженные штилевые дни с декабря по февраль – 27, 31 и 25% соответственно. При этом в годовом ходе наблюдаются максимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (теплоэнергетика, транспорт). В течение всего года преобладают ветры ЮЗ направления, поэтому с ЮЗ нужно располагать малоэтажную застройку низкой плотности, а все предприятия на ЮВ города. Центр целесообразно застраивать контрастной застройкой, которая усиливает динамическую конвекцию и стимулирует термическую (микро-масштабную) конвекцию, тем самым улучшая вертикальное перемешивание воздуха и вынос загрязняющих веществ в вышележащие слои атмосферы.

В Красноярске с 2000 года стремительно растет уровень загрязнения атмосферного воздуха. Более половины жителей города живет в неблагоприятной экологической обстановке. Уровень загрязнения воздуха в городе превышает нормы в два раза, что делает Красноярск самым «грязным» городом России. В основном преобладают такие вещества, как формальдегид, бензопирен, диоксид серы, фенол, оксид азота, оксид углерода, пыль, аммиак. В Красноярске действует множество промышленных объектов - АО «Красноярский алюминиевый завод», ООО «Красноярский цемент», Красноярские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, крупные и мелкие отопительные угольные котельные. Данные предприятия ежегодно выбрасывают около 275 тыс. тонн вредных веществ. Но что, кроме промышленности, делает Красноярск таким «грязным»?

В самом названии города есть корень «яр», что говорит о форме рельефа. Красноярск находится в котловине, а при таком расположении города продуваемость потоками ветра значительно снижается. Данный факт свидетельствует о том, что удаление опускающихся вниз загрязняющих веществ затруднено. (Рис. 3)



**Рис. 3.** Карта высот.

Что касается застройки, в последние годы средняя этажность строящихся домов в Красноярском крае составляет 16,9 этажей, а учитывая централизованное развитие края, то данная статистика может быть приравнена к самому Красноярску.

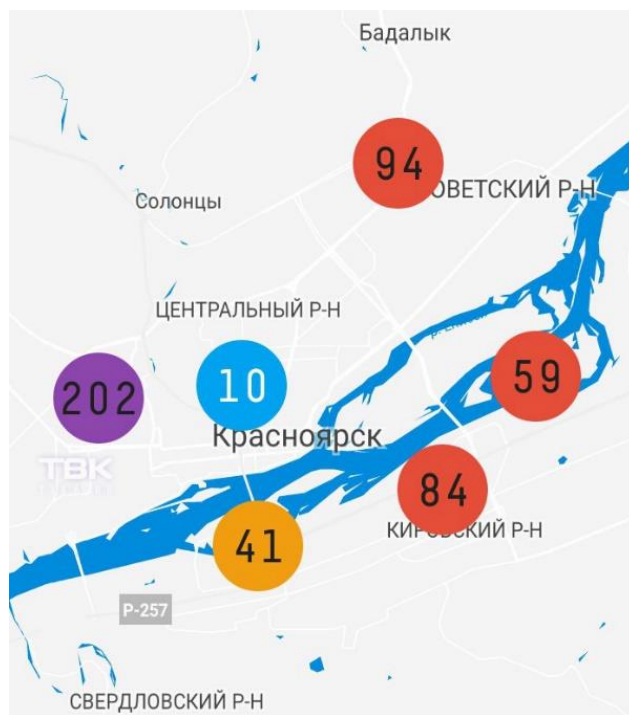
На данной карте выделены районы с этажностью 12-20 этажей и показаны основные предприятия города. (Рис. 4)



**Рис. 4.** Карта с выделенной повышенной застройкой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенных исследований можно выделить несколько районов (Железнодорожный, Кировский, Советский) с этажностью выше средней (12-20 этажей). Опираясь на данные исследования Красноярск приближен к типу «город-чаша». Для притока свежего воздуха в город при типе «чаша», на периферии следует снижать этажность зданий в тех местах, где возможен приток «чистого» воздуха и повышать там, где располагаются промышленные предприятия.



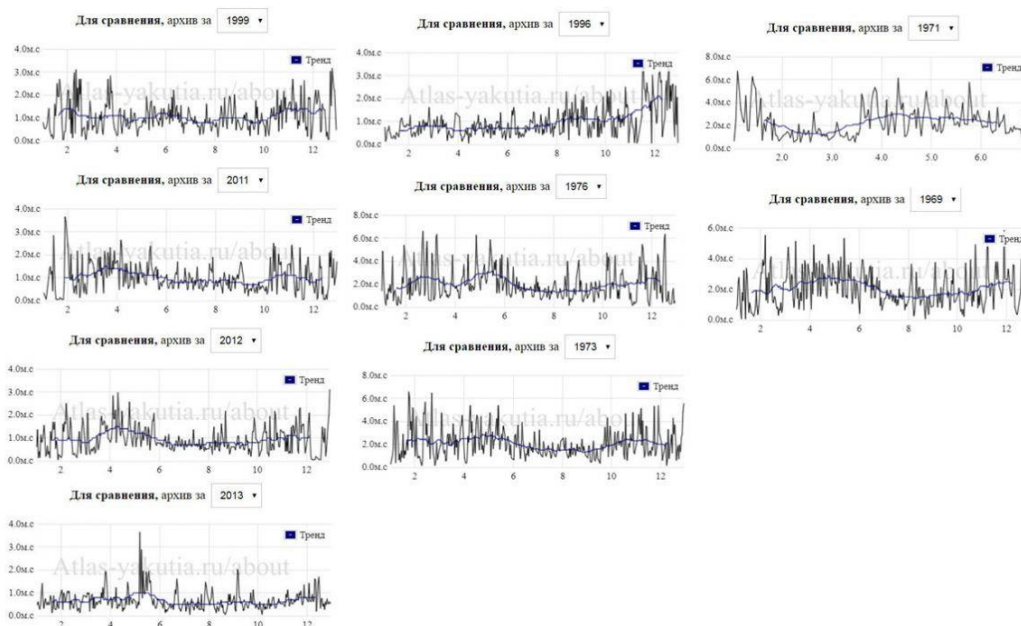
**Рис.5.** Данные загрязнений по районам

Однако, если обратить внимание, не вся застройка города по периферии одной этажности и рассматривать районы с повышенной этажностью по-отдельности (Железнодорожный, Кировский, Советский), то они соответствуют типу застройки «холм». Вместе с тем, город Красноярск располагается в районе с низкими фоновыми скоростями ветра. Для такого района предпочтителен архитектурный ландшафт в виде «чаши», что обеспечит достаточное «продувание».

Таким образом получается, что промышленные предприятия, расположенные на окраине города, выбрасывают вредные вещества в атмосферу и оседают в городе, так как город расположен в низменности. Низменность города в свою очередь сопровождается низкими фоновыми скоростями ветра. В районах, которые соответствуют типу «холм», происходит «застаивание» воздуха, а вместе с ним вредных веществ.

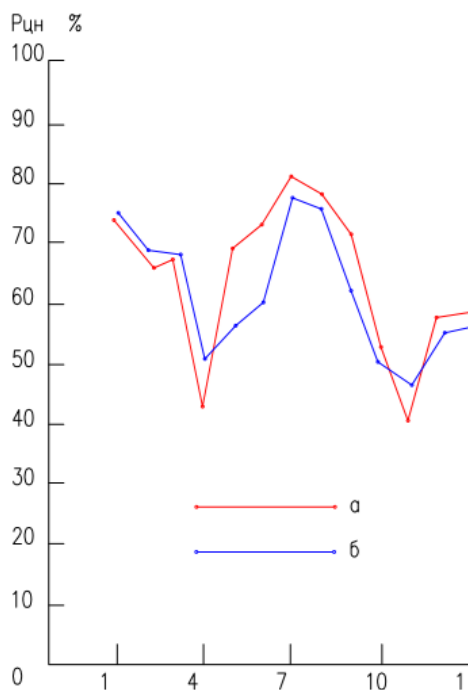
Данный факт подтверждается данными метеостанций города. Наиболее загрязненными районами являются - Железнодорожный, Кировский, Советский, этажность которых выше средней. (Рис.5)

Многоэтажная застройка в Красноярске началась еще в советское время, когда начали появляться основные промышленные предприятия, город стал одним из крупнейших промышленных городов. В довоенные годы население Красноярска было около 200 тыс. человек, но уже в 1989 году население было близко к 1 млн. человек. Такой демографический рост сопровождался введением в эксплуатацию нового, доступного жилья. Уже в тот момент застройка города начала влиять на аэрацию города, что подтверждается данными среднесуточных скоростей ветра за последние 50 лет. Эти данные свидетельствуют об увеличении безветренных дней. (Рис. 6)



**Рис. 6.** Графики штилей

Большую роль в процессе рассеивания загрязняющих веществ играет повторяемость приземных инверсий температуры воздуха.



**Рис. 7.** График повторяемости приземистых инверсий воздуха г. Красноярск:  
а - ночью; б – утром

Чем выше повторяемость - тем хуже условия перемешивания приземного слоя атмосферы и, следовательно, выноса загрязняющих веществ в вышележащие слои и за пределы города. В Красноярске в годовом ходе два максимума инверсий - летом и зимой. Летний максимум опасен тем, что снижается общая скорость ветра на периферии обширной области повышенного атмосферного давления (Азиатского антициклона). В зимнее время инверсии сочетаются со штилевыми условиями, возникающими в условиях сибирского антициклона. Таковы особенности атмосферной циркуляции региона, в целом неблагоприятной зимой и летом с точки зрения загрязнения атмосферы. Как орг.-технический вариант решения регу-

лирования работы источников загрязнения в условиях НМУ (неблагоприятных метеоусловиях рассеивания) и регулирование высоты источников, они должны иметь высоту устья (труб) выше слоя средней высоты инверсий.

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Важную в экологической обстановке города играет рельеф местности, но кроме этого решающим фактором является тип и этажность городской застройки.

2. Город Красноярск располагается в районе с низкими фоновыми скоростями ветра. Для такого района предпочтителен архитектурный ландшафт в виде «чаши», что обеспечит достаточное «продувание». Однако, если обратить внимание, не вся застройка города по периферии одной этажности и рассматривать районы с повышенной этажностью по отдельности (Железнодорожный, Кировский, Советский), то они соответствуют типу застройки «холм».

3. На градостроительном уровне необходимо строго придерживаться функционального зонирования. Размещения источников загрязнения с подветренной стороны, а с наветренной стороны - малоэтажной низкоплотной (можно контрастной по высоте) застройки с высокой долей озеленения.

На основании выше перечисленных выводов можно заключить, что многоэтажная городская застройка в городах с нестабильной экологической обстановкой является одним из факторов, который ухудшает экологию.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Серебровский Ф.Л.* Аэрация населенных мест. – М.: Стройиздат, 1985.
2. Рекомендации по цвету природно-климатических факторов в планировке, застройке и благоустройстве городов и групповых систем населенных мест. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1980.
3. *Оленьков В.Д.* Градостроительная безопасность. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007.
4. *Серебровский Ф.Л.* Аэрация жилой застройки. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971.
5. *Реттер И.Э.* Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984.
6. *Мягков М.С., Алексеева Л.И.* Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки. – Международный электронный научно-образовательный журнал по научно-техническим и учебно-методическим аспектам современного архитектурного образования и проектирования с использованием видео, и компьютерных технологий, 2014.
7. *Мягков М.С., Губернский Ю.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К.* Город, архитектура, человек и климат. – М.: «Архитектура-С», 2007.
8. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*). - Минрегион России, 2010.
9. *Харченко С.В.* Опыт количественной оценки влияния рельефа на аэрацию городской застройки. - Геоморфология. 2016.
10. *Маклакова Т.Г.* Высотные здания. Градостроительные и архитектурно- конструктивные проблемы проектирования: Монография / Т.Г. Маклакова. – М.: Издательство АСВ, 2014.



## РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Зими́на А.А.<sup>1</sup>, Кома́ров Е.И.<sup>2</sup>

*1-студент, Московский политехнический университет, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38.  
2-д. т. н., профессор, Московский политехнический университет, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38.*

### Аннотация

**Предмет исследования:** в настоящее время контролем за состоянием окружающей среды на карьерах занимаются специалисты ВГСЧ совместно с представителями пожарно-вентиляционной службы предприятия, при чем при массовых взрывах выводится целое отделение ВГСЧ, которые оснащаются переносными газоанализаторами и емкостями для отбора проб для исследования в стационарных лабораториях. В результате не обеспечивается оперативность получения анализов воды в жидких накопителях и воздуха в карьерах и на прилегающих территориях, что приводит к простоям вследствие не своевременного принятия управленческих решений. Поскольку сложность заключается в том, что источники загрязнений постоянно перемещаются, то установить постоянно действующие анализаторы не представляется возможным.

**Цели:** для подготовки исходных требований к оборудованию предварительно проработать конструктивные и технологические возможности снижения трудоемкости и повышения безопасности отбора проб воды и воздуха с выдачей результатов с постоянно перемещаемых объектов горного производства для более оперативного принятия управленческих решений.

**Материалы и методы:** выполнен анализ средств автономной и мгновенной оценки состояния качества воды и воздуха на перемещаемых рабочих объектах и в рабочих зонах с возможностью установки их на летательных аппаратах, проведен поиск готовых технических решений и в связи с их отсутствием разработаны узлы крепления переносной аппаратуры и проработаны технологические приемы оперативного получения проб и оценки качества водной и воздушной среды.

**Результаты:** проработана конструкция летательного комплекса для дистанционного отбора проб воды в жидких накопителях и мгновенной оценки качества воздуха, разработана установка водозабора необходимого количества проб для проведения экспресс-анализа и приемы облета рабочих зон со дна карьера к поверхности.

**Выводы:** полученные результаты исследований позволяют подготовить исходные требования к летательным комплексам для оценки качества водной и воздушной среды, изготовить комплекс, провести стендовые испытания, подготовить методику опытных испытаний и провести летные испытания в соответствии с программой.

### ВВЕДЕНИЕ

На горнодобывающих предприятиях существует множество перемещаемых источников загрязнения окружающей среды, особенно источников загазованности и запыленности карьерного воздуха и прилегающих территорий. Для постоянного контроля таких объектов практически невозможно использовать стационарные установки, а применяемые приборы не отличаются оперативностью в получении необходимой информации для принятия управленческих решений. Особенно сложности возникают при значительном удалении исследуемых объектов друг от друга.

Важность исследования вод в отстойниках и накопителях, карьерного воздуха и прилегающих территорий подтверждается техногенными загрязнениями почв, например, в Губ-

кинском районе Белгородской области в радиусе до 15-17 км от карьера Лебединского ГОКа не рекомендуется использовать в пищевом рационе зерновые, овощные и плодово-ягодные культуры, а в радиусе 5-7 км – даже заготавливать фураж. Анализ техногенной пыли, осевшей на снежный покров в этой же зоне загрязнения по концентрации тяжелых металлов в 10 раз превышает ПДК.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В настоящее время согласно действующим инструкциям для отбора проб воды в различных водоемах необходимо двум подготовленным специалистам, экипированным в спецодежду, спасательный жилет и резиновые перчатки, на укомплектованной спасательным снаряжением надувной лодке желателно доплыть к определенным местам и с помощью батометров различных модификаций осуществить отбор проб. Далее герметично закрытые пробы должны быть в течение 3-х часов доставлены в исследовательскую лабораторию. Однако зачастую этого времени недостаточно, вследствие чего инструкцией рекомендуется хранить пробы в холодильнике, т.е. необходима ещё переносная морозильная камера [1, 3]. О какой-то оперативности в принятии управленческих решений в таких условиях конечно говорить сложно.

Разработку оборудования для дистанционного отбора проб воды в настоящее время ведет компания Hatch на базе квадрокоптера DJI Matrice 600. Апробация конструкции получила при отборе шести точечных проб воды общим объемом 1,2 л с трех уровней затопленного карьера, расположенного в провинции Онтарио. Анализы проб на наличие кислотности, соединений железа и мышьяка выполнялись с помощью мобильной лаборатории компании.

Подобные работы ведутся и американской Геологической службой при изучении распространения азиатского карпа и других обитателей Великих озер и рядом коммерческих структур по контролю за утечками в водоемы нефтепродуктов.

В то же время при отборе проб воздуха в карьере необходимо посетить постоянно перемещаемые рабочие зоны, которые в зависимости от конструктивных параметров машин и механизмов расположены на различных уровнях рабочих площадок. При этом возросшее количество мест отбора проб воздуха определяет преимущество непрерывного протягивания необходимых объемов по воздуховоду к месту заполнения используемых сосудов (резиновых мешков и камер), а заполненные воздухом многочисленные емкости затрудняют транспортировку их в стационарную лабораторию и не обеспечивают оперативность получения результатов исследований [2].

Для экспресс-определения токсичных веществ широкое применение в настоящее время нашли универсальные газоанализаторы упрощенного типа УГ-2, ГХ-2 и др. При прохождении воздуха через индикаторные трубки, заполненные твердым веществом - поглотителем, происходит изменение окраски индикаторного порошка, при этом длина окрашенного слоя пропорциональна концентрации исследуемого химического вещества.

Выпускаемый серийно отечественной промышленностью универсальный газовый анализатор УГ-2 позволяет определить концентрацию 16 различных газов и паров. Однако в связи с большим количеством мест отбора проб воздуха соответственно будет еще больший расход индикаторных трубок, вследствие чего будет затрачиваться значительное количество рабочего времени, поскольку продолжительность проведения одного такого анализа составляет от 2 до 10 минут.

Разработкой конструкции летающего газоанализатора занимается компания Пергам-Инжиниринг. Основное назначение аппарата предназначено для обнаружения утечек метана на магистральных газопроводах.

Таким образом, применяемые в настоящее время приборы и методы для контроля загрязнения вод, запыленности и загазованности атмосферы карьеров и производственных территорий, не позволяют получить оперативную информацию и своевременно управлять производственными процессами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сложность экологического мониторинга поверхностных вод, особенно при отборе проб из водоемов, расположенных на дне глубоких карьеров, выдвигает более жесткие требования к разработке новых технологий, отличающихся не только меньшей трудоемкостью и высокой оперативностью, но и большей безопасностью.

Для разработки новой технологии отбора проб воды нами предлагается воспользоваться известной моделью квадрокоптера SwellPro Splash Dron 3 (рис. 1). Отличительной особенностью его и камер является водонепроницаемость, возможность посадки и взлета с водной поверхности и конструктивная грузоподъемность порядка 1000 грамм. При этом камера позволяет вести съемки как на воздухе, так и под водой, что обеспечивает изучение подводного мира.



**Рис.1.** Взлет квадрокоптера SwellPro Splash Dron 3 с водной поверхности.

Учитывая грузоподъемность квадрокоптера, для оценки состояния водной среды нами разработана легкая оригинальная конструкция пробоотборника, состоящего из наконечника с фильтром грубой очистки, силиконовой трубки диаметром 5 мм, которая наматывается на катушку. На катушке установлено устройство, внутри которого находится шестеренчатый насос и реверс для изменения направления движения водного потока. Под днищем квадрокоптера монтируется наконечник, который при полете вытягивает силиконовую трубку. После посадки квадрокоптера на воду включается шестеренчатый насос для подачи воды из канистры и после частичного ее сброса в водоем делается реверс насоса, в результате чего вода начинает поступать из водоема обратно в канистру. Восстановив в канистре прежний уровень, можно приступить к отбору проб в отдельные емкости и оперативно определять активность ионов водорода (рН) и концентрацию ионов калия, натрия, аммония, кальция, фторидов, хлоридов, нитратов и других химических элементов с помощью иономера И-510.

Анализ газового состава атмосферного воздуха предлагается производить с помощью портативных газоанализаторов типа М-02, МАГ-6П-Д и других, работающих в автономном режиме и позволяющих осуществлять мгновенный и непрерывный контроль содержания вредных примесей. Приборы способны также записывать результаты измерений в память в

течение 48 часов с привязкой к реальному времени и передачи отчетов на персональный компьютер. Один из таких портативных газоанализаторов, масса которых находится в пределах 300 г, также устанавливается на квадрокоптере модели DJI Mavic 2 Pro Zoom, который за 30 минут способен пролететь до 20 км и снять данные в большинстве рабочих зон карьеров и отвалов (рис. 2).

Учитывая, что лопасти квадрокоптера гонят воздух сверху вниз, целесообразно облет рабочих зон на уступах осуществлять со дна карьера постепенно поднимаясь вверх с уступа на уступ по местам, где ведутся буровзрывные и экскаваторные работы, а также по основным автодорогам на уровне от 1,5-2,0 до 5-6 м.



**Рис. 2.** Квадрокоптер оснащен газоанализатором.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На основании изучения технических характеристик квадрокоптеров выбраны базовые модели, способные долетать до значительно удаленных объектов, приводняться и после выполнения работ возвращаться к оператору, который может и не находиться на одном месте. Рассмотрены все известные приборы для оперативной и даже мгновенной оценки качества водной и воздушной среды, проработаны конструкции узлов крепления и совмещения работы квадрокоптеров с установленным оборудованием, в результате чего нами получены летающие комплексы оперативного контроля состояния окружающей среды. Наряду с этим разработана оригинальная конструкция пульта управления для поточного водозабора, отличающаяся от известных установок малой стоимостью. Для экспресс-анализа воздушной среды в карьере проработаны приемы облета рабочих зон, начиная со дна и постепенно поднимаясь вверх к поверхности, что гарантирует от турбулентности воздушной среды.

В целом, анализ работы устанавливаемого на квадрокоптер оборудования показывает, что оперативность получения необходимой информации сокращается в десятки раз от нескольких часов до одной или нескольких минут.

## **ВЫВОДЫ**

Полученные результаты исследований позволяют подготовить исходные требования к летательным комплексам для оперативной оценки качества водной и воздушной среды, изготовить комплекс, провести стендовые испытания, подготовить методику опытных испытаний и провести летные испытания в соответствии с программой.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 ПНД Ф 12.15.1-08. Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод / М., 2015. – С. 45.
- 2 Технологический регламент по контролю загазованности воздуха рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности / ФГУП СПО Metallургбезопасность, 2006. -С. 76.
- 3 ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.

## СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ КАРЬЕРОВ И РУДНИКОВ

Смирнов В.А.<sup>1</sup>, Комаров Е.И.<sup>2</sup>, Крынкина В.Н.<sup>3</sup>

*1-студент, Московский политехнический университет, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38.*

*2-д. т. н., профессор, Московский политехнический университет.*

*3-к. ю. н., зав. кафедрой, Московский политехнический университет*

### Аннотация

**Предмет исследования:** проблемы создания и развития открыто-подземного пространства карьеров и рудников, как градообразующих предприятий.

**Цели:** изучение международного опыта подземной урбанистики и нормативно-правовой базы использования горных выработок для создания подземных объектов.

**Материалы и методы:** оценка условий создания подземных объектов базируется на опыте обеспечения эксплуатации подземного горнодобывающего, дробильного, обогатительного и ремонтного оборудования, качественного проветривания подземных выработок и защиты их от любых внешних воздействий, а также экономии энергоресурсов, что очень важно для восточных регионов России. При этом анализ регламентирующих документов показал, что академической наукой не подготовлены нормативно-правовые требования ускоренного освоения и развития подземных объектов.

**Результаты:** определен перечень первоначальных нормативно-правовых требований и технологических регламентов, на основе которых может быть выстроена политика недропользования в интересах конституционного большинства.

**Выводы:** ценность полученных результатов заключается в формировании научного направления по созданию и развитию открыто-подземных пространств на базе действующих карьеров и рудников.

### ВВЕДЕНИЕ

Формирование благоприятной городской среды в условиях, возрастающих численности населения, высотности строений, плотности застройки и транспортных коммуникаций уже многие десятилетия решается в мегаполисах путем освоения подземного пространства. Однако в России таких городов насчитывается в пределах одного десятка, а большая часть населения проживает в малых городах, особенно на востоке страны, где добываются различные полезные ископаемые открытым и подземным способами, а объекты горного производства являются градообразующими (рис. 1). При этом после отработки запасов остается только нарушенная техносфера района. Создание благоприятных условий для жизнедеятельности таких городов и закрепления населения на уже освоенных территориях является не только законодательской, научной, но и практической задачей.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

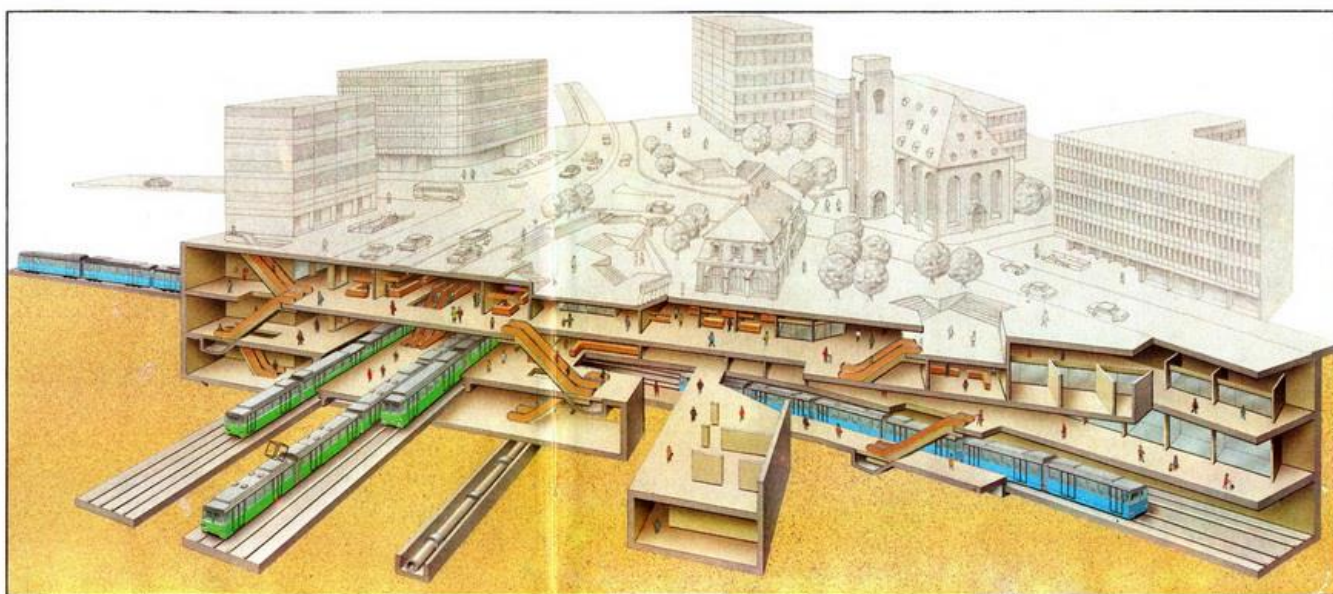
К началу 21 века получен обширный опыт строительства подземных городов в Канаде, Японии и Финляндии, отдельных торговых зон и парков, где успешно решены все вопросы жизнедеятельности человека. Сегодня вертикальным зонированием подземного пространства определена максимальная глубина заложения к уровню поверхности (рис. 2):

- пешеходного движения и автостоянок - до отметки минус 4-6 м;
- автотранспортных тоннелей и станций метрополитена мелкого заложения, многоуровневых гаражей и складских помещений – до отметки минус 15-20 м;

- и железнодорожных тоннелей, крупных складов и морозильников - только до отметки минус 40 м [1].



**Рис. 1.** Общий вид типичного градообразующего горного предприятия



**Рис. 2.** Схема вертикального зонирования подземного пространства городов

Кроме того, экономически доказано снижение стоимости подземного строительства складов и морозильников в 4 раза, а их эксплуатации – в 11 раз по сравнению с наземным размещением [2].

Имеющиеся на сегодня апробированные научные заделы позволяют практически полностью перерабатывать вскрышные породы и отходы горного производства, складированные на дневной поверхности. Из них могут быть сформированы группы привлекательных техногенных месторождений, обеспечивающих постоянное расширение базы инвестиционных проектов и нет никакой необходимости осуществлять всю их закладку в выработанном пространстве карьеров и рудников [3, 4].

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В этих условиях экономически целесообразно использовать накопленные открыто-подземные пространства карьеров и рудников по различным направлениям гражданского и промышленного строительства практически без затрат на проходку выработок.

Такой подход обеспечит сохранение земель различного назначения и устойчивое развитие малоэтажных городов. Эксплуатация подземных транспортных коммуникаций, промышленных и гражданских объектов, защищенных от воздействия климатических факторов, сейсмозрывных волн и проникающей радиации, отличает повышенная вибро-устойчивость, акустическая изоляция и неуязвимость от средств массового поражения. При этом накопленный опыт непрерывного приточно-вытяжного проветривания шахт и рудников с поддержанием определенной влажности и температуры рудничного воздуха приводит к снижению вредных выбросов и, как следствие, - к улучшению качества воздушной среды на земной поверхности. Появляются реальные возможности экономии энергетических ресурсов за счет меньших теплопотерь подземных сооружений и отсутствия резких температурных колебаний, зависящих от смены сезонов, особенно на территории России с повсеместным распространением сезонной и многолетней мерзлоты.

Однако, несмотря на то, что уже почти 50 лет приоритетным направлением комплексного освоения недр является освоение подземных ресурсов [5], академической горной наукой так и не были подготовлены нормативно-правовые и технологические требования, регламентирующие недропользование в современных условиях обеспечения техносферной безопасности.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для создания благоприятных условий развития малых городов и закрепления населения на уже освоенных территориях должен быть разработан комплект следующих нормативно-законодательных актов и документов [6]:

1) Нормативные требования к возврату в Государственный Фонд Недр внешних и внутренних отвалов карьеров и отходов производства, а также Правила их складирования в целях максимальной заинтересованности новых инвесторов для переработки так называемых техногенных месторождений;

2) Нормативные требования к открыто-подземным пространствам карьеров и рудников для постановки их на учет в Государственный кадастр полостей недр в целях поиска инвесторов для организации новых производственных площадей [7];

3) Нормативы рациональных параметров капитальных выработок вскрытия и систем разработки для карьеров и рудников, в частности, совершенствования систем разработки с внутренним отвалообразованием вскрышных пород на карьерах и камерных систем разработки на рудниках;

4) Техничко-экономического обоснование (ТЭО) целесообразности комплексной переработки отходов горного производства;

5) Санитарные правила и нормы (СанПиН) гидрозакладки отходов производства в подземных выработках и карстовых полостях, в том числе, вблизи зон тектонических нарушений.

Кроме того, необходимо повсеместно обеспечить оперативный контроль за качеством атмосферного воздуха и водных ресурсов в целях ужесточения реального воздействия на источники загрязнения окружающей среды.

## **ВЫВОДЫ**

Международный опыт освоения подземных пространств мегаполисов и строительства отдельных подземных объектов на глубине до 40-50 м показывает перспективность создания и развития открыто-подземных пространств на базе горных выработок карьеров и рудников, расположенных зачастую на значительно больших глубинах. Однако для обеспечения важ-



нейшего направления комплексного освоения недр необходимо на законодательном и отраслевом уровнях принять ряд отмеченных выше нормативно-правовых документов, для разработки которых и будут продолжены наши исследования в части подготовки ТЭО комплексной переработки отходов горного производства и параметров горных выработок, перспективных для подземного строительства народно-хозяйственных объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарев А.Б., Винников Ю.Л. Подземное строительство / Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 262 с.
2. Папернов М.М., Зильберборд А.Ф. Производственные и складские объекты в горных выработках / 2-е изд. М., Стройиздат, 1984. - 184 с.
3. Гендлер С.Г. Обеспечение комплексной безопасности при освоении минерально-сырьевых и пространственных ресурсов недр / Горный журнал, 2014, № 5, С. 98-102.
4. Комаров Е.И., Томаев В.К. Методы организации гидрозакладочных работ при камерной системе разработки / Горный информационно-аналитический бюллетень, 2007, № 3. С. 235 - 238
5. Комаров Е.И., Емельянов В.И. Комплексное освоение недр – М., МГОУ, 2012. - 62 с.
6. Модельный кодекс / Принят на 20-м пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ, постановление № 20-8 от 07.12.2002.
7. Амеличев Г.Н., Климчук А.Б., Токарев С.В., Меметова Э.И. Кадастр карстовых полостей Крыма: прошлое, настоящее, будущее / Геополитика и экогеодинамика регионов. – Симферополь, 2014. – Т.10, вып. 1. - С. 345-351.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ СУРА-СВЯЖСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Кузнецова О.Г.<sup>1</sup>

*1-аспирант 1-го года обучения НИУ МГСУ, Ярославское шоссе д.26*

*Научный консультант д.г.-м. н, проф., кафедры ИИиГЭ Лаврусевич А.А., НИУ МГСУ, Ярославское шоссе д.26*

### **Аннотация:**

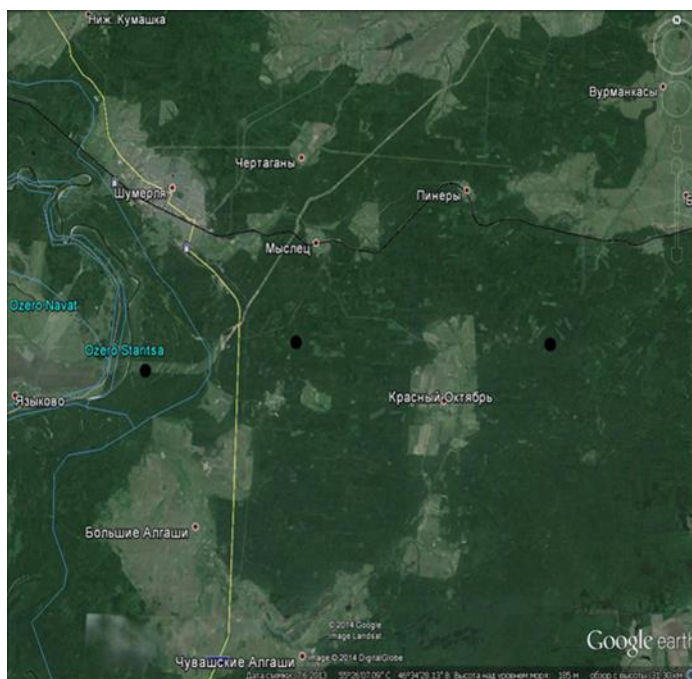
Поставлена проблема нормирования содержания поллютантов в компонентах ландшафта. ПДК рассматриваются как архаичные, обобщенные данные. Предпринята попытка сравнения концентрации тяжелых металлов в ненарушенных «эталонных» ландшафтах и с техногенным воздействием.

Проблема выделения маркеров начальной техногенной нарушенности экосистемы стоит особенно актуально. Общепринятые предельно-допустимые концентрации (ПДК) поллютантов предлагают сравнивать полученные аналитическим путем данные с максимально-возможным значением, которое может вынести экосистема. Для качественного анализа и прогноза особенно актуальна проблема выделения маркеров начальной техногенной трансформации ландшафтов.

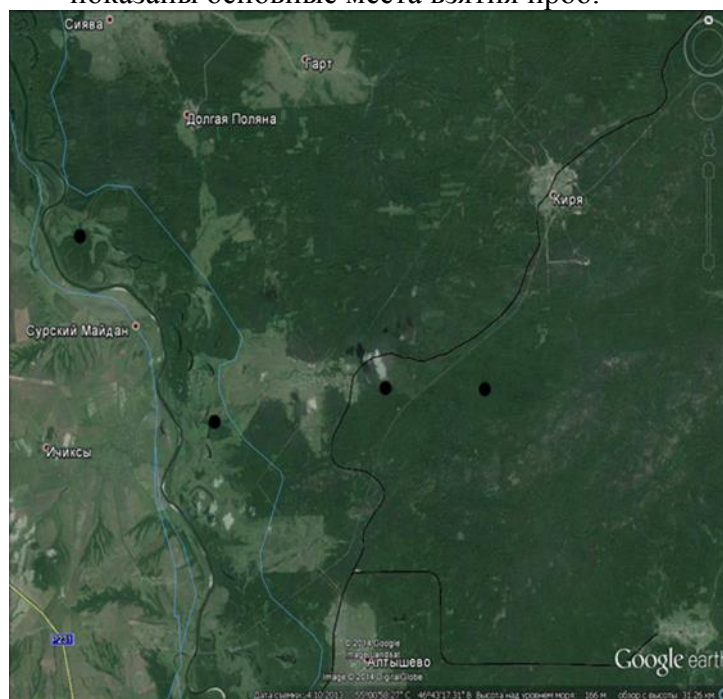
Для решения этой проблемы были проведены исследования на территории Сура-Свияжского междуречья Приволжской возвышенности [2]. Проведены исследования почв, почвообразующих пород, растительности, ила и вод. В качестве объектов исследования определены слабонарушенные (рис.1.а) и техногенно неизменные ландшафты на территории ГПЗ «Присурский» (рис.1.б). На всех ключевых участках производился отбор проб почв по генетическим горизонтам в соответствии с общепринятыми методиками [1, 3, 5].

Большую часть природных ландшафтов занимает государственный заповедник «Присурский». На территории преобладают хвойно-широколиственные леса. В составе древостоя преобладает ель, встречается сосна и реже береза. Поверхность почвы покрыта сплошным ковром из зеленых мхов. Растительность района исследования типичная для ельника-зеленомошника. Расстояние от автономного ландшафта до города Вурнары составляет 54 км. Антропогенное воздействие минимально и проявляется в основном во влиянии атмосферных осадков.

Основными почвообразующими породами района исследования являются глинистые и тяжелосуглинистые материнские породы, а также древнеаллювиальные пески. Автономные ландшафты территории исследования представлены в основном дерново-подзолистыми почвами. В виду неоднородности почвообразующих пород гранулометрический состав почв характеризуется как неоднородный.



**Рис. 1. а.** Нарушенные ландшафты. Фото со спутника (Программа Google earth.) Точками показаны основные места взятия проб.



**Рис. 1. б.** Природные, или эталонные ландшафты. Фото со спутника (Программа Google earth.) Точками показаны основные места взятия проб.

Выбранные для проведения исследования ландшафты с антропогенной нагрузкой являются нарушенными. Расположенные гипсометрически ниже транзитные, супераквальные и аквальные ландшафты испытывают воздействие городов Шумерля и Вурнары, функционирующих предприятий, сельскохозяйственных территорий, испытывают воздействие последствия обогачения пашней удобрениями, гербицидами и другой химической продукцией. При этом озеро Ургуль располагается на расстоянии 4 км от города Шумерля и на расстоянии 32 км от города Вурнары, от г. Вурнары до автономного ландшафта, исследованного нами – 14 км. Супераквальный ландшафт, являясь памятником природы, все же используется в целях рекреации.

Элювиальный автономный ландшафт нарушенных ландшафтов сложен песчаными подзолистыми и глеевато-суглистыми почвами на глинистых отложениях юрского периода. Растительность автономного ландшафта – березовые леса с примесью осины, липы и других пород. Трансэлювиальный ландшафт сложен песчаными подзолистыми почвами на меловых песках. Супераквальный ландшафт сложен глеево-песчаными слоистыми почвами на четвертичных песчаных почвообразующих породах. Растительность супераквального ландшафта озера Ургуль представлена сосновыми лесами с примесью березы, осины, реже – ели, липы (рис. 1а).

Тип природопользования автономного и транзитного ландшафтов – кордон. Озеро Ургуль является памятником природы, установлен охранный режим. Однако испытывает действие антропогенное воздействие в форме рекреации. Кроме того, воздействие идет от расположенных гипсометрически выше городов Шумерля и Вурнары. На территории последнего располагается завод химических препаратов и другие предприятия. Кроме того, город имеет обветшавшую систему водоотведения.

Геохимический метод анализа сопряженных ландшафтов уникален тем, что можно выявить загрязнение определить источник даже «постфактум». Благодаря геохимической миграции загрязняющие вещества аккумулируются в аквальных и супераквальных ландшафтах.

С целью оценки экологической опасности и измененности от природного фонового уровня применяется индикация загрязнения, достигаемая расчетом коэффициента техногенной концентрации или аномальности (Кс). Коэффициент техногенной концентрации показывает, во сколько раз содержание элемента в нарушенном ландшафте выше его содержания в фоновых ландшафтах [7]. Кс характеризует интенсивность загрязнения, однако не показывает его опасность.

Растительность ландшафтов нарушенных ландшафтов во всех пробах содержала большее количество тяжелых металлов, чем растения природных ландшафтов (табл. 1).

**Табл. 1.** Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в растительности природных и нарушенных ландшафтов.

Тяжелые металлы, мг/кг	Природные ландшафты	Нарушенные ландшафты
Злак		
Mn	812,05	2869,68
Zn	67,54	395,29
Cu	38,58	171,71
Ива козья (зеленая масса)		
Mn	8718,07	11305,26
Zn	747,50	767,66
Cu	127,44	346,07

Таким образом, злаки нарушенных ландшафтов содержат магния в 2,5 раза больше концентрации магния в почвах заповедника; меди – в 4,5 раза больше; цинка – в 6 раз. Древесные растения нарушенных ландшафтов содержат магния в 1,5 раза больше; меди – в 2 раза; цинка – одинаковое количество.  $K_c$  (Mg в золе растительности) = 2,5;  $K_c$  (Cu в золе растительности) = 4,5;  $K_c$  (Zn в золе растительности) = 6. Нами рассчитан суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ), предложенный Ю.Е. Саеом и характеризующий степень загрязнения ассоциации элементов относительно фона. Суммарный показатель загрязнения для тяжелых металлов растительности равен:  $Z_c = (2,5+4,5+6) - 2 = 11$ .

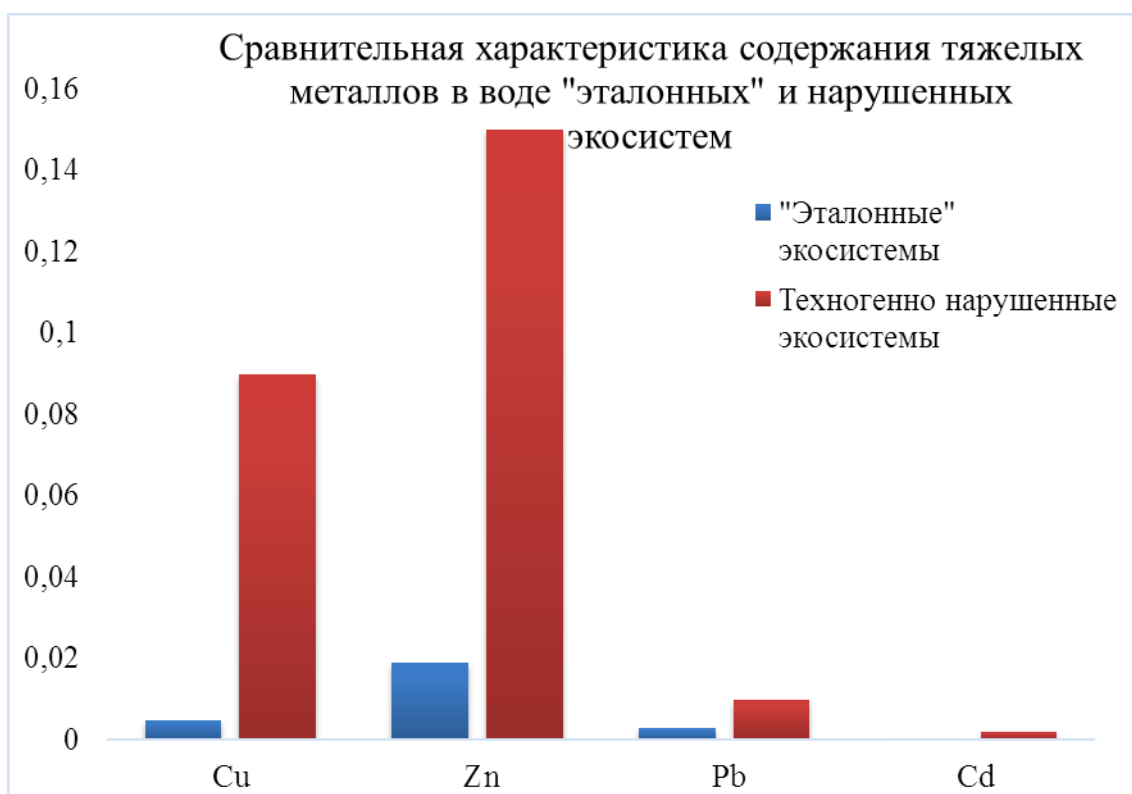
Все пробы воды не превышали ПДК по общим химическим показателям. Однако воды нарушенных ландшафтов содержат сухой остаток в 2,5 раза, превышающий значения природных ландшафтов; хлоридов в 1,5 раза. Сульфатов больше в 2,6 раза в озерах природных ландшафтов. Вероятно, это связано с близким залеганием гипсовых месторождений. Активная реакция среды в озерах с нарушенных ландшафтов – слабокислая (5,6-6,7); озера Ургуль – близка к нейтральной (7,3). Нитратов больше в водах озер заповедника (1,92-1,68 мг/л). Эти показатели в 1,5 раза выше показаний вод озера Ургуль (1,06 мг/л), испытывающим антропогенное воздействие.  $K_c$  (сухого остатка) = 2,5;  $K_c$  (Cl<sup>-</sup>) = 1,5. Суммарный показатель загрязнения для общих химических показателей вод равен:  $Z_c = (2,5+1,5) - 1 = 3$ .

Таким образом, воды нарушенных ландшафтов содержат большее количество сухого остатка и хлоридов, нежели воды озер заповедника. Однако все они не превышают ПДК. Исходя из этого, нарушенные ландшафты можно считать слабонарушенными.

Тяжелые металлы и их соли – в первую очередь промышленные загрязнители. Воды озера Ургуль превышали ПДК рыбохозяйственного назначения по меди, цинку и свинцу (рис.2).

Превышение ПДК связано с расположенным гипсометрически выше городом Вурнары, в котором функционирует химический завод «Смесевых препаратов», производящий химические средства защиты растений, минеральные удобрения и продукцию бытовой химии. Металлы входят в состав минерального удобрения «Суперфосфат» и фунгицидов, которые вносят в почву расположенных гипсометрически выше полей. Поступают в воды гидроморфных ландшафтов из расположенных гипсометрически выше рек Вурнарка и Апнерка, в которые сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды капитальной жилой и общественной застройки, «Завода смесевых препаратов» и «Завода сухого обезжиренного молока», и других предприятий города Вурнары. Кроме того, прокуратурой Вурнарского района 10 октября 2012 года выявлены нарушения опорной конструкции канализационных труб ООО «Вурнары. Завод Сухого обезжиренного молока» вследствие чего происходила утечка канализационных стоков.

Согласно официальным заявлениям (ФГУП РНИП Институт урбанистики) нормативно-очищенные стоки города Вурнары составляют 95%. Несмотря на это, степень загрязнения реки Вурнарки согласно суммарному показателю загрязнения оценивается от умеренной (0,1-3) до высокой (3-10), у ее притоков со стороны поселка высокой (10-100) и даже экстремальной (более 100). Наибольшую концентрацию имеют железо, марганец, натрий и кадмий.



**Рис. 2.** Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в воде «эталонных» и техногенно-нарушенных экосистем.

На рис. 2 представлена диаграмма содержания тяжелых металлов вод озер природных и техногенно-нарушенных ландшафтов. Из диаграммы видно, что максимальные значения в 6-13 раз больше минимальных значений концентрации природных ландшафтов. Сравнение диаграмм содержания тяжелых металлов природных и слаборазрушенных ландшафтов показало, что:

- свинца в 25 раз;  $K_c$  (Pb в воде) =25;

- цинка в 50 раз;  $K_c$  (Zn в воде) =50;

- меди – в 128 раз больше в слаборазрушенных ландшафтах, нежели в природных.  $K_c$  (Cu в воде) =128.

Суммарный показатель загрязнения для тяжелых металлов вод равен:  $Z_c = (25+50+128) - 2 = 201$ . Это говорит о процессах накопления тяжелых металлов водами озер нарушенных ландшафтов.

Таким образом, на исследуемой территории Сура-Свияжского междуречья Приволжской возвышенности тяжелые металлы могут являться индикаторами начальной деградации почв, вод и растительности. Накопление металлов супераквальными ландшафтами является наиболее выразительным индикатором, данные могут использоваться для определения источника загрязнения «постфактум». Т.е. для определения качества всего водосбора может использоваться обнаружение металлов в почвах супераквальных ландшафтов. Тяжелые металлы в пробах воды также являются хорошим индикатором, но ограниченное время – один сезон, т.е. до оседания металлов в донные отложения и связывания с органическим веществом. Растительность видоспецифична по отношению к накоплению тяжелыми металлами, то есть различные виды растительности проявляют тенденцию к накоплению разных видов тяжелых металлов или, наоборот, отторжения, не смотря на загрязнение металлами почвы. Кроме того, барьером на пути к аккумуляции металлов из почвы служит корень растения. Однако, как указывают исследователи зарегистрирована тенденция увеличения концентрации тяжелых металлов в злаках даже спустя три года после регистрации превышения ПДК металла в почве.

Таким образом, в качестве маркеров экологической ситуации можно выделять тяжелые металлы: свинец, медь, кадмий и другие.

Геохимические методы позволяют достоверно и полно охарактеризовать экологические загрязнения, нанесенные ландшафту в прошлом, показать настоящее состояние и сделать прогноз развития территории. Сравнительный анализ природных и слабонарушенных ландшафтов позволяет проследить степень нарастания антропогенной нагрузки территории, а также сделать прогноз развития ландшафта.

Таким образом, все пробы воды и растительности сохраняют тенденцию аккумуляции тяжелых металлов в техногенно-нарушенных ландшафтах. Слабонарушенных ландшафты могут использоваться в качестве показателей качества среды территории, т.к. по их территории можно проследить степень накопления техногенной нагрузки. Экологическими маркерами степени нарастания техногенной нагрузки территории могут служить тяжелые металлы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методика исследований природных ландшафтов. - М.: изд-во МГУ, 1964. - 230 с.
2. Горшкова О.Г. К ландшафтно-геохимической характеристике гидроморфных ландшафтов бассейна среднего течения реки Суры // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». - 2009. - №2. - С.39-43.
3. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка. - М.: Изд-во МГУ, 1987. - 269 с.
4. Костовска С.К., Кузнецова О.Г. Выявление антропогенной истории ландшафтов гидрохимическими методами // Природа и общество. Динамика кризиса. Серия «Социально-естественная история. Генезис кризисов природы и общества в России». Отв. ред. Борисова Е.А. вып. XXXIX. М.: МБА, 2015. -С. 148-152.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений, при контроле загрязнения окружающей среды металлами / по ред. Н.Г. Зырина, С.Г. Малахова. - М.: Гидрометеиздат, 1981. - 109 с.
6. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
7. Перельман А.И., Касимов Н.М. Геохимия ландшафта: Учебное пособие. Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Москва: Астрель-2000, 1999. – 768 с.

## РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПУНКТА ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

Лукьянова Ю.Н.<sup>1</sup>

*1-аспирант НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант д.г.-м.н. проф. кафедры ИИиГЭ Лаврусевич А.А., НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

### **Аннотация**

В данной работе рассматривается вопрос определения санитарно-защитной зоны пункта хранения радиоактивных отходов (ПХРО) с точки зрения степени его опасности. В Российском законодательстве нормативные акты издаются отдельно для промышленных предприятий радиационных и промышленных предприятий не радиационных. Тем не менее, невозможно применять единообразный подход для столь различных предприятий, как производство по добыче урана, переработке урана, обогащению урана, изготовлению ТВЭЛов, а также предприятий по обращению отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО). Все эти предприятия являются объектами использования атомной энергии (ОИАЭ), но выполняют разные по своему назначению задачи.

Проблемные вопросы определения границ санитарно-защитной зоны радиационных объектов освещались многими авторами [1]. Как правило, авторы сравнивают определения санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в разных нормативных документах; критерии определения санитарно-защитной зоны для радиационных и не радиационных объектов; делают вывод о наличии пробела в нормативно-правовых документах в части отсутствия требований к тому, как следует проводить расчет и обоснование границы СЗЗ радиационного объекта в общем случае. В 2016 году были впервые введены Методические указания МУ 2.6.5.010-2016 «Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов» [2], утвержденные заместителем руководителя ФМБА России, главным государственным санитарным врачом ФМБА России, разработанные с участием авторов статьи [1].

В статье [3] авторы приводят примеры отнесения радиоактивных отходов к удаляемым и не удаляемым в рамках первичной регистрации накопленных РАО в ходе реализации Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016-2020 годы и на период до 2025 года» (ФЦП ЯРБ-2). Статья представляет интерес с точки зрения приведения примеров безопасного хранения РАО в существующих пунктах хранения. В частности, был разработан и апробирован метод расчета вреда окружающей среде в случае оставления РАО на месте. Результаты оценки вреда от гипотетической гибели биоты в местах влияния объектов в основном оказались либо равными нулю, либо настолько малыми, что не повлияли на выбор способа захоронения. Разработанный метод лег в основу действующих рекомендаций Росгидромета для оценки радиационного воздействия на биоту [4].

Спорный момент в установлении санитарно-защитной зоны для пункта хранения радиоактивных отходов заключается в том, что при всех созданных условиях, способствующих безопасному функционированию, этот объект является радиационным и считается потенциально опасным.

Пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пункты хранения, хранилища радиоактивных отходов - стационарные объекты и сооружения, не относящиеся к ядерным установкам, радиационным источникам и предназначенные для хранения ядерных



материалов и радиоактивных веществ, хранения или захоронения радиоактивных отходов относятся к объектам использования атомной энергии в соответствии со ст.3 Федерального закона от 21.11.1995 N 170-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "Об использовании атомной энергии" [5].

Вопросы обеспечения безопасности, в частности требования к определению границ санитарно-защитной зоны радиационных объектов регулируются следующими нормативными документами:

- СП 2.6.1.2216-07 "Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ" (вместе с "СП 2.6.1.2216-07. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП СЗЗ И ЗН-07) [6];

- МУ 2.6.5.010-2016 Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов [2];

- Новые требования ФМБА России (от 16.09.2013, исх. №322024/549 и от 05.02.2015 № 322024/69): учет в едином проекте СЗЗ всех факторов [7];

- Федеральный закон от 09.01.1996 № 3 ФЗ «О радиационной безопасности населения» [8];

- Нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009 [9];

- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) [10].

Первым шагом для определения границ СЗЗ радиационного объекта необходимо определить КАТЕГОРИЮ объекта.

В соответствии с п. 3.1.6 ОСПОРБ-99/2010 «Установление категории радиационного объекта базируется на оценке последствий аварий, возникновение которых не связано с транспортированием источников излучения за пределами территории объекта и гипотетическим внешним воздействием (взрывы в результате попадания ракеты, падения самолета или террористического акта). Категория радиационных объектов должна устанавливаться на этапе их проектирования.

Для определения категории ПХРО необходимо определить его потенциальную опасность, которая определяется возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии. По потенциальной радиационной аварии устанавливается 4 категории объекта.

К I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите.

Во II категории объектов радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.

К III категории относятся объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта.

К IV категории относятся объекты, радиационное воздействие от которых при аварии ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.

Вокруг радиационных объектов I - III категорий устанавливается санитарно-защитная зона, а вокруг радиационных объектов I категории - также и зона наблюдения. Для радиационных объектов III категории санитарно-защитная зона ограничивается территорией объекта, для радиационных объектов IV категории установления зон не предусмотрено.

Таким образом, потенциальная опасность радиационного объекта определяется его возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии, а не в условиях нормальной эксплуатации объекта, как это сформулировано в нормативных документах. Отсюда вытекает противоречие с определением санитарно-защитной зоны в регламентирующих документах, поскольку в них СЗЗ рассматривается как защитный барьер в условиях нормальной эксплуатации объекта.

Для рассматриваемого объекта – ПХРО, перед выбором участка для проектирования проводятся исследования, обусловленные необходимостью прогнозирования возможного выхода радионуклидов за пределы санитарно-защитной зоны, вследствие существующих инженерно-геологических условий, которые могут начать проявлять свои опасные свойства после строительства хранилища под действием природно-техногенных причин. Горные породы могут не обладать необходимыми теплофизическими свойствами или изменить их с течением времени; среда захоронения, в связи с изменением гидрогеологических условий, окажется сильно обводненной; подземные воды окажутся агрессивными по отношению к отвержденным радиоактивным отходам и будут хорошо растворять радионуклиды; поток подземных вод окажется направленным в сторону выноса к поверхности земли и др. Чтобы избежать развития негативных сценариев, при функционировании хранилища, геологическая среда должна соответствовать достаточно жестким требованиям.

Исходя из этого, ставится задача правильного определения границ санитарно-защитной зоны наблюдения радиационных объектов. Для признания ПХРО отвечающим требованиям безопасности, проводится сбор и систематизация данных о состоянии недр. Основная цель - оценка состояния геологической среды площадки проведения работ, определение основных источников и характера воздействия на нее, выявление закономерностей распределения и развития негативных процессов. Проводится сбор сведений фондовых материалов, из геологических отчетов по геологоразведочным работам, о геолого-тектонических, геоморфологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, геохимических, геофизических особенностях территории, о ландшафтно-климатических и техногенных факторах и их влиянии на геологическую среду. Целью выполняемых аналитических работ является выявление причин, характера и масштабов развития негативных процессов, возникающих в геологической среде под воздействием природных и техногенных факторов и разработка рекомендаций по их предотвращению, локализации или ликвидации.

На этапе детальной геологической характеристики выбранной площадки проводятся наиболее интенсивные, дорогие и методологически сложные геологические исследования, что связано с созданием модели для оценки безопасности хранилища. Обычно осуществляется проведение комплекса геолого-геофизических и петрографо-минералого-геохимических исследований. Основная цель - изучение состава вмещающих пород, их трещиноватости, связанной как с генезисом породы, так и тектоническими условиями, петрофизических и сорбционных свойств. Так же состав и свойства подземных вод и их взаимодействие с высокоактивными отходами (ВАО) и отработавшим ядерным топливом, направление и скорости водного потока и многих других параметров, необходимых для моделирования утечек из будущего хранилища. Характеристика места требует детального картирования как поверхности, так и проведения глубокого бурения для определения структурно-тектонических особенностей массива в целом.

До проведения наблюдений и экспериментов за возможными миграциями радиоактивных веществ необходимо изучение гидродинамического режима водоносного горизонта и источника его техногенного нарушения с обязательным определением скорости и направления фильтрационного потока. Определение границ радиоактивного загрязнения водоносных горизонтов должно проводиться для каждого изотопа, мигрирующего в составе комплексного загрязнения.

Созданию расчетной модели предшествует разработка концептуальной модели миграции. В ней характеризуются механизмы и условия миграции радионуклидов в зависимости от влияния ведущих гидрометеорологических факторов, факторов геологической и микробиологической сред, а также техногенеза (инженерно-геохимические барьеры). Например,

- изменение климата считается постоянно действующим фактором, который способен инициировать различные процессы в геологической среде и тем самым привести к смене базового сценария. Увлажнение — иссушение климата региона вызовет изменение уровня подземных вод и положения областей питания и разгрузки, что повлияет на эволюцию полей

фильтрации подземных вод. Похолодание - потепление климата может вызвать образование или оттаивание вечной мерзлоты и многочисленных сопутствующих процессов (псевдокарст, прорывы на поверхность газосодержащих линз и др);

- *прогноз вертикальных движений (подъем /опускание) района хранилища* влияет на изменение региональной гидродинамики, которая выразится в изменении положения областей питания и разгрузки, а также уровня подземных вод на участке;

- эрозия поверхности относится к долгосрочным постоянным процессам и, теоретически, способна уничтожить или опасно уменьшить толщину пород, изолирующих хранилище от биосферы;

- изменение (выветривание) пород вдоль путей фильтрации подземных вод может оказать влияние на фильтрационные свойства водопрводящей трещинной сети;

- *внедрение соленых (пресных) подземных вод* может изменить течение процессов конвективного переноса и химического взаимодействия. Задача состоит в том, чтобы выяснить, есть ли предпосылки к резкому или постепенному изменению солености подземных вод в будущем и оценить необходимость включения этого фактора как основу одного из вариантов базового сценария;

- *микробиологические популяции* являются обычным компонентом геологической среды и поэтому рассматриваются в качестве постоянного фактора, влияющего на течение процессов химического взаимодействия в системе изоляции. При этом для моделирования важен не только существующий уровень активности микроорганизмов, но и возможное изменение их активности при возрастании температур в ближнем поле хранилища в результате тепловыделения в ВАО и ОЯТ;

- растворение и осаждение минералов в трещинах может последовать за обводнением пород ближнего поля и восстановлением природного равновесия после вывода хранилища из эксплуатации. Соответствующие изменения в процессах переноса и осаждения радионуклидов обычно включают в базовый сценарий в качестве краткосрочных событий, происходящих в ближнем поле. Для их достоверного моделирования требуются специальные исследования;

- тектоническая активизация разломов, сейсмическая активность и подвижки блоков пород, связанные с изменением напряженно-деформированного состояния массива, горные удары, вывалы и др.

- проходка глубоких водозаборных скважин на площадке и вблизи ее, в результате чего скважины пересекают загрязненные подземные воды, относится к факторам техногенеза и является возможной причиной аварийной утечки радионуклидов после снятия ведомственного контроля. Для обоснования включения или исключения данного фактора из дальнейшего рассмотрения, в числе причин аварийных сценариев следует рассмотреть предпосылки добычи подземных вод с учетом их питьевых свойств и запасов.

Расчетная модель должна включать процессы переноса, процессы преобразования фазового состояния соединений радионуклидов, процессы замедления движения радионуклидов относительно водного потока, а также процесс радиоактивного распада. Параметры необходимые для их моделирования должны быть изучены с достаточной детальностью. Параллельно с детальным изучением площадки проводятся экспериментальные исследования в лабораториях. Они нацелены на получение данных о растворимости радионуклидов в подземных водах, отвечающих составу вод площадки, формах нахождения радионуклидов в подземных водах и других параметров, необходимых для имитационной оценки возможных масштабов утечки радионуклидов из хранилища и последствий для окружающей среды и населения.

Таким образом, определению границ санитарно-защитной зоны ПХРО предшествует исследование выбранного участка. И, хотя, обосновывается возможность безопасного захоронения РАО, с учетом прогнозируемой эволюции объекта, этот объект является радиационным и должен быть отнесен к одной из четырех категорий объектов, исходя из его потенци-

альной опасности. Т.к. в случае аварии потенциальная угроза заключается в распространении радионуклидов подземными, наземными водами, следовательно, возможно радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите, относим ПХРО к I категории.

На основании вышеизложенного предлагается рассчитывать СЗЗ ПХРО основываясь на следующих данных:

- ПХРО располагается как самостоятельный объект или в составе производства;
- РАО одного класса или разных помещены в хранилище;
- общая площадь территории и схема размещения на ней пунктов хранения;
- период хранения РАО: подлежат или нет дальнейшему изъятию и перемещению;
- геологические условия окружающей среды;
- какие факторы, события, процессы могут повлиять на изменение геологической среды, какие возможные последствия таких изменений;
- расстояние до ближайших населенных пунктов;
- статус населенных пунктов: относятся или нет к обеспечению функционирования ПХРО;

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, в каком направлении до границы СЗЗ расстояние будет больше, а в каком меньше. То есть форма и размер СЗЗ будет зависеть от направления движения подземных вод и других геологических условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Е.А., Кочетков О.А., Поцяпун Н.П. Проблемные вопросы установления санитарно-защитных зон радиационных объектов//АНРИ № 4 2015 г., с. 2-8.
2. МУ 2.6.5.010-2016 Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов.
3. Бочаров К.Г., Михеев С.В., Ведерникова М.В. Перспективы работ по накопленным РАО в организациях топливной компании АО «ТВЭЛ»//«Радиоактивные отходы» № 1, Ноябрь 2017 г., с. 86-93.
4. Рекомендации Р52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. — Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.04.2015. — 64 с.
5. Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».
6. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснования (СП СЗЗ и ЗН-07).
7. Новые требования ФМБА России (от 16.09.2013, исх. №322024/549 и от 05.02.2015 № 322024/69): учет в едином проекте СЗЗ всех факторов.
8. Федеральный закон от 09.01.1996 «№ 3-ФЗ О радиационной безопасности населения».
9. СП 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
10. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ремнева Д.А.<sup>1</sup>

*1-студент 3курса НИУ МГСУ, Москва, Ярославское шоссе д.26*

*Научный консультант к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Мамина Д.Х., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

### **Аннотация**

Многие отходы промышленности представляют большой практический интерес, но по разным причинам остаются недостаточно востребованными. В данной статье приведены методики использования зол теплоэлектростанций в производстве строительных материалов. На основании рассмотренных методик получены результаты испытаний образцов с использованием зол-уноса. Выявлены их механические и физико-химические свойства, достоинства и недостатки.

Целью исследования является возможность утилизации зол ТЭС в производстве строительных материалов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Россия богата минерально-сырьевыми и энергетическими ресурсами, большая часть которых реализуется в промышленности – топливной, химической, строительной, в производстве черной и цветной металлургии, энергетики. Проблема в том, что только одна десятая часть ресурсов реализуется как полезный продукт, выработка же складывается на полигонах в виде отходов. Разработано множество технологий переработки вторичных продуктов производства, однако их применение не получило широкого распространения. К примеру, за 2014 год образовано 22 млн. тонн золошлаков, из них утилизировано 2,7 млн. (16%) [1].

Решение данной проблемы является стратегически важной задачей. С экономической точки зрения, капитальные вложения необходимые для переработки вторичного сырья, примерно в четыре раза меньше, чем при получении продукции из первичного сырья [2]. Технология безотходного производства сократила бы расходы на добычу, транспортировку и переработку полезных ископаемых. Отрасль строительных материалов является наиболее емкой в использовании отходов промышленности. По составу и свойствам многие промышленные отходы близки к природным ресурсам. Благодаря их использованию, готовый материал приобретает новые механические и физико-химические свойства.

### **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Проблема утилизации отходов промышленности, в частности отходов угольных электростанций, чрезвычайно актуальна. В статье [1] приведены статистические данные о переработке и складировании золошлаков в России. Выявлены основные проблемы использования сырья на законодательном уровне.

В работе [2] представлены классификации промышленных отходов и основные параметры, характеризующие любой промышленный отход. На основании этих данных удалось рассмотреть методики использования золошлаковых смесей ТЭС ОАО «Иркутскэнерго» [3].

Также проведен анализ частного использования золошлаков в производстве строительных материалов на основе исследований [4], [5], [6].

## МЕТОДЫ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее часто в производстве строительных материалов применяются отходы теплоэлектростанций (ТЭС), такие как зола-уноса и золошлаковые смеси. Зола-уноса представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий, как правило, из частичек размером от долей микрона до 0,14 мм. Зола образуется в результате сжигания твердого топлива, и улавливается электрофильтрами. Основными компонентами золы являются оксид кремния, оксид алюминия, оксид железа и редкоземельные металлы.

В соответствии с ГОСТ 25818-91 золы имеют классификации в зависимости от вида сжигаемого топлива, тонкости помола в процессе его подготовки и температуры в зоне горения. В отрасли строительных материалов наиболее интересна классификация химического состава золы и качественных показателей, которые подразделяются на 4 типа:

1. Для железобетонных конструкций и изделий из тяжелого и легкого бетонов;
2. Для бетонных конструкций и изделий из тяжелого и легкого бетонов, строительных растворов;
3. Для изделий и конструкций из ячеистого бетона;
4. Для бетонных и железобетонных изделий, и конструкций, работающих в особо тяжелых условиях (гидротехнические сооружения, дороги, аэродромы и др.).

В данной работе рассмотрим основные методики применения в составе строительных материалов зольных отходов и определим положительные и отрицательные свойства таких материалов, с целью расширения возможностей утилизации отходов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Цемент с добавлением зол-уноса и золошлаковых смесей.** При использовании золы-уноса ТЭС ОАО «Иркутскэнерго» было установлено, что увеличение в составе вяжущего доли золы ведёт к снижению плотности цементно-песчаного камня. При этом повышается водопотребность цементного теста. Несмотря на это, прочность цементного камня в ряде случаев не только не снижается, но имеет некоторый прирост.

Установлено, что золы, содержащие в своём составе наибольшее количество оксида серы (VI), могут вызвать сульфатную коррозию цементного камня. Также зола, имеющая большую удельную поверхность, приводит к резкому возрастанию нормальной густоты цементно-зольного теста, что негативно отражается на прочности.

Таким образом, установлено, что некоторые золы-уноса можно использовать в качестве кремнеземистого компонента и замещать часть цемента [3].

**Силикатные бетоны повышенной прочности с использованием золошлаковых и серных отходов.** Разработана технология композиционных материалов из крупнотоннажных золошлаковых отходов повышенной прочности методом пропитки в расплаве серы. Известно, что получаемый бетон с добавлением ЗШО имеет пористую структуру, тем самым обусловлены его низкие прочностные свойства. Обработка расплавом серы повышает прочность и плотность материала. По результатам испытания образцов цементного бетона с различным содержанием ЗШО в составе смеси (33, 66, 100% масс.) было установлено, что при добавлении модифицированного серного расплава предел прочности при сжатии увеличился в 3,5 раза. Также отметим, что высокое содержание ЗШО приводит к уменьшению прочности образца и к увеличению водопоглощения, что объясняется образованием большого количества открытых пор [4].

**Высокопрочные бетоны с комплексным применением золы-уноса, суперпластификатора и микрокремнезема (зола рисовой шелухи).** Метод основан на комплексном использовании органических и неорганических соединений в качестве добавок в бетон. Данный комплекс имеет ряд преимуществ – он существенно влияет на химические процессы формирования структуры цементного камня и твердения бетона и обеспечивает улучшение его физико-технических свойств. Это обуславливается тем, что тонкодисперсные частицы ЗРШ заполняют объём между «грубодисперсными» частицами цемента. При этом сокраща-

ется объем свободной вод, что ведет к уменьшению капиллярной пористости цементного камня.

Еще одним важным действием модификатора является химический фактор. ЗРШ и зола-уноса содержат в своем составе диоксид кремния аморфной модификации, способный вступать в реакцию с продуктами гидратации цемента. В следствии этого формируется более дисперсная, по сравнению с обычным бетоном, структура цементного камня. При этом, за счет преобладания низкоосновных гидросиликатов кальция повышается прочность и плотность бетона (табл. 1) [5].

**Табл. 1.** Прочность и плотность высокопрочных бетонов, модифицированных комплексными органоминеральными добавками

№ п/п	Кубиковая прочность при сжатии, МПа		Призменная прочность, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Плотность кг/м <sup>3</sup>	
	7 сут	28 сут	28 сут	28 сут	7 сут	28 сут
1	53,7	62,8	52,4	6,8	2322	2326
2	47,6	60,8	50,7	6,7	2344	2405
3	54,1	64,3	55,6	6,9	2312	2311
4	62,3	67,3	57,3	7,0	2348	2343
5	58,1	74,1	62,4	7,5	2378	2354

#### **Обжиговые керамические изделия с использованием модифицированных отходов.**

В качестве сырья использовались золошлаковые отходы Томской ГРЭС-2, взятые из золоотвала. Гранулометрический состав сырья указывает на большое процентное содержание микродисперсных частиц, что способствует повышению пластичности сырьевой массы. Такое сырье обладает высокой связностью, что положительно сказывается на прочностных показателях готовых керамических изделий. Дальнейшие исследования показали положительную динамику улучшения физико-механических и технологических свойств готовых изделий при использовании золы в тонкомолотом состоянии [6].

#### **ВЫВОДЫ**

Анализ методик показал, что в зависимости от вида зольных отходов, места их производства и партии, строительные материалы имеют различные механические и физико-химические свойства – положительные и отрицательные. Это обуславливается тем, что золы, поступающие на производство строительных материалов, не сертифицированы, так как относятся к пятой категории отходов. Признание зол материалом вторичного использования поможет расширить сферу их применения в различных отраслях промышленности.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Фридрих Б. Как в России решают проблему золошлаковых отходов // Энергетика и промышленность. 2016. № 1-2. С. 285—286.
2. Агеева М.С., Шапавалов С.М., Боцман А.Н., Ищенко А.В. К вопросу использования промышленных отходов в производстве вяжущих веществ // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. № 9. С. 58-61.
3. Макаренко С.В., Башиев Д. И., Хохряков О.В., Хозин В.Г. Влияние зол-уноса и золошлаковых смесей ТЭС ОАО «Иркутск-энерго» на свойства цемент // Известия КГЛСУ. 2014. № 4. С. 278—283.
4. Медведева Г.А., Ахметова Р. Т., Строганов В.Ф., Диргамова Л.Р. Технология утилизации техногенных золошлаковых и серных отходов при изготовлении силикатных бетонов повышенной прочности // Известия КГЛСУ. 2014. № 3. С. 168—170.
5. Игуен Динь Чинь, Игуен Тхе Винь, Баженов Ю.М. Высокопрочные бетоны с комплексным применением золы рисовой шелухи, золы-уноса суперпластификаторов // Вестник МГСУ. 2012. №1. С. 77-82.
6. Юрьев И.Ю., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г. Исследование влияния модифицированных золошлаковых отходов на свойства обжиговых керамических изделий // Вестник ТГАСУ. 2013. №4. С. 191-195.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ РЕКИ ДЕСНА В РАЙОНЕ ГОРОДА БРЯНСК

Минязов Б.Р.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе д.26*

*Научный консультант к.т.н доц. кафедры ИИиГЭ Курочкина В. А. НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе д.26*

### ВВЕДЕНИЕ

В статье рассмотрены экологические проблемы реки Десна на территории Брянской области. На рассматриваемом участке находится множество населённых пунктов, включая крупнейший город области – Брянск. В связи с этим такие проблемы, как загрязнение, эрозия берегов и затопление территорий особенно актуальны и требуют скорейшего решения.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На перечисленные выше экологические проблемы среднего течения реки Десна указывают работы многих авторов. Так, по словам автора работы [1] качество воды в реке Десна на протяжении многих лет изменяется от III класса (вода «умеренно-загрязненная») до IV класса - («загрязненная»). В работе [2] названы основные источники загрязнений и проблемы с имеющимися канализационными и очистными сооружениями на территории города Брянск. В работе [3] изучалось сопротивление размыву грунтов, слагающих берега реки Десна. По 31 створу в среднем течении даны такие характеристики берега как характеристика русла, геологический состав, значение сопротивления размыву и величина продольных и поперечных деформаций русла. В работах [4-5] изучается влияние загрязняющих веществ на качество воды и экологическое состояние водных объектов в целом, а также инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния. В документе [6] помимо всего прочего разобрана проблема затопления территорий. В частности, при наихудшем варианте развития весеннего половодья в Брянской области в зоне подтопления может оказаться до 15 населенных пунктов на территориях 8 муниципальных районов и городов и 6 объектов экономики

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА:

Рассматриваемая река - река Десна, является крупнейшей рекой Брянской области. Протяженность реки составляет 1130 км. Десна имеет равнинный характер. Берёт своё начало в болотистой местности на южном склоне Смоленской возвышенности. Впадает в Днепр, устье находится на территории Украины, на несколько километров выше Киева. В пределах Брянской области река протягивается на 177 километров, площадь водосбора составляет 413 км<sup>2</sup>. Заболоченность бассейна составляет в среднем 1-6%. Русло имеет непостоянную ширину, она изменяется в пределах от 27 до 200 метров. Относительно судоходна от Жуковки до Брянска, средняя глубина реки составляет 3,2 метра в меженный период (на плёсах - 5,7 метров, на перекатах до 1 метра). Из-за особенностей геологического строения берегов и дна, Десна имеет неравномерный внутригодовой сток взвешенных наносов. Среднегодовой расход твёрдого стока равен 1,2-2,4 кг/с (в апреле до 15 кг/с). Среднегодовая мутность воды - 32 г/м<sup>3</sup>. Среднегодовой модуль твёрдого стока равен 5.5 т/км<sup>2</sup> (наименьший - 1.5 т/км<sup>2</sup>). Общая минерализация воды в реке Десне увеличилась на 27% за последние 25-30 лет. Основные проблемы: Загрязнение, эрозия берегов, подтопление.



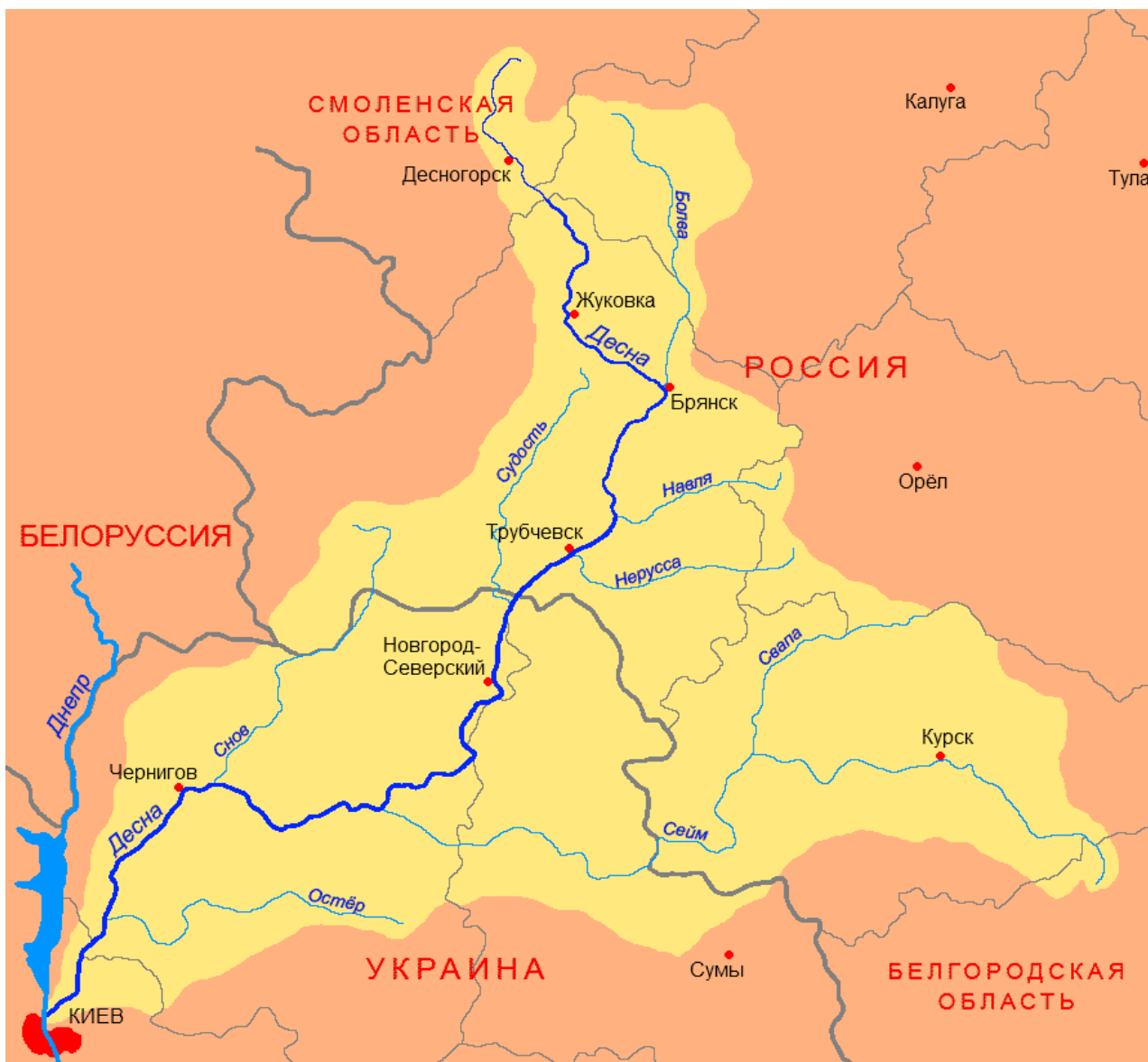


Рис. 1. Карта реки Десна.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Основной поставщик загрязняющих веществ в водные объекты в условиях городского ландшафта — поверхностный сток, образующийся на водосборных территориях промышленных площадок, временных снегосвалок, дорожных покрытий и обочин дорог. Основными поставщиками загрязняющих веществ в водные объекты Брянской области являются предприятия лёгкой и тяжелой промышленности, расположенные в городе Брянске. Доля их вклада в общий объем загрязнений составляет 55-65%. Так же около 90% поверхностного стока попадают в водоёмы неочищенными. Со сточными водами в водные экосистемы попадает огромное количество органических веществ и нефтепродуктов. В реки Десна, Болва, Снежеть в течение года привносится около 1000 т органических загрязнений, 1300 т взвешенных веществ, 7 т нефтепродуктов и других загрязнений.

Наибольший вклад загрязнений в реку Десна вносят: ОАО «Брянский машиностроительный завод», ОАО «Брянскцемент», «Жуковский велосипедный завод», ОАО «Брянский арсенал», городские очистные сооружения, которые находятся в аварийном состоянии и, в целом, являются морально и конструктивно устаревшими и не отвечают современным требованиям в области экологической безопасности. Так же в непосредственной близости от реки располагается большое количество населённых пунктов - деревень, посёлков и дачных

участков. Это приводит к изменению гидрохимического и гидробиологического режима реки, изменяя качество воды, нарушая нормальную жизнедеятельность гидробионтов.

Участок выше города подвержен в основном диффузной нагрузке - поверхностному смыву с сельхозугодий и дачных участков. Содержание органических (по БПК<sub>5</sub>, по ХПК) и биогенных веществ соответствовало нормативам, установленным для рыбохозяйственных водотоков. Отмечается незначительное превышение ПДК в весенний и осенний периоды, что обуславливается поступлением органических веществ с водосборной территории. Содержание общего железа составило 2-4 ПДК. Это превышение сохраняется постоянно, на протяжении длительного периода времени, и объясняется особенностями геологического строения и постоянной химической эрозией.

В границах города в реку Десна попадают сточные воды промышленных предприятия и очистных сооружений г. Брянска. В связи с этим наблюдается превышение концентраций анализируемых ингредиентов в отдельные сезоны:

- в период весеннего половодья 1.15- 2.5 ПДК по БПК<sub>5</sub>, в 1.1- 2.14 ПДК по ХПК;
- в летнюю межень 5 ПДК, осенью 7.5 ПДК азота нитритного;
- 1.17-2.5 ПДК азота аммонийного,
- 2.9 - 8.5 ПДК общего железа.

Установлены превышения содержания специфических загрязняющих веществ:

- нефтепродуктов (1.4-1.6 ПДК),
- формальдегида (1.2-1.4 ПДК),
- фенолов (3-5 ПДК),
- а также тяжелых металлов (медь, свинец, марганец - 2.5-10 ПДКР).

На участке за городом, вниз по течению, гидрохимические показатели определяются объемом транзитного переноса загрязняющих веществ водными массами с участков реки Десны и реки Болвы, расположенных выше. В них отмечается превышение установленных нормативов ПДК для:

- лабильное органическое вещество (по БПК<sub>5</sub>, по ХПК),
- общее железо,
- азот нитритный,
- нефтепродукты,
- формальдегиды и тяжелые металлы (медь, свинец и марганец),

В различные годы качество вод реки Десны изменяется от III класса (вода «умеренно-загрязненная») до IV класса - («загрязненная») (табл. 1).

**Табл. 1.**

Река	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Длина, км	Скорость течения, м/с	Объем стока, км <sup>3</sup>	Качество воды		Класс качества
					Загрязняющие компоненты	ИЗВ	
Десна (ст. 1-4)	88,9	1130	0,4-0,7	4,7	ОВ, N-NO <sub>2</sub> , Fe общ., ТМ (Zn)	2,37	IV
Десна (ст. 5-7)			0,3-0,4		ОВ, Fe общ., N-NH <sub>4</sub> , формальдегиды, нефтепродукты, фенолы, ТМ (Cu, Pb, Mn)	1,75	III
Десна (ст. 8-10)			0,3-0,5		Fe общ., ОВ, N-NO <sub>2</sub> , N-NH <sub>4</sub> , фенолы, нефтепродукты, ТМ (Cu, Pb, Mn)	1,64	III

Брянская городская станция аэрации в настоящий момент не в состоянии обеспечить эффективную очистку всего объема поступающих на неё сточных вод. Неэффективная работа очистных сооружений связана, в первую очередь, с довольно продолжительным сроком эксплуатации. Конструктивные и технические решения морально устарели и не соответствуют современным стандартам в области экологической безопасности. Объём поступающих на очистку сточных вод превышает расчётный, то есть, станция перегружена, нагрузка распределяется по очередям неравномерно.

Низкая эффективность имеющихся очистных сооружений отрицательно сказывается на состоянии рек. Так, например, довольно плохо работают сооружения для биологической очистки, которые принимают, в основном, промышленные сточные воды. Так же у качества исходной воды замечена тенденция к ухудшению. На артезианских водозаборах растёт содержание железа. Технологии обезжелезивания, применяемые здесь, уже не в состоянии обеспечить очистку воды до нормативных показателей.

Канализационные очистные сооружения города представляют собой комплекс сооружений механической и биологической очистки, состоящей из двух очередей, производительностью по 80 тыс. м<sup>3</sup>/сут каждая, после которых очищенные сточные воды сбрасываются в реку Десна.

Существующие очистные сооружения были спроектированы при старых, менее жестких требованиях. Их задачей было биохимическое окисление загрязняющих веществ. Очевидно, что очистные сооружения, особенно первой очереди требуют реконструкции и модернизации.

Амортизационный износ железобетонных конструкций первой очереди составляет в среднем 81-83%. Износ некоторых отдельных сооружений доходит до 100%. Наблюдаются такие признаки физического износа, как: разрушение бетонных конструкций, выветривание бетона, коррозия трубопроводов, арматуры и других металлических конструкций, физический износ скребковых механизмов. Так же система обеззараживания очищенных вод находится в плачевном состоянии и требует замены.

Существующая технологическая схема обработки осадка предусматривает на конечном этапе обезвоживание его на иловых площадках, что создает ряд трудностей с его утилизацией и создает негативную экологическую обстановку вокруг площадок, находящихся в пойме р. Десна:

- высокая влажность осадка, напускаемого на иловые площадки (В=95-97%)
- кольматация основания площадок, которые эксплуатируются с 1969г
- большая площадь площадок (18га)
- длительность процесса обезвоживания (3-5лет)
- неприятный запах
- зависимость обезвоживания от климатических факторов (количество выпадающих осадков, господствующих ветров и т. д.).

В настоящее время на иловых площадках накопилось примерно более 250 тыс. м<sup>3</sup> осадка. [3].

## **ЭРОЗИЯ БЕРЕГОВ**

В орографическом отношении долина реки Десны входит в состав Приднепровской низменности. Морфологическими особенностями долины являются асимметрия и значительная ширина (до 35 км).

Ширина поймы достигает 4,5 км, высота изменяется в пределах 1,4 - 5,1 м над меженным урезом реки и в целом уменьшается вниз по течению. Пойма двусторонняя (реже односторонняя) сегментно-гравистая, сложена песчано-супесчаными, супесчано-суглинистыми отложениями, что определяет свободные условия развития русловых деформаций и формирование преимущественно меандрирующего широкопойменного русла (табл. 2).

Табл. 2.

№ створ-ра	тип грунта по гранулометрическому составу	$R_{ст}$ , Н	$Q_{срmax}$ , м <sup>3</sup> /с	увеличение $\Delta L/L$ , раз	смещение русла (1984 – 2005 гг.), м/год		геолого-геоморфологический тип русла
					продольное	поперечное	
устье р. Габыя – устье р. Болва							
1	суглинистый	2557	145,1	1,04	1,5	менее 0,5	свободная излучина
2	суглинистый	788	157,9	1,16	1,5 – 2,0	менее 0,5	свободная излучина
3	суглинистый	1682	158,6	1,12	1,5	1,0	свободная излучина
4	песчаный	330	209,2	1,06	0,5	2,0 – 2,5	свободная излучина
5	песчано-супесчаный	330	210,5	1,11	2,0 – 2,5	2,0 – 2,5	свободная излучина
6	песчаный	346	222,7	1,14	2,5 – 3,0	2,0 – 2,5	свободная излучина
7	сложный	2004	249,7	1,07	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5	свободная излучина
8	сложный	1016	251,0	1,11	2,0 – 2,5	1,5 – 2,0	свободная излучина
9	песчаный	402	252,4	2,19	3,0 – 3,5	2,0 – 2,5	свободная излучина
10	сложный	827	255,1	1,25	3,0 – 3,5	2,0 – 2,5	свободная излучина
11	сложный	530	253,0	1,01	1,5	менее 0,5	свободная излучина окружена адаптированными
устье р. Болва – устье р. Нерусса							
12	сложный	383	315,8	1,01	1,5 – 2,0	2,0	свободная излучина окружена адаптированными
13	сложный	855	325,5	1,30	2,5 – 3,0	1,5 – 2,0	свободная излучина
14	суглинистый	770	372,4	1,11	2,5 – 3,0	1,5 – 2,0	свободная излучина
15	сложный	1853	403,8	1,29	3,0 – 3,5	1,5 – 2,0	свободная излучина, смежная излучина адаптированная
16	песчано-супесчаный	399	405,2	1,06	1,0	1,5 – 2,0	адаптированная излучина
17	песчано-супесчаный	327	405,6	1,04	3,0 – 3,5	1,5 – 2,0	свободная излучина
18	сложный	1082	419,3	-	3,0 – 3,5	1,5 – 2,0	прямолинейное русло вдоль коренного склона
19	песчаный	555	424,8	1,05	2,5 – 3,0	2,0	свободная излучина окружена адаптированными
20	сложный	805	429,0	1,00	3,0 – 3,5	менее 1,0	адаптированная излучина
21	песчаный	693	508,0	1,06	2,5 – 3,0	1,5 – 2,0	свободная излучина окружена адаптированными
22	песчаный	561	591,1	1,18	2,0 – 2,5	1,5 – 2,0	свободная излучина, смежная излучина адаптированная
23	сложный (с участием г.п. склона долины)	1267	592,5	1,10	менее 1,0	1,5 – 2,0	адаптированная излучина
устье р. Нерусса – пгт. Белая Березка							

24	сложный	920	782,4	1,16	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	свободная излучина
25	сложный	615	835,8	1,26	2,0 – 2,5	2,0 – 2,5	свободная излучина
26	песчаный	216	853,8	1,27	более 3,5	3,5	адаптированная излучина
27	сложный	1046	858,6	1,49	более 4,0	1,0	свободная излучина
28	сложный	856	865,6	1,18	более 4,0	2,0	свободная излучина
29	суглинистый	1147	340,3	1,34	1,5 – 2,0	2,5	свободная излучина
30	песчаный	169	636,2	1,20	1,5 – 2,0	3,0 – 3,5	адаптированная излучина
31	песчаный	156	637,6	1,29	1,5 – 2,0	3,5 – 4,0	адаптированная излучина

#### На отрезке устье р. Габыя - устье р. Болва, створы № 1–11

На областях поймы, где берега состоят из суглинистых грунтов (створы № 1, 2, 3) скорость смещения берегов достигает минимальных значений (в среднем 1,5 м/год). Это обуславливается тем, что у суглинков значения сопротивления размыву довольно высоки (от 787 до 2558Н).

Скорость отступления берегов увеличивается в зонах, состоящих из песчаных грунтов (створы № 4, 6, 9): поперечное отступление достигает 2,5 м/год; в продольном направлении - 3,5 м/год. Значение сопротивления размыву у песков гораздо ниже, чем у суглинков (от 330 до 402Н), этим объясняется высокая скорость деформации русла реки.

Русло, блуждающее в пойменных отложениях сложного гранулометрического состава, характеризуется увеличением скорости отступления берегов (продольных - с 1,0 до 3,5 м/год, поперечных – с 0,5 до 2,5 м/год) в соответствии с уменьшением их прочностных характеристик (с 2004 до 827Н). Закономерность нарушается в створе № 11, расположенном в черте г. Брянска, где проводимые мероприятия по сдерживанию русловых деформаций (постройка берегоукрепительных сооружений, лесопосадка) “гасят” возможные скорости размывов берегов. Интенсивность горизонтальных деформаций Десны в Брянске при сопротивлении размыву грунтов 530Н составляет менее 0,5 м/год (поперечное смещение) и 1,5 м/год (продольное).

#### На отрезке устье р. Болва - устье р. Нерусса

Скорость смещения берегов свободных излучин довольно мала, и изменяется в малых пределах на протяжении всего участка. Отступление берегов в поперечном направлении составляет 1,5–2,0 м/год, в продольном - 1,5-3,5 м/год (в среднем 2,0). В общем русло реки смещается в сторону правого склона.

Интенсивность размыва берегов в пределах адаптированных участков изменяется: продольная - от 1,0 до 3,5 м/год (в 3,5 раза), поперечная – от 1,0 до 4,0 м/год (в 4 раза)

#### На отрезке от устья р. Нерусса до пгт. Белая Березка

Относительно большие скорости размыва берегов в поперечном направлении (до 4 м/год) объясняются довольно низкими значениями сопротивления размыву песчаных грунтов, слагающих берега (створы № 26, 30, 31, 216Н, 169Н, 156Н, соответственно) даже при значительной высоте размываемых песчаных террас (3,5, 5,1, 7,6 м, соответственно) [2].

### **ПОДТОПЛЕНИЕ:**

Река Десна - крупнейшая река Брянской области - имеет равнинный характер. Этим обусловлен её режим питания. Основной объём стока набирается за счёт осадков, в частности, в начале весны за счёт снеготаяния и обильных дождей. Весеннее половодье на реке Десне у города Брянска протекает относительно долго. Общая его продолжительность может составлять от 35 до 70 дней. Основной подъем уровня воды в реке Десне приходится на 2-3 неделю марта, в случае раннего повышения температур срок начала половодья смещается к концу февраля, поздний срок половодья - вторая половина апреля. В среднем, подъем про-

должается около 18-22 дней, наибольшая продолжительность доходит до сорока дней. Среднесуточные изменения уровней на спаде составляют 8 - 15 см, наибольшие - 20 - 40 см, а иногда и более. Зачастую, в конце мая наблюдается спад половодья. До максимальной отметки вода в реке поднимается в период с середины марта по вторую-третью неделю апреля. Иногда подъем-спад уровня воды имеет циклический характер во время весеннего половодья. Может наблюдаться до двух трёх пиков. Во время прохождения максимальных объемов стока уровень воды в реке может подниматься на величину от трёх до пяти метров. Наибольшее значение величины подъема - 5,5 метра.

Характер процесса таяния снега определяется, в основном, температурой окружающей среды. В случае её резкого повышения в весенние месяцы и поднятия отметки уровня воды по самому худшему варианту (р. Десна - 560 см, р. Болва - 695 см) в Брянской области в период половодья в зоне подтопления может оказаться до 15 населенных пунктов на территориях 8 муниципальных районов и городов и 6 объектов экономики (приведены в таблице 3). (в ред. Постановления Правительства Брянской области от 12.02.2018 N 39-п)

Перечень населенных пунктов и объектов экономики Брянской области (таблица 3), находящихся в зоне подтопления в период весеннего половодья (в ред. Постановления Правительства Брянской области от 12.02.2018 N 39-п) [4].

**Табл. 3.**

N п/п	Населенные пункты, попадающие в возможные зоны затопления, с указанием количества жилых домов и проживающего населения, в т.ч. подлежащих отселению		Объекты экономики
1	Город Брянск	всего 385 домов, 1428 чел., в т.ч. по районам:	3 объекта экономики: ОАО «Брянскпромбурвод»; ЗАО «Брянский арсенал»; ФГУ ИК-1 УФСИН России по Брянской области
	Бежицкий район	200 домов, 631 чел., из них: ул. Калужская – 2 дома, 3 чел.; ул. Ново-Советская – 2 дома, 7 чел.; пос. Радица-Крыловка – 174 дома, 540 чел.; пос. Октябрьский – 22 дома, 81 чел.	
	Советский район	97 домов, 546 чел.	
	Володарский район	29 домов, 57 чел.	
	Фокинский район	11 домов, 31 чел.	
2	Город Клинцы	44 дома, 147 чел., из них: северная часть города – 15 домов, 41 чел.; ул. Калинина – 4 дома, 11 чел.; ул. Ворошилова – 2 дома, 7 чел.; пойма р. Московка – 5 домов, 19 чел.; с. Ардонь, ул. Стахановская – 18 домов, 64 чел.	2 объекта экономики: АО «Клинцовский автокрановый завод»; ОАО «Клинцовский завод поршневых колец»
3	Город Сельцо	11 домов, 35 чел., из них: ул. Речная – 5 домов, 16 чел.; ул. Набережная – 3 дома, 10 чел.; пер. Набережный – 3 дома, 9 чел.	
4	Брянский район	40 домов, 70 чел., из них: пос. Супонево – 20 домов, 35 чел.;	

		ул. Набережная – 15 домов, 12 чел.; ул. Московская – 5 домов, 23 чел.	
5	Гордеевский район	8 домов, 11 чел., из них: пос. Ипуть – 7 домов, 10 чел.; пос. Поконь – 1 дом, 1 чел.	
6	Суражский район	120 домов, 430 чел., из них: г. Сураж – 63 дома, 227 чел.; с. Овчинец – 57 домов, 203 чел.	
7	Суземский район	н.п. Негино – 7 домов, 15 чел.	
8	Трубчевский район	52 дома, 267 чел., из них: г. Трубчевск – 7 домов, 120 чел.; н.п. Бороденка – 20 домов, 60 чел.; пос. Белая Березка – 12 домов, 42 чел.; с. Селец – 7 домов, 26 чел.; дер. Удолье – 6 домов, 19 чел.	
	Итого по области	15 населенных пунктов, 667 домов, 2402 чел.	6 объектов экономики».

## ВЫВОДЫ

Описанные выше проблемы требуют скорейшего решения. Для борьбы с загрязнением реки и ухудшением качества воды необходимо, в первую очередь, построить новые, и реконструировать, в соответствии с современными требованиями, существующие очистные сооружения. Так же необходимо строительство цеха по обезвоживанию осадка, что позволит вывести из эксплуатации иловые площадки, находящиеся в черте города, улучшить экологическую обстановку вокруг территории очистных сооружений. Высушенный осадок можно использовать для рекультивации полигонов ТБО, земельных участков, посадки зеленых насаждений.

Для борьбы с эрозионными процессами необходимо спроектировать комплекс мероприятий и сооружений береговой защиты. Особенно это важно на берегах, входящих в территорию населённых пунктов (посёлков, деревень, городов).

Так же необходим комплекс противопаводковых мероприятий (таких как: расчистка русла, дноуглубление, спрямление русла на участках, где это целесообразно) и сооружений (например – противопаводковых дамб) для защиты населённых пунктов от негативного воздействия вод.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Оценка экологического состояния среднего течения реки Десны по составу и структуре донных сообществ» / Коннова Л.В. 2011г., Брянск
2. «О состоянии экологической безопасности в Брянске» / Камозин В.П. // Наш город Брянск. - 2006. - 21 сент. (№38). - С.10
3. Смирнова Е.А., Лобанов Г.В., Бастратов Г.В. «Влияние прочностных характеристик грунтов на интенсивность русловых деформаций в среднем течении р. Десны» // Геоморфология. 2009. - №2. – С. 75-84
4. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Блази К. Изменения качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 4. С. 35-39. [1]
5. Богомолова Т.Г., Курочкина В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния. // Вестник МГСУ. 2010. № 4-2. С. 399-404.
6. Об утверждении государственной программы "Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов Брянской области" (2014 - 2020 годы) (с изменениями на 29 октября 2018 года).

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ РЕНОВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН

Морозов Д.Н.<sup>1</sup>

*1-аспирант НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское ш., 26.*

*Научный консультант: к.т.н., доц., Бенуж А.А. НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское ш., 26.*

### **Аннотация.**

**Предмет исследования:** критерии оценки экологической безопасности строительства землепользования по международному «зелёному» стандарту BREEAM для формирования нового подхода в решении проблем реновации бывших промышленных зон на городских территориях в российских условиях.

**Цели:** проведение анализа международных критериев оценки на примере категории экологии землепользования для последующей реновации промышленных зон в России.

**Материалы и методы:** отечественный и зарубежный опыт критериев землепользования при реновации бывших промышленных зон, метод экологической оценки, построение уравнения и графика регрессии.

**Результаты:** на основе проведённого анализа методологии «зелёного» стандарта, выявлены требования и максимальные баллы по категории землепользования, составлено уравнение регрессии, построен график, который наглядно показывает влияние данных параметров исследуемой категории в достижении максимально возможного экологического благополучия. Предложен вариант реновации промышленной зоны с учётом подведения итогов по критериям метода экологической оценки, как совершенно нового подхода.

**Выводы:** полученные результаты для внедрения в программы реновации бывших промышленных зон и возведения «зелёных» объектов по доработанным экологически безопасным стандартам.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Строительство оказывает серьёзное влияние на формирование искусственной среды жизнедеятельности человека, качество его жизни и индустриального делопроизводства. Особенно этот вопрос актуален при реновации на бывших промышленных зонах. Создание любого строительного объекта осуществляется на основе принятия решений, связанных с вмешательством в окружающую среду. Как правило, построенный объект является также сложной техногенной системой, которая при определённых обстоятельствах превращается в источник опасных воздействий на человека и внешнюю среду [1]. В решении этого вопроса предлагается изучить международный стандарт BREEAM Communities (BC), как основу для рассмотрения проблем и возможностей, которые влияют на устойчивое развитие территории на самой ранней стадии разработки проекта [2]. В этой схеме рассматриваются ключевые задачи в области охраны окружающей среды, общественной и экономической устойчивости, которые оказывают влияние на крупномасштабные проекты развития.

Одним из категорий «зелёного» стандарта BC, как метода экологической оценки территории, является «Land use and ecology» (LE), в которой рассматриваются вопросы землепользования и экологии, предъявляемые требования к каждому критерию на определённом шаге проектирования и присвоение балла за успешное их соблюдение на исследуемом объекте. Рассматриваемая категория LE представлена в таблице 1.



**Табл. 1.** Критерии оценки по категории: Землепользование и экология (LE).

№ шага	Название шага	Наименование критерия	Описание критерия	Общее количество предъявляемых требований критерия	Максимальный балл присвоения по критерию
1	Становление принципа	LE 01	Экологическая стратегия	8	1
		LE 02	Землепользование	6	3
2	Определение схемы (проекта) планировки	LE 03	Загрязнение воды	9	3
		LE 04	Повышение экологической ценности	5	3
		LE 05	Пейзаж	12	5
3	Детальное проектирование	LE 06	Сбор дождевой воды	3	3

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Аналитическое обозрение проведённых исследований в области «зелёного» строительства [3-6] показывает, что это направление является важным, современным и создаёт предпосылки для развития идей и их реализации в строительной отрасли. Авторы на основе зарубежного опыта делают сравнение всех существующих и устоявшихся на сегодняшний день методик, излагают своё мнение в отношении адаптации «зелёных» стандартов к отечественным условиям. В России уже есть примеры сертифицированных зданий по BREEAM [7]. Одним из первых являются олимпийские объекты в городе Сочи, а также строительство и реконструкция футбольных стадионов к чемпионату мира в 2018 году. Всё это является успешным итогом адаптации зарубежного метода экологической оценки в отечественных условиях, однако, именно по схеме Communities в нашей стране сертификация объектов и территорий не производилась. Собственно, поэтому исследование направлено на изучение методологии «зелёного» стандарта и его адаптация к бывшим промышленным зонам, комплексное их освоение, что ранее не производилось.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За основу проводимых исследований была взята методология «зелёного» стандарта ВС. В статье рассматривается только критерии категории землепользования и экологии по каждому шагу проектирования. Сперва в ВС оцениваются ограничения и возможности, связанные с устойчивостью участка (местоположения), и требуется рассмотрение того, как определённые критерии (LE 01-02) повлияют на экологическое развитие территории. Все вопросы в этой категории содержат обязательные критерии, которые лежат в основе решений о том, как будет предназначаться (соответствовать) разработка (строительство). Промежуточная сертификация присуждается по принципу «выполняется или нет» в зависимости от того, выполнены ли были обязательные критерии. На втором шаге после оценки потребностей и возможностей для определённого участка, команда разработчиков будет готова рассмотреть предложенный проект (схему) планировки; участие в оценке и уточнении вариантов, соответствии критериям (LE 03-05). На третьем шаге проводится детальное проектирование. На основании полученных данных разрабатываются подробные планы и проекты, составляются варианты планирования, проводится более высокий уровень детализации генерального плана и стадии строительства (LE 06).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе аналитического и статистического материала «зелёного» стандарта, для решения вопросов реновации промышленных зон предложена формула пошаговой регрессии по категории LE:

$$Y_{LE} = Z + (x_1 + \beta x_2) + (\beta x_3 + \beta x_4 + \beta x_5) + (\beta x_6)$$

где  $Y$  – переменная, описывающая процесс реновации, который мы пытаемся предсказать или понять;

$Z$  – обязательный критерий нормативно-технической базы экологической безопасности строительства в России;

$X$  – переменная (критерий оценки экологической безопасности), используемая для моделирования или прогнозирования значений зависимых переменных (реновации);

$\beta$  – коэффициент, учитывающий максимальный балл при критерии международного стандарта.

Согласно известным величинам (максимальным баллам) составлено уравнение регрессии соответствующей категории:

$$Y_{LE} = Z + (x_1 + 3x_2) + (3x_3 + 3x_4 + 5x_5) + (3x_6)$$

Рассмотрим более подробно решение процесса реновации через линейное уравнение регрессии, то есть зависимость между двумя группами числовых переменных. Параметры уравнения парной линейной регрессии:

$$y = a + b \cdot x$$

Нахождение методом наименьших квадратов системы нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a \cdot n + b \cdot \sum x = \sum y \\ a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

Решим следующую задачу: пусть дана зависимость между количеством требований каждого критерия экологической оценки ( $x$ ) и максимального балла ( $y$ ), который можно получить при соблюдении определённых требований. Параметры значений представлены в таблице 2. Следует определить теоретическое уравнение парной регрессии.

**Табл. 2.** Параметры зависимости « $x$ » и « $y$ ».

$x$	8	6	9	5	12	3
$y$	1	3	3	3	5	3

Выборка состоит из 6 критериев по категории LE, то есть параметр  $n=6$ . С применением уравнения парной регрессии по методу наименьших квадратов составим систему нормальных уравнений, используя сумму полученных значений в таблице 3.

**Табл. 3.** Сумма параметров значений « $x$ », « $y$ », « $x^2$ » и « $xy$ ».

$x$	43
$y$	18
$x^2$	1849
$xy$	774

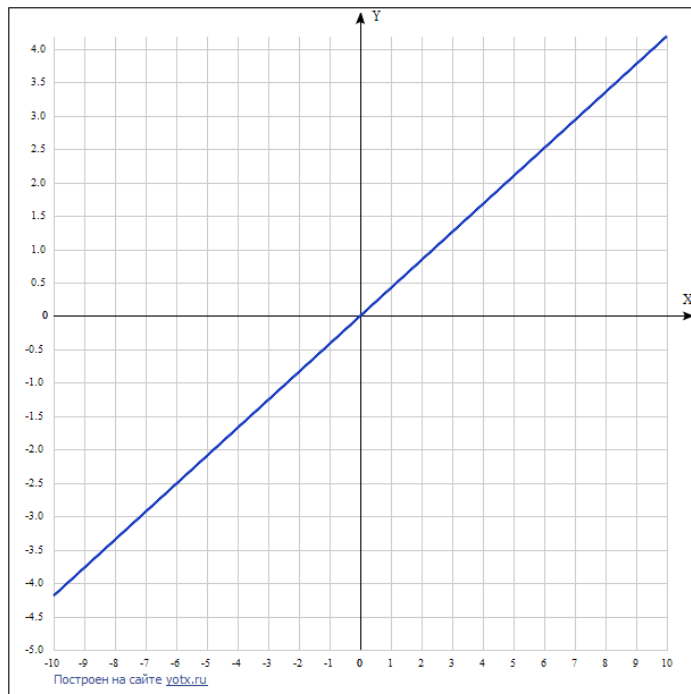
Тогда система нормальных уравнений будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} 6a + 43b = 18 \\ 43a + 1849b = 774 \end{cases}$$

Решив полученную систему линейных уравнений любым из существующих методов, получаем:  $a \approx 0,00003$ ;  $b \approx 0,4186$ .

Тогда искомое уравнение будет иметь вид, приведённый ниже. График линейной регрессии и его координаты, представлены на рисунке 1 и в таблице 4.

$$y = 0,00003 + 0,4186x$$



**Рис. 1.** График линейной регрессии по критериям категории LE.

**Табл. 4.** Координаты «x» и «y» по графику на рис. 1.

x	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
y	-4.19	-3.77	-3.35	-2.93	-2.51	-2.09	-1.68	-1.26	-0.84	-0.42	0

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	0	0.42	0.84	1.26	1.68	2.09	2.51	2.93	3.35	3.77	4.19

## ВЫВОДЫ

С помощью регрессионного анализа теоретическим путём составлено уравнение регрессии для рассматриваемых критериев категории LE, построен график, показывающий зависимость предъявляемых требований к предельному баллу за их выполнение, что в сумме даёт максимально возможную экологическую оценку проекта реновации в соответствующей её части, применение которой будет особенно актуально для промышленной зоны. Поскольку теоретический расчёт производился по критериям международного стандарта, для адаптации данного экологического подхода к российским условиям, в уравнении регрессии должен учитываться коэффициент Z равный 1. А также весовые коэффициенты, которые приво-

дятся в «зелёном» стандарте ВС в данном уравнении не учитывались, поскольку они напрямую зависят от условий на определённом объекте, следовательно, для российских условий этот коэффициент пока что не определён. Аналогичным образом расчёты производятся и по следующим категориям: управление (GO), социально-экономическое благосостояние (SE), возможности и источники энергии (RE), землепользование и экология (LE), транспортная инфраструктура и передвижение (TM), что в совокупности формирует комплексный подход к проблеме реновации бывших промышленных зон. В завершении исследований предлагается полученные результаты направить в Технический комитет по стандартизации №366 «Зелёные» технологии среды жизнедеятельности и «зелёная» инновационная продукция.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Малыха Г.Г., Павлов А.С. Воздействие строительных объектов на окружающую среду // Учебн.пособие. – М.: Архитектура-С. 2009. 264 с. (с.7);
2. Бенуж А.А., Морозов Д.Н. Исследование международного технического стандарта BREEAM Communities для разработки мер по реновации промышленных зон в РФ // БСТ: бюллетень строительной техники. 2018. №11. С. 22-24.
3. Yudelson J. The Green Building Revolution / Jerry Yudelson Foreword by S. Richard Fedrizzi, CEO U.S. Green Building Council: Washington, Covelo, London. Island press, 2008. 270 p.
4. Сухинина Е.А. Сравнительный анализ международных экологических стандартов в строительстве // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 1(31).
5. Гаевская З.А., Лазарева Ю.С., Лазарев А.Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой ученый. — 2015. — №16. — С. 145-152. — URL <https://moluch.ru/archive/96/21620/> (дата обращения: 13.03.2019).
6. Теличенко В.И., Бенуж А.А. Состояние и развитие системы технического регулирования в области зелёных технологий // Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 1. С. 118-121.
7. Теличенко В.И., Бенуж А.А. Совершенствование принципов устойчивого развития на основе опыта применения "зеленых" стандартов при строительстве олимпийских объектов в Сочи // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 40-43.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА ДЛЯ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ОЧИСТКЕ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Нестеров Д.С.<sup>1</sup>, Королёв В.А.<sup>2</sup>

*1-магистрант 2 года обучения, МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1*

*2-д.г.-м.н., профессор кафедры инженерной и экологической геологии МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1*

### Аннотация

Настоящее исследование касается очистки глинистых грунтов от загрязнений. В данной области по-прежнему остается малоизученным влияние минерального состава грунтов на протекание в них электрокинетических процессов, происходящие в ходе этого изменения свойств грунтов и общую эффективность очистки. Целью исследования было изучение особенностей изменения свойств глинистых грунтов различных минеральных типов при их электрокинетической очистке по простейшей схеме. Испытания проводились на глинистых грунтах полевошпатово-кварцевого, каолинитового, гидрослюдистого и смектитового составов по открытой схеме электроосмоса при постоянной силе тока. В результате воздействия электроосмоса влажность, пористость и солесодержание глин уменьшаются, а их плотность увеличивается. При этом наиболее контрастные преобразования физических свойств были характерны для каолина и гидрослюдистой глины, наибольшая степень очистки была достигнута также для каолина. Очистка суглинка по данной схеме неэффективна из-за низкой электроосмотической активности, а смектитовой глины – из-за продвижения кислого фронта и затухания электроосмоса.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с постоянным ростом темпов строительства в хозяйственную деятельность часто вовлекаются территории с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями, в частности, территории, сложенные водонасыщенными глинистыми грунтами. Часто такие грунты загрязнены тяжёлыми металлами, органическими соединениями или комплексными токсикантами [1]. Для очистки таких грунтов и успешного вовлечения их в хозяйственную деятельность разработаны различные методы обработки грунтов, наиболее перспективным из которых является электрокинетический. При этом преобразования свойств грунтов, подвергшихся очистке подобным методом, во многом остаются неизученными. В связи с этим, целью настоящего исследования является изучение особенностей преобразования свойств глинистых грунтов различных минеральных типов при их очистке электрокинетическим методом.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение электрического тока к водонасыщенному глинистому грунту вызывает в нём комплекс химических, физических и физико-химических процессов. Среди электрокинетических процессов наибольшее значение имеют электромиграция и электроосмос [2]. Электромиграция представляет собой движение ионов в поровом пространстве под действием электрического тока. Электроосмос – это перемещение молекул воды, окружающих ионы двойного электрического слоя (ДЭС), вызванное миграцией этих ионов под действием электрического тока [3]. При этом на эффективность очистки могут оказывать влияние побочные химические процессы, такие как растворение твёрдой фазы, сорбция/десорбция тяжёлых ме-

таллов, комплексобразование и др., возможность возникновения которых зависит от минерального состава грунта [4]. Поэтому чаще всего электрокинетическую очистку проводят с использованием улучшающих растворов, чаще всего кислых []. Однако влияние состава грунтов на эффективность их очистки во многом не изучено. Поэтому в настоящем исследовании приводятся результаты экспериментов по электрокинетической обработке грунтов по простейшей схеме: обработка электроосмосом ограниченного массива без использования улучшающих добавок.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны 4 глинистых грунта, представляющие основные их типы и не являющиеся уникальными: моренный суглинок (Москва), глуховецкий каолин (Украина), биясалинская гидрослюдистая глина (Крым) и махарадзевская смектитовая глина (Грузия). Моренный суглинок сложен в основном кварцем (73%) и полевыми шпатами (26%), глинистые минералы в его составе отсутствуют. При этом частицы кварца суглинка покрыты плёнками гидроксидов железа. Каолин сложен на 75% каолинитом и 20% кварцем и содержит примеси других глинистых минералов. Гидрослюдистая глина является полиминеральным грунтом и состоит из иллита (23%), мусковита (23%), полевых шпатов (18%), кварца (17%), глауконита (8%), каолинита (6%), а также содержит примеси доломита (3%) и гипса (2%). Махарадзевская глина (асканглина) сложена на 100% смешаннослойными глинистыми минералами с содержанием смектитовых пакетов больше 60%. Физико-химическая активность глин закономерно возрастает от суглинка к асканглине.

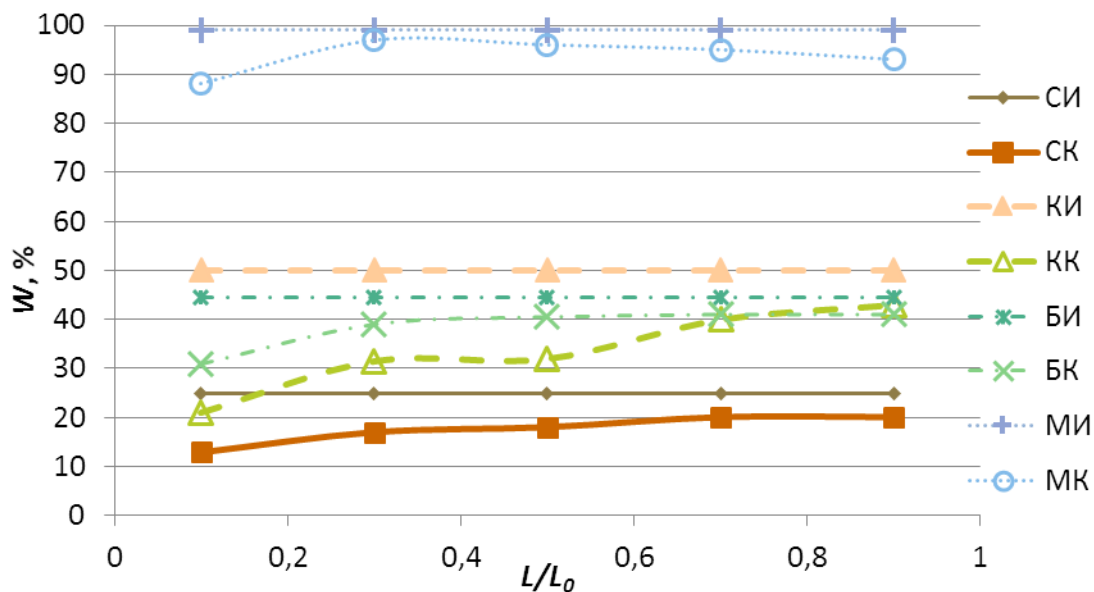
Согласно ГОСТ 25100-2011 моренный суглинок представляет собой суглинок лёгкий песчанистый, глуховецкий каолин и биясалинская глина – глины лёгкие пылеватые, а асканглина – глину тяжёлую [6].

Электроосмотические испытания проводились на глинистых пастах, приготовленных на 0,01 н растворе  $\text{CaCl}_2$  при влажности, близкой к верхнему пределу пластичности  $W_L$ . При этой влажности развитие оболочек двойного электрического слоя (ДЭС) максимально, поэтому электроосмос будет протекать наиболее интенсивно [7]. Эксперименты проводились в ячейке открытого типа с возможностью оттока фильтрата в катодной зоне при постоянной силе тока 10 мА (плотность тока  $j=32 \text{ А/м}^2$ ). Постоянство силы тока поддерживалось путем постепенного увеличения напряжения, эксперимент завершался при превышении напряжением значения 200 мВ или невозможности дальше поддерживать постоянную силу тока.

После эксперимента образец делился на 5 частей. В каждой части определяли влажность  $W$  и плотность  $\rho$  согласно стандартным методикам [8]. Пористость  $n$  рассчитывалась согласно ГОСТ 25100-2011, общее солесодержание  $\chi$  определялось с помощью водных вытяжек. Такие же параметры определялись и для исходных глинистых паст.

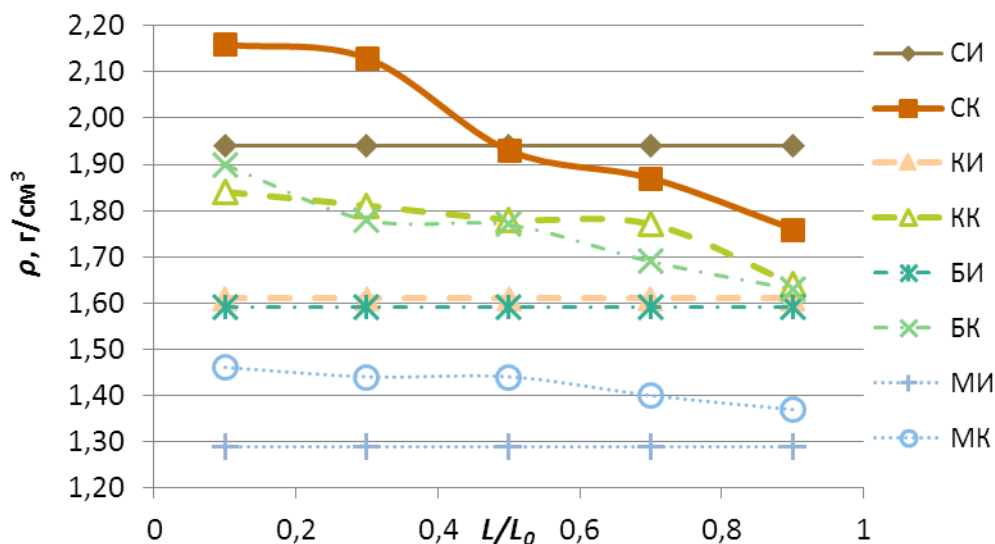
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Приложение поля постоянного электрического тока к глинистым грунтам приводит к перераспределению их влажности в межэлектродном пространстве (рис. 1). Так, влажность всех исследуемых грунтов снижается относительно исходной, а также в направлении от катода к аноду. При этом наибольшее снижение влажности наблюдалось для глуховецкого каолина, в среднем на 15%. Наименьший эффект осушения наблюдался для суглинка (7%) и асканглины (5%). В случае суглинка это объясняется низкой электроосмотической активностью грунта, что связано с отсутствием в его составе глинистых минералов. При обработке асканглины по всей длине образца кроме прикатодной зоны происходило закисление грунта ( $\text{pH}=1$ ), что приводило к смене знака электрического заряда частиц грунта, сжатию их ДЭС и подавлению электроосмоса.



**Рис. 1.** Зависимость весовой влажности  $W$  (%) глинистых грунтов от относительного расстояния от анода  $L/L_0$ : СИ – суглинок исходный, СК – суглинок после опыта, КИ – каолин исходный, КК – каолин после опыта, БИ – биясалинская глина исходная, БК – биясалинская глина после опыта, МИ – асканглина исходная, МК – асканглина после опыта,  $L_0$  - длина образца

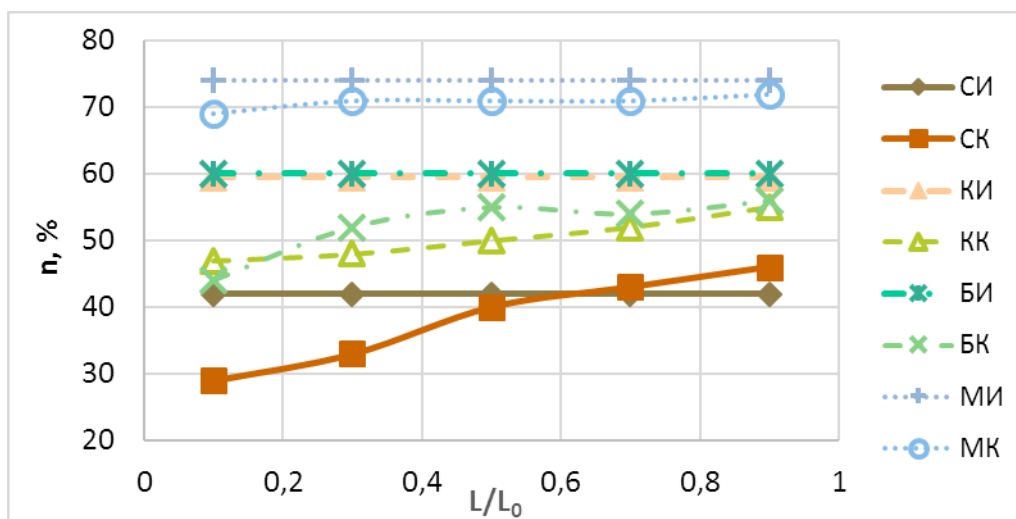
Осушение глинистых грунтов приводило к изменению их плотности  $\rho$  (рис. 4). В основном, плотность грунтов увеличивалась относительно исходной, что связано с уплотняющим действием электроосмотического потока. Наибольшее увеличение плотности отмечалось для биясалинской глины. Плотность суглинка в катодной части уменьшилась по сравнению с исходной, вероятно, из-за задержки фильтрата в этой зоне.



**Рис. 2.** Зависимость плотности  $\rho$  (г/см<sup>3</sup>) глинистых грунтов от относительного расстояния от анода  $L/L_0$

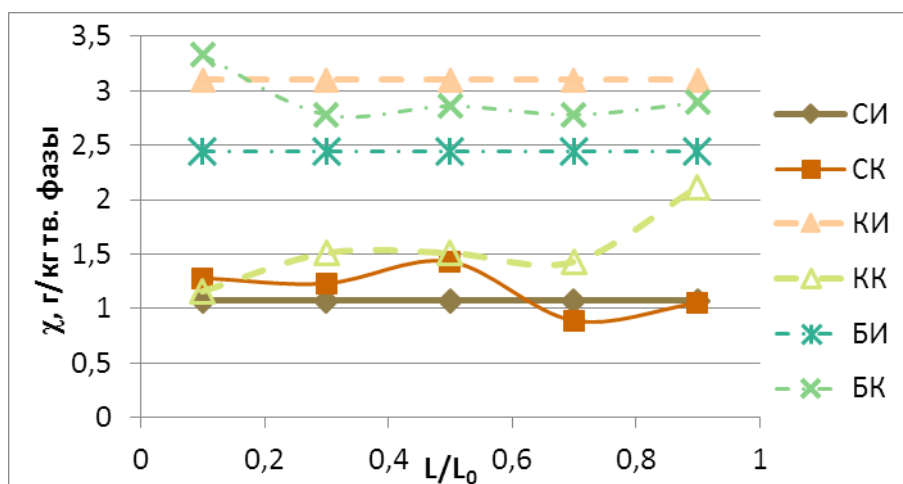
В соответствии с изменением плотности грунтов происходило изменение их пористости  $n$  (рис. 3). В целом пористость грунтов после электроосмоса уменьшилась по сравнению с исходной, также пористость снижается от катода к аноду. Наибольшее снижение пористо-

сти наблюдалось для каолина, а наименьшее – для асканглины. Для суглинка в катодной части наблюдалось повышение пористости по сравнению с исходной.



**Рис. 3.** Зависимость пористости  $n$  (%) глинистых грунтов от относительного расстояния от анода  $L/L_0$

При приложении разности электрических потенциалов к грунту происходит миграция ионов в его поровом пространстве, что приводит к изменению солесодержания грунта (рис. 4). Солесодержание суглинка в целом меняется слабо относительно исходного, при этом оно увеличивается в анодной зоне и снижается в катодной. Снижение солесодержания связано с миграцией и выносом ионов  $Ca^{2+}$ , а его увеличение – с образованием кислой среды в анодной зоне, частичным растворением железистых плёнок и выходом ионов железа в поровый раствор. Солесодержание каолина значительно уменьшается по сравнению с исходным. В случае биясалинской глины, её солесодержание растёт по сравнению с начальным во всём межэлектродном пространстве, что, вероятно, связано с растворением карбонатов.



**Рис. 4.** Зависимость общего солесодержания глинистых грунтов  $\chi$  (г/кг твердой фазы грунта) от относительного расстояния от анода  $L/L_0$

## ВЫВОДЫ

1. Действие электроосмоса на глинистые грунты вызывает изменение их свойств – снижение влажности, пористости и солесодержания и повышение плотности.

2. Изменения физических свойств образцов под влиянием электроосмоса происходят более контрастно у глинистых грунтов со средней физико-химической активностью, таких



как каолин и иллитовая глина. Изменение солесодержания при очистке грунтов данным методом зависит от минерального и химического состава грунтов; наибольшая степень очистки достигается для грунтов со средней физико-химической активностью и отсутствием растворимых примесей.

3. Электрокинетическая очистка смектитовых грунтов может быть эффективной только при использовании улучшающих добавок и проточной схемы испытаний, что связано с высокой скоростью распространения кислого фронта в таких грунтах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Королёв В.А.* Очистка и восстановление геологической среды / Уч. пособие для вузов. – М., ООО «Самполиграфист», 2019. – 430 с.
2. *Reddy K.R., Cameselle C.* Overview of electrochemical remediation technologies. In: *Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater*; // Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Willey & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009; 3-28.
3. *Pamucku S.* Electrochemical transport and transformations. In: *Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater*; // Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Willey & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009; 29-64.
4. *Yeung, A.T.* Geochemical processes affecting electrochemical remediation. In *Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater*; Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Willey & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009; 65-94.
5. *Cameselle, C.; Reddy, K.R.* Development and enhancement of electro-osmotic flow for the removal of contaminants from soils, *Electrochim. Acta*, 2012, 86, 10-22.
6. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М.: МНТКС, 2012. 29 с.
7. *Злочевская Р.И., Королёв В.А.* Электроповерхностные явления в глинистых породах. – М.: Изд-во МГУ, 1988 – 177 с.
8. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М., Стандинформ, 2016, 19 с.

## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ АККУМУЛЯТОРОВ И БАТАРЕЕК В ЯРОСЛАВСКОМ РАЙОНЕ Г. МОСКВЫ

Решетова А.В.<sup>1</sup>, Дажунц Л.А.<sup>1</sup>

*1-студенты 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26  
Научный консультант доцент, к.т.н Лабузнов А.В., кафедра ИИиГЭ, НИУ МГСУ г. Москва,  
ул. Ярославское шоссе, 26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** в данной статье рассматривается проблема утилизации батареек и аккумуляторов в Ярославском районе города Москва. Несмотря на свою актуальность из-за пагубного воздействия на окружающую среду, этот вопрос всё ещё остается нерешенным.

**Цели:** определить причины этой проблемы, и найти действующие способы её устранения.

**Материалы и методы:** в процессе исследования проблемы был проведен социологический опрос среди населения исследуемого района, а также выявлены места расположения пунктов приема аккумуляторов.

**Результаты:** Проведенное исследование выявило недостаточное информирование населения о вреде аккумуляторов, о местах расположения пунктов приема. Пункты приема располагаются вне повседневных маршрутов большей части населения Ярославского района.

**Выводы:** Предложены мероприятия по решению проблемы утилизации аккумуляторов в Ярославском районе города Москвы. Отмечено, что необходимо дополнительное информирование населения и правильная организация мест приема использованных аккумуляторов, с учетом повседневных маршрутов населения

Объем аннотации должен составлять от 100 до 250 слов. Ее текст следует разбить на следующие разделы, в которых привести соответствующую информацию:

### ВВЕДЕНИЕ

Развитие человеческого общества никогда не было бесконфликтным. Всегда существовало противоречие между развитием цивилизации и природной средой, в которой это развитие происходит. Деятельности человека, часто безграмотная, неправильная с экологической точки зрения, расточительная, ведет к нарушению экологического равновесия. Как правило на аккумуляторах и батарейках располагается рисунок контейнера, перечеркнутого крест-накрест, который говорит о запрете выбрасывать этот предмет в обычный мусорный бак.

Многие люди игнорируют данное предупреждение и выбрасывают аккумулятор в мусорные баки, в последствии эти батарейки оказываются на городских свалках. Защитный корпус элемента питания постепенно разрушается. под корпусом располагается основная часть элемента питания, его активные компоненты, то есть анод – порошок цинка, который пропитан электролитом и катод – двуокись магния в смеси с двуокисью титана. Находясь на свалках данные вещества представляют особую опасность для почвы и грунтовых вод.

При попадании на сортировочные пункты мусора с целью извлечения вторичного сырья возможно ухудшение санитарно-гигиенических условий труда персонала, работающего на данном предприятии, особую опасность отходы представляют при выделении вторичного сырья вручную. При сжигании аккумуляторов образуются выбросы с высоким содержанием тяжелых металлов, которые загрязняют атмосферный воздух.

Все применяемые на практике химические источники тока по составу можно подразделить на два рода: первый и второй. элементы первого рода – это первичные (одноразовые) батареи (батарейки), которые производят электроэнергию за счет химических реакций, в результате которых анод, катод и электролит претерпевают необратимые изменения, в этом

случае батареи невозможно перезарядить. элементы второго рода – аккумуляторы, т.е. те элементы, которые можно повторно заряжать, если к электродам подключить источник постоянного тока. Химические реакции, протекающие в них, являются обратимыми [1].



**Рис. 1.** Классификация отработавших химических источников тока.

Однако, существуют технологии переработки и утилизации батареек и аккумуляторов. При организованной сдаче батареек и аккумуляторов, их привозят в здание завода в специально оборудованных контейнерах. Далее, изделия погружаются на рабочую линию и сотрудник завода, в ручном режиме, перебирает и сортирует их. Элементы питания пускают под механизмы, которые разделявают предмет на части и при помощи магнитов происходит отделение металлов от иных материалов. Все компоненты проходят процесс обработки химическими препаратами. С батарейки/аккумулятора после утилизации остается лишь 4% от изначальной массы, непригодной для дальнейшего использования во вторичном производстве. То есть 96% от вторичной переработки батарейки/аккумулятора пойдёт на дальнейшее производство.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Рассмотрим способы переработки батареек в разных странах. От всего объема производимых батарей и аккумуляторов в мире перерабатывается всего 3% общего объема, при этом показатель отличается по значению в разных странах. Так, в большинстве европейских стран перерабатывается 25-45% всех химических источников тока, в США — около 60% (97% свинцово-кислотных и 20-40% литий-ионных), в Австралии — около 80%. Странами с неразвитой системой переработки являются развивающиеся страны, где они практически не перерабатываются, а утилизируются с бытовым мусором.

Переработка батареек в странах Европейского союза является обязательной. С 26 сентября 2008 года все батарейки, аккумуляторы и их упаковка должны быть маркированы специальным символом (перечеркнутый мусорный ящик на колесиках) — на самой батарейке или же на упаковке, в зависимости от размера (рис. 2).



Рис. 2

Этот специальный символ сбора сообщает потребителям, что батарейки нельзя выбрасывать вместе с домашними отходами. Вместо этого батарейки нужно сдавать в специальные пункты на переработку. Как правило, все крупные розничные торговцы имеют ящики для сбора батареек. [2]

В Европе данная проблема решена довольно хорошо, особенно в Бельгии. К стоимости батареек прибавляют некий процент с учетом утилизации. Принося батарейки обратно в магазин для их последующей утилизации, покупатель может рассчитывать на скидку при покупке нового товара. Можно сказать, продавец отвечает за сбор батареек, а производитель за их утилизацию. Переработкой батарей в Европе занимается около 40 предприятий.

В США пункт приема, куда можно выкинуть использованные батарейки, есть при каждом магазине, который осуществляет их продажу. Сбор и переработка элементов возложена на продавцов и дистрибьюторов соответствующей продукции, а финансировать все необходимые мероприятия обязаны производители. Количество ежегодно перерабатываемых элементов питания в США составляет до 60%.

В Японии разрабатывается наиболее эффективный способ переработки, поэтому батарейки пока что оставлены на хранение на складах с соблюдением требований безопасности.

В Австралии самый высокий показатель утилизации батареек – количество переработанных элементов питания достигает 80%. Изделия, которые местные предприятия не в состоянии утилизировать самостоятельно, отправляются в Европу. [3]

В России вопрос утилизации батареек решен не так хорошо, как в странах зарубежья. До недавнего времени существовали компании, которые занимались только сбором и хранением батареек, без их последующей переработки, так как это довольно дорогой и не прибыльный процесс. В 2004 году ИКЕА начала сбор использованных батареек, но была вынуждена прекратить его из-за требования Роспотребнадзора. Музей имени Тимирязева, который принимал батарейки с 2009 года, приостановил прием сырья из-за нехватки места для хранения батареек. Одна из немногих организаций, которая принимает батарейки для полноценной дальнейшей переработки, – московский "Экоцентр" МГУП "Промотходы", где применяют вакуумную технологию, позволяющую контролировать вредные выбросы при измельчении батареек. В апреле 2013 года челябинская компания, являющаяся на данный момент самой большой компанией по переработке батареек, "Мегаполисресурс" также заявила о своей готовности утилизировать использованные аккумуляторы со всей страны. Чтобы начать утилизацию батареек, заводу пришлось изменить собственную технологию по переработке электронного мусора. Разработчики отмечают, что КПД их изобретения достигает практически максимальных 80%, что на 20% лучше, чем за рубежом. Например, в Германии КПД утилизации не превышает 60%. В настоящий момент предприятие сотрудничает со многими крупными торговыми сетями, устанавливая в магазинах урну для сбора, и даже

имеет собственные пункты в 24 городах России. Каждая сеть имеет свой собственный небольшой пункт приема элементов питания. [4,5]

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проверки информированности населения о экологически опасной неправильной утилизации батареек и изучения этой проблемы в Ярославском районе г. Москва был проведен опрос населения.

Участникам был задан ряд вопросов с вариантами ответов:

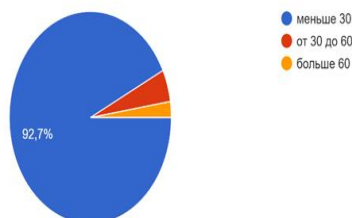
- 1) Укажите свой возраст [меньше 30/от 30 до 60/больше 60];
- 2) Знаете ли вы, что батарейки нужно утилизировать? [да/нет];
- 3) Видели ли вы какую-либо информацию/рекламу об этом? [да/нет];
- 4) Утилизируете ли вы батарейки? [да/нет];
- 5) Что нужно сделать, чтобы изменить ситуацию в лучшую сторону?

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты опроса в процентном соотношении представлены на рис. 3.

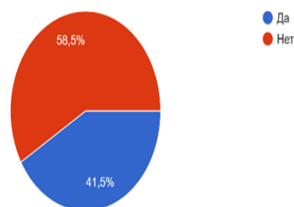
Укажите свой возраст.

41&nbsp;ответ



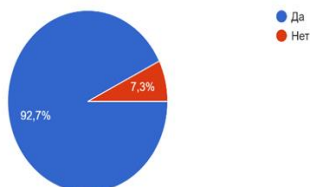
Видели ли вы какую-либо информацию/рекламу об этом?

41&nbsp;ответ



Знаете ли вы, что батарейки нужно утилизировать?

41&nbsp;ответ



Утилизируете ли вы батарейки?

41&nbsp;ответ

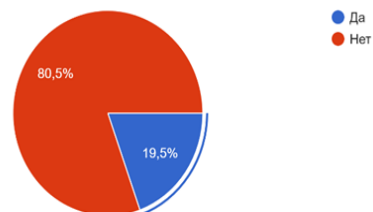
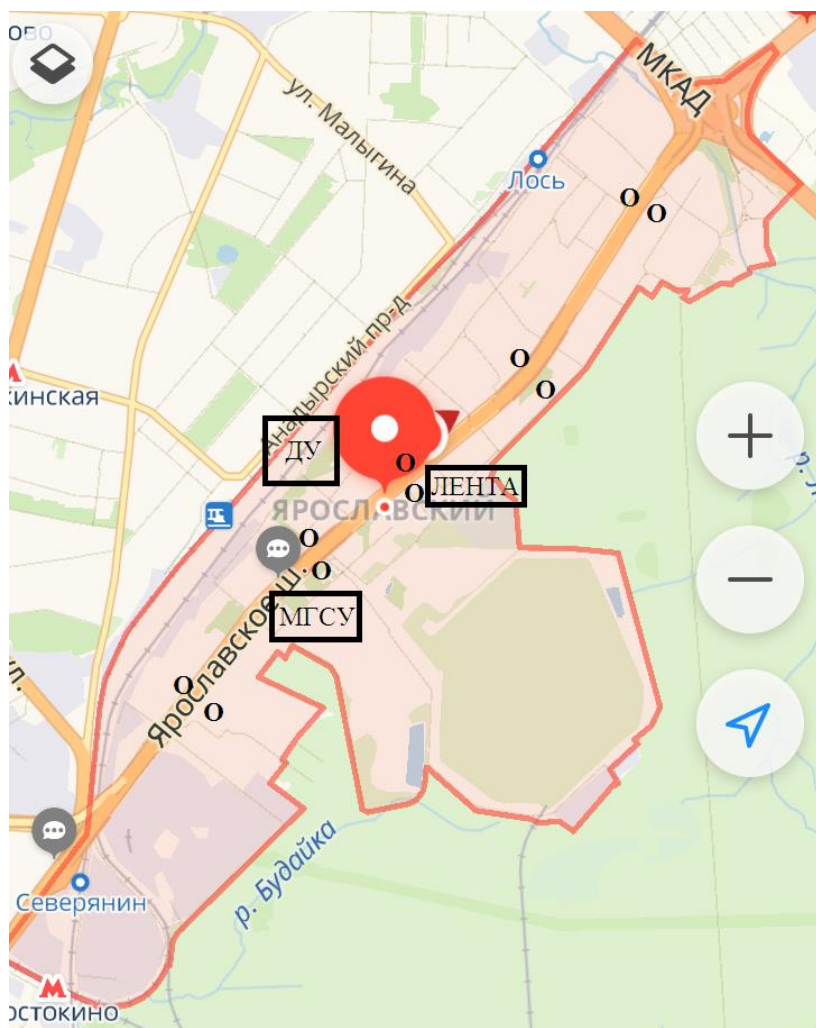


Рис. 3. Результаты опроса

Среди результатов пятого вопроса можно выделить наиболее часто встречающиеся ответы:

- установить отдельные ячейки для батареек на мусорных контейнерах.
- увеличить число пунктов сбора аккумуляторов.
- предоставлять скидки на приобретение новых элементов питания лицам, сдавшим использованные элементы питания в утилизацию.
- увеличить количество рекламных акций.

Исследовав наш Ярославский район на наличие пунктов сбора батареек для их последующей утилизации, найдено всего несколько пунктов приема, и многие из них находятся вне ежедневного маршрута.



ДУ – диспетчерская служба района Ярославский  
ЛЕНТА – супермаркет  
МГСУ – Московский государственный строительный университет  
О-остановки общественного транспорта



а)

б)

**Рис.4.** а - схема Ярославского района, б –пункт приема батареек в супермаркете Лента

По результатам проведенного опроса можно сделать вывод о том, что, хотя большинство из опрошенных люди знают о необходимости утилизации аккумуляторов и батареек, лишь малая часть из участников опроса действительно утилизирует их. Как правило, это происходит по следующим причинам:

1. Отсутствие информации о том, где и как можно сдать использованные аккумуляторы или батарейки на утилизацию.
2. Расположение пунктов не входят в каждодневной маршрут людей, а многие из опрошенных не готовы специально куда-то идти, только для того, чтобы отдать аккумуляторы.

## **ВЫВОДЫ**

Для решения проблемы утилизации батареек и аккумуляторов необходимо повысить информированность населения, путем размещения информации возле каждого подъезда многоэтажного дома, а также в местах ежедневного скопления людей (остановки, магазины, общественный транспорт). Контейнеры для сбора аккумуляторов должны располагаться в подъездах, остановках, магазинах, а также на предприятиях, фирмах и учреждениях, или в отдельных ячейках на мусорных контейнерах. И очень важно правовое регулирование, и участие государства в решении данной проблемы. Но это тема для дальнейших исследований.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Химические источники тока: справ. / под ред. *Н.В. Коровина, А.М. Скиндина*. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 740 с
2. Утилизация батареек в России и мире - РИА Новости, 21.11.2013 <https://ria.ru/20131121/971073902.html>
3. Правильная утилизация батареек <https://vtoorthodi.ru/pererabotka/pravilnaya-pererabotka-batareek#i-6>
4. Утилизация батареек в России и мире - РИА Новости, 21.11.2013 <https://ria.ru/20131121/971073902.html>
5. Правильная утилизация батареек <https://vtoorthodi.ru/pererabotka/pravilnaya-pererabotka-batareek#i-6>

## ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЮ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Рукоосуева Е.А.<sup>1</sup>, Ахтанин Е.В.<sup>2</sup>

*1-студент 3 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

*2-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

*Научный консультант: к.т.н., доц., каф. проектирования зданий и сооружений Бенуж А.А., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

### Аннотация.

В данной статье раскрыто понятие «устойчивое развитие». Выделены цели устойчиво развития ООН, которые наиболее актуальны для строительной отрасли. Проведён анализ программы ООН в области устойчивого развития «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» и Указа Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Установлена взаимосвязь между целями устойчивого развития ООН и современными тенденциями в проектировании.

В последнее время всё большее внимание уделяется устойчивому развитию. Устойчивое развитие – это процесс экономических и социальных изменений, при которых эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций и ориентация научно-технического прогресса согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений [1]. Иными словами, это развитие, при котором деятельность нынешних поколений осуществляется без ущерба для будущих поколений.

В сентябре 2015 года на встрече высшего уровня по устойчивому развитию в Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке 193 государства-члена ООН официально приняли новую глобальную программу в области устойчивого развития – «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Повестка включает 17 Целей устойчивого развития (также – ЦУР) и 169 задач. Цели устойчивого развития заменили Цели развития тысячелетия, достижение которых планировалось к 2015 г.



**Рис. 1.** Концепция устойчивого развития на период до 2024 года».

Наиболее актуальными для строительной отрасли являются следующие цели:

Цель 6. Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех;



Цель 7. Обеспечение доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех;

Цель 8. Содействие неуклонному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех;

Цель 9. Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций;

Цель 11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов;

Цель 12. Обеспечение рациональных моделей потребления и производства.

Одной из задач Цели 11 является обеспечение всеобщего доступа к достаточному и недорогому жилью. Также проблема жилищных условий затронута в Указе «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» - согласно этому документу одной из национальных целей развития Российской Федерации стало улучшение жилищных условий не менее 5 млн. семей ежегодно. Поэтому темпы строительства постоянно растут. Негативное воздействие уже существующих зданий на окружающую среду можно выразить в следующих цифрах: изъятие 17% всей пресной воды, использование 25% всей вырубленной древесины, 33% всех выбросов углекислого газа, потребление 40% всех материалов и энергии [2]. Таким образом, видно негативное воздействие зданий и сооружений на окружающую среду, поэтому необходимо разрабатывать устойчивые решения для всех жизненных циклов зданий, особенно в условиях растущей потребности в строительстве новых объектов, обусловленной вышеупомянутой национальной целью.

Рассмотрим основные тенденции в современном проектировании, которые нацелены на создание устойчивых зданий и сооружений.

Одним из основных направлений прогресса в строительной отрасли является зелёное строительство. Зелёное строительство – это концепция зданий, сооружений и городов в целом, воздействие которых на окружающую среду минимально. «Зелёные» здания проектируют с целью уменьшения потребления ресурсов, в первую очередь, энергии и воды. Это достигается за счёт энергоэффективных строительных материалов и автоматического управления (система «Умный дом»). Для уменьшения теплопотерь используются система кондиционирования воздуха с рекуперацией тепла.

На пути к достижению ЦУР 12 большой вклад в сбережение природных ресурсов может внести строительство пассивных домов – сооружений, главной особенностью которых является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление – в среднем около 10% от удельной энергии, потребляемое современными зданиями. В таких зданиях снижение потребления энергии в основном достигается за счёт уменьшения теплопотерь [3].

При проектировании «зелёных» зданий применяются технологии эффективного водопользования, такие как технология накопления воды, технология очистки воды и технология потребления воды. Всё чаще используется водосберегающее сантехническое оборудование. Задачи эффективного водопользования отражены в ЦУР 6.

Современной тенденцией экологического строительства является глобальный переход от отдельного здания с прилегающим земельным участком к целым «зелёным» кварталам и городам, строящимся по принципу устойчивого развития [4].

Одной из задач ЦУР 11 является создание открытой для всех и экологически устойчивой урбанизации. Устойчивое планирование территорий – это немаловажный аспект при экологизации городского пространства. В настоящее время при планировании городов обращают внимание на следующие факторы:

- сохранение природной среды;
- развитие транспортной системы и создание комфортных условий для пользования общественным транспортом;
- создание велосипедной инфраструктуры;
- создание инфраструктуры для маломобильных групп населения.

Некоторые из перечисленных решений и технологий уже сейчас используются в разных странах мира, другие – находятся на стадии активной разработки и внедрения в проекты. Строительная отрасль во многом задаёт направление развития жизни человека: наш образ жизни напрямую зависит от среды, в которой мы находимся, и инфраструктуры, которой каждый день пользуемся. Уменьшение расхода природных ресурсов человеком, создание комфортной среды для жизни человека – вот в чём заключается глобальная цель строительной отрасли для достижения устойчивого развития.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Левина Е.И.* Понятие «Устойчивое развитие». Основные положения концепции. // Вестник ТГУ – 2009 – вып. 11(79) – С. 113-119.
2. *Бенуж А.А., Колчигин М.А.* «Анализ концепции зелёного строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности» // Вестник МГСУ – 2012 – № 12 – С. 161-165.
3. *Файст В.* Основные положения по проектированию пассивных домов, перевод с немецкого с дополнениями под редакцией А.Е. Елохова. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. 144 с.
4. *Добрынина К.И., Егорова М.С.* Экологически эффективное строительство как одно из направлений устойчивого развития. // Проблемы экономики и менеджмента – 2015 – №5(45) – С. 43-46.

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕННОГО НАРУШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВДОЛЬ ТРАССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Степочкина Е.С.<sup>1</sup>, Ряховская О.Ю.<sup>1</sup>

*1-студент 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26  
Научный консультант к.т.н., доц. кафедры ИИиГЭ Кашиперюк П.И. НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

### **Аннотация.**

**Предмет исследования:** геоэкологические условия вдольтрассовых территорий в районах распространения многолетнемёрзлых пород

**Цель:** исследование способов решения технических и геоэкологических задач, связанных со строительством магистральных трубопроводов в районах многолетнемёрзлых пород.

**Результат:** в ходе написания статьи мы произвели исследование факторов нарушения геоэкологических условий и устранение влияния этих факторов на многолетнемёрзлые породы. Для нейтрализации их влияния в строительстве трубопроводов необходимо досконально изучить степень воздействия процессов на объекты нефтяной и газовой промышленности.

**Вывод:** в настоящее время классификация по которой можно определить влияние вышеупомянутых процессов находится в разработке. В конечном итоге после изучения факторов нарушения можно будет придумать способы решения геоэкологических задач и без усилий решить проблему влияния нефтегазопроводов на многолетнемерзлые породы.

Интенсивное освоение крупнейших газовых месторождений на севере ЗападноСибирской плиты в районах распространения многолетнемёрзлых пород требует скорейшего решения технических и геоэкологических задач, связанных с транспортом добываемого газа. Известно, что строительство и эксплуатация отдельных ниток и широких коридоров магистральных трубопроводов в наиболее экологически уязвимых районах криолитозоны приводят к необратимым последствиям. Причём в защите от проявления негативных процессов нуждаются не только сами трубопроводы, но ещё в большей степени прилегающие к ним нарушенные с поверхности участки грунтов, затронутые в процессе строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов.

В связи с природно-климатическими, инженерно-геологическими и геокриологическими условиями вдоль трассовых территорий и в связи с технологией передачи газа при строительстве магистральных газопроводов используется четыре способа их прокладки: *надземный, наземный, подземный и подводный*. Наиболее надёжным и экологически безопасным является подземный способ прокладки магистральных трубопроводов.

Современная технология строительства магистральных трубопроводов на севере нашей страны ведёт к нарушению поверхностных и грунтовых условий на участках, непосредственно прилегающих к зоне строительства трубопроводов, что с одной стороны, приводит к серьёзным экологическим последствиям, а с другой, способствует активизации инженерно-экологических процессов, вызывающих нарушения грунтовой толщи, являющейся средой или основанием трубопроводов, и нарушение их работы в период эксплуатации [1]. Особенно серьёзные последствия нарушений при подземной прокладке трубопроводов наблюдаются в районах распространения многолетнемёрзлых пород, на склонах холмов, возвышенностей, бортах речных долин, где уклоны поверхности превышают 4-5 градусов.

При инженерном воздействии на геологическую среду происходит изменение ведущих по своему значению факторов-условий, определяющих инженерно-геологические особенности территории строительства [2]. По характеру и направленности воздействия на геологиче-

скую среду необходимо различать три группы факторов: 1) нарушение теплового баланса и теплового режима грунтов; 2) нарушение водного баланса и влажностного режима грунтов; 3) нарушение напряженного состояния грунтов в массиве [2,3]. Изменение этих факторов при инженерном воздействии ведёт в сторону понижения или повышения значений показателей состояния и свойств грунтов в зависимости от направленности инженерного воздействия. Ниже в таблице приведены основные факторы, приводящие к нарушению верхних горизонтов геологической среды при трубопроводном строительстве. Среди них выделены факторы, действующие в течение всего срока службы сооружения (длительные воздействия) и нарушения, вызванные только строительством (кратковременные воздействия), которые легко и быстро устранимы.

Воздействия, связанные со строительством и эксплуатацией объектов газовой промышленности, могут существенно нарушать инженерно-геологические условия территории за счет возникновения и развития инженерно-геологических процессов. Это воздействия связаны с различными по характеру видами работ при строительстве трубопроводов [4,5]. При строительстве магистральных трубопроводов наиболее активно нарушают геологическую среду следующие виды работ: 1) взрывные работы по разработке траншеи; 2) механическое рытьё траншеи; 3) засыпка траншеи грунтом обратной засыпки; 4) разработка карьеров; 5) сооружение насыпей для дорог, искусственных оснований, над траншейного валика; 6) буровые работы по установке анкеров или опор; 7) планировочные работы по сооружению вдоль трассовых дорог и площадок под КС, складирование на необорудованных площадках трубопроводов, конструкций и стройматериалов; 9) внедорожные движения колесной и гусеничной техники. Особенно существенное влияние на развитие склоновых процессов в районах распространения многолетнемерзлых пород оказывают земляные работы (подземная прокладка трубопроводов в траншеях), вызывающие нарушение верхних слоёв грунта (до глубины 2.5 м) растительного покрова на прилегающих к траншее территориях и оттаивание многолетнемерзлых пород вокруг магистральных трубопроводов, транспортирующих тёплый газ в процессе их эксплуатации.

Характер воздействия трубопроводного строительства на геологическую среду влияет на формирование техногенных геологических (включая склоновые) процессов и явлений. Это позволяет провести классификацию техногенных геологических процессов и явлений на основе учёта специфических факторов воздействия на геологическую среду процесса строительства и эксплуатации объектов нефтяной и газовой промышленности. За основу такой классификации была принята принципиальная схема Ф.В Котлова [7], разработанная для общей классификации антропогенных геологических процессов и явлений. Классификация позволяет определить вид и степень воздействия этих процессов на объекты нефтяной и газовой промышленности.

В настоящем докладе упомянутая классификация нами не представлена, так как пока находится в разработке, и надеемся, что будет доложена на следующих Потаповских чтениях. После конечной версии классификации, большинство последствий геологических процессов нарушений можно предотвратить. Строительство нефтегазовых трубопроводов и прилегающих к ним поверхностям грунта будут защищены от необратимых последствий новыми действенными способами.

**Табл.1.**

Группа	Подгруппа	Факторы воздействия	
		длительного	Кратковременного
Нарушение теплового баланса и температурного режима грунтов	Понижение температуры грунтов	Искусственное охлаждение пород в ходе строительства и эксплуатации сооружений: А) конструктивные и технологические (проветриваемые подпо-	Удаление, трамбовка снежного покрова: промораживание котлованов, карьеров и траншей за счет про-

		ля, применение термосвай, транспортировка отрицательно-температурного газа)	дления сроков строительства объектов
	Повышение температуры грунтов	Искусственное оттаивание пород: А) гидравлическое (заливка территории при гидравлическом испытании трубопроводов) Б) паровое оттаивание Отепляющее влияние сооружений с горячим и мокрым технологическим процессом; нарушение теплоизолирующего слоя; транспортировка (подземная и наземная) горячего газа; В) засыпка траншеи местными мёрзлым грунтом без его уплотнения	Нарушение правил эксплуатации сооружения: А) захламливание подполий Б) нарушение эксплуатации В) прорыв теплового газа или воды Г) складирование материалов и др. Д) изменение технологии подготовки и подачи газа
Нарушение водного баланса и влажностного режима грунтов	Повышение уровня грунтовых вод и осушение грунтов	Осушение территории освоения: А) открытой системой водоотводов Б) вертикальная планировка местности (уклоны) В) дренажи горизонтальные и вертикальные (система магистральных трубопроводов в энергетическом коридоре)	Накопление снежного покрова Откачки подземных вод при проведении строительных работ (на переходах через реки)
	Повышение уровня подземных вод и обводнение грунтов	Подпор грунтовых вод (слоя сезонного оттаивания подземными сооружениями)	Нарушение работы водоотводов; сброс промышленных и хозяйственных вод; нарушение поверхностного и подземного стока планировкой, насыпными и намывными сооружениями
Нарушение напряженного состояния грунтов в массиве	Увеличение нагрузки	Статические нагрузки от веса зданий, сооружений, опор и т.п.	Кратковременные статические нагрузки различного типа
	Снижение нагрузки	Открытые выработки (траншеи, канавы, котлованы, карьеры и т.п.)	

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баулин В.В. Многолетнемерзлые породы нефтегазоносных районов СССР. -М: Недра, 1985г. с.236.
2. Кашиперюк П.И., Потапов А.Д. Предотвращение развития деструктивных процессов при строительстве и эксплуатации газопроводов на вечномёрзлых грунтах. //Химическое и нефтяное машиностроение, №7. 2000г. с 44-50
3. Геокриология СССР. Западная Сибирь/Под редакцией В.Т. Трофимова и др.- М.:1989, с.482.
4. Ловчук В.В. Расчет криогенных скоростей размыва немёрзлых и мёрзлых отложений полуострова Ямал. - В кн.: Геокриологические исследования на севере Западной Сибири. - Новосибирск, 1990г.
5. Криолитология: учебное пособие/ Ю.Б.Баду - М.: КДУ, 2010. С. 525
6. Отчет о научно-исследовательской работе "Техногенные силоновые процессы на полуострове Ямал и мероприятия по предотвращению их негативного воздействия на магистральные трубопроводы"/ № гос. регистрации 01890004880 М.: МИ-СИ.1990, фонды МГСУ, арх.№338. с. 41
7. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города. М.: Стройиздат, 1977. С.169

## ТРАНСПОРТНАЯ НАГРУЗКА НА КАМПУС РУДН

Силаева П.Ю.<sup>1</sup>, Хаустов А.П.<sup>2</sup>

*1-старший преподаватель кафедры Прикладной экологии Экологического факультета РУДН,*

*2-доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры прикладной экологии Российского университета дружбы народов, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.*

### **Аннотация**

В статье приводится описание транспортных потоков, оказывающих техногенную нагрузку на территорию кампуса Российского Университета Дружбы Народов, где осуществляется многолетняя программа мониторинга территории. Объект исследования – улицы и перекрёстки, окружающие кампус.

Целью исследования является оценка динамики транспортной нагрузки (сезонные, суточные изменения интенсивности транспортных потоков), которая необходима для количественной оценки техногенного воздействия. Для оценки применяются методы статистического анализа.

Улицы Ленинский проспект и Миклухо-Маклая имеют наибольшую интенсивность движения среди дорог, окружающих кампус. В статье проанализированы суточные и сезонные изменения интенсивности. Сделаны выводы о подходах осреднения данных при дальнейшем расчёте.

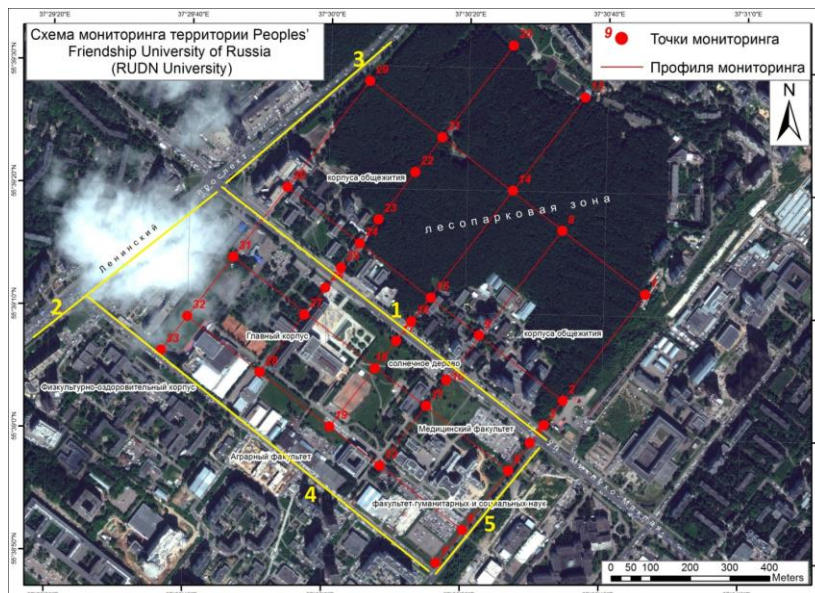
### **ВВЕДЕНИЕ**

Российский Университет Дружбы Народов (ФГАОУВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН)) является участником движения Зелёные Университеты. Один из немногих университетов страны, имеющих территорию, похожую на классический кампус, и при этом расположенный в крупном густонаселённом городе, кампус представляет собой модель для изучения техногенной нагрузки на территорию. При этом основная нагрузка осуществляется автотранспортными потоками, окружающими РУДН, поскольку вуз удалён от промышленных объектов и расположен среди жилых кварталов.

Инновационный экологический образовательный проект «Зеленый кампус РУДН», реализуемый с 2016 года, включает периодический мониторинг по 33 точкам контроля ряда параметров состояния атмосферного воздуха, почвы, снежного покрова. Так создаётся обширный массив данных о состоянии сред на территории кампуса. Эти данные отражают ответ среды на техногенную нагрузку.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

Для оценки основного негативного экологического фактора – выхлопных газов от автотранспорта проводилась оценка выбросов от дорог, окружающих кампус. На рисунке 1 представлена карта района с нанесённой схемой точек отбора проб и автодорогами вокруг кампуса.

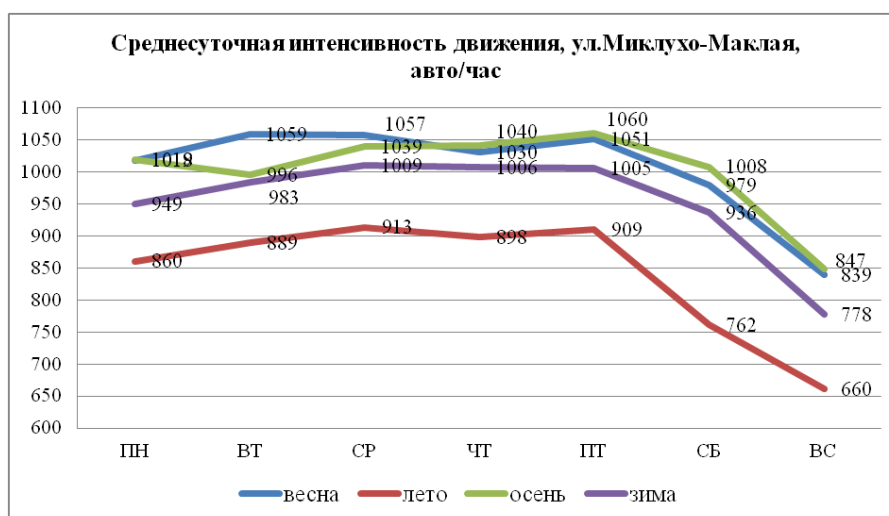


**Рис.1.** Карта кампуса РУДН: жёлтые цифры – исследуемые участки дорог; 1 – участок ул. Миклухо-Маклая от пересечения с Ленинским просп. до ул. Академика Опарина, 2 – участок Ленинского проспекта от ул. Миклухо-Маклая до ул. Островитянова, 3 – участок Ленинского проспекта от ул. Миклухо-Маклая до ул. Обручева, 4 – ул. Саморы Машела, 5 – участок ул. Академика Опарина

Для анализа интенсивности движения использовался массив данных, предоставленных ЦОДД г. Москвы, а именно данные о среднечасовой интенсивности движения транспорта на 3 участках дорог (цифры 1, 2 и 3 на карте рис.1) за период с 1 апреля 2017 по 9 сентября 2018 года. Таким образом, временной период анализа составил 1,5 года, включая 2 летних периода, 2 весенних, 1 осенний и 1 зимний. Для анализа интенсивности транспортных потоков участков 4 и 5 использовались данные полевых наблюдений.

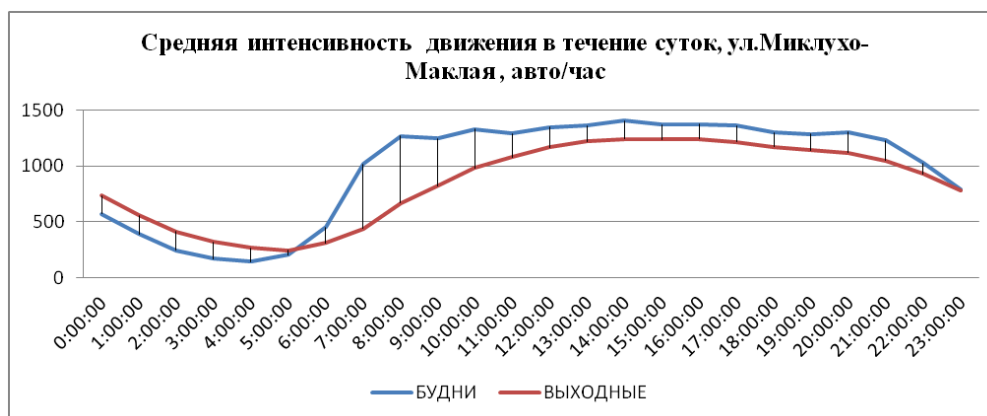
В данной статье представлены результаты анализа для участков 1 и 2 (участки с наибольшей интенсивностью).

Участок 1 – улица Миклухо-Маклая длиной 1 км от Ленинского проспекта до ул. Академика Опарина. Имеет двустороннее движение, ширину в 4 полосы (2 в каждую сторону), общая ширина дороги составляет 14,5 м. Значения среднесуточной интенсивности для разных дней недели (в течение года) представлены на рис.2



**Рис.2.** Интенсивность движения на ул. Миклухо-Маклая (по среднесуточным значениям), авто/час

На рис.3 приведён график среднечасовых значений для будней и выходных в течение года, согласно которому наибольшая интенсивность наблюдается с 7.00 утра до 22.00. При этом весной и осенью в будние дни наблюдается час пик с 7.00 до 10.00 (около 1400 авто). Осенью и зимой по будням хорошо прослеживается вечерний час пик с 19.00 до 21.00. Летом в будни максимум приходится на 15.00 ч (1274 авто), при этом общее число машин с 12.00 до 18.00 примерно одинаково (около 1200 машин). В выходные дни во все 4 времени года интенсивность плавно возрастает с 7.00, достигает максимума в середине дня и плавно снижается, имея минимальные значения в 4.00-5.00. Что также характерно для всех сезонов, интенсивность движения в ночные часы (с 00.00 до 5.00) по выходным превышает ночную интенсивность в будни.



**Рис.3.** Интенсивность движения на ул. Миклухо-Маклая (по среднечасовым значениям), авто/час

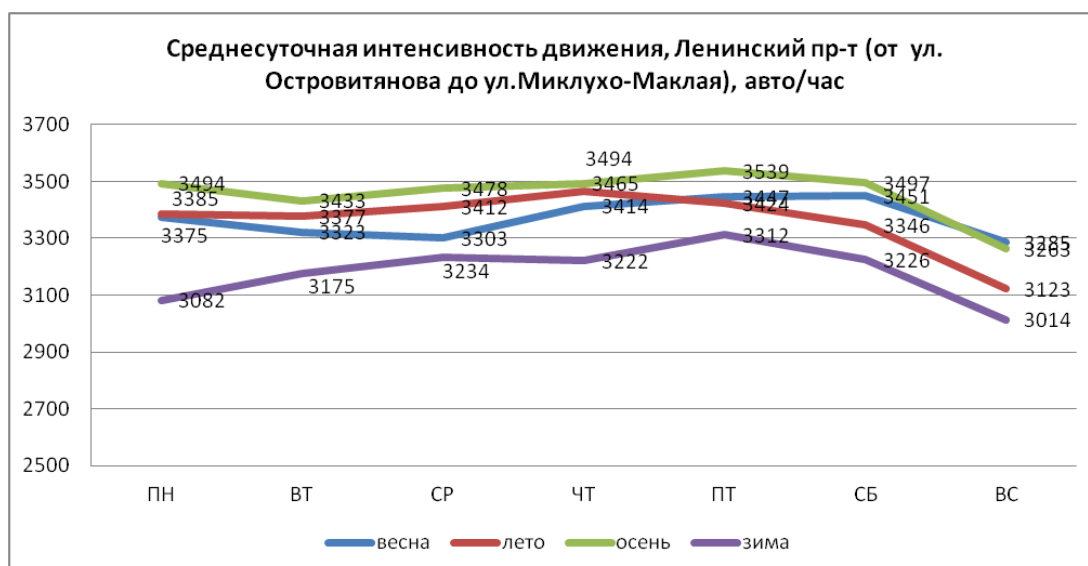
Для дальнейшего расчёта выбросов от транспортных потоков по методике [1] транспортный поток был разделён на 5 групп, соотношение которых составляет:

- 58% - легковые,
- 26% грузовые от 3,5 до 12 т,
- 7% автобусы свыше 3,5 т,
- 5% автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т,
- 4% грузовые свыше 12т.

Участок 2 – часть Ленинского проспекта от ул. Миклухо-Маклая до ул. Островитянова. Имеет длину 1км, двустороннее движение, ширину 4 полосы в каждую сторону, общая ширина участка составляет 35 м.

Значения интенсивности движения по дням недели приведены на рис.4

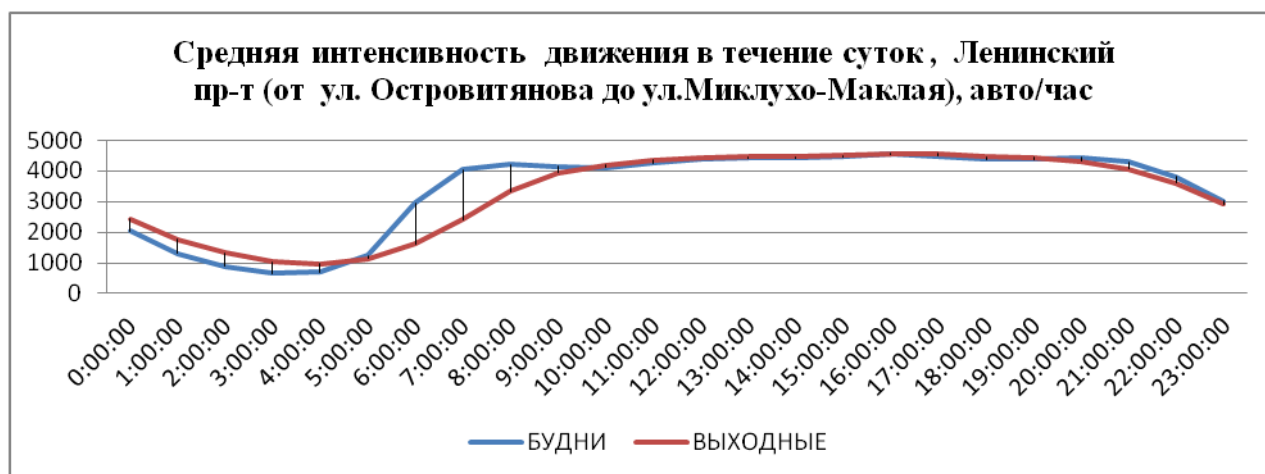




**Рис.4.** Интенсивность движения на ул.Ленинский проспект (по среднесуточным значениям), авто/час

На участке 2, согласно данным ЦОДД, наибольшая интенсивность движения фиксируется в осенний период, наименьшая зимой. Это может быть обусловлено тем, что традиционно многие водители не пользуются личным транспортом в снежный период года. Среднее максимальное значение интенсивности (около 4600 авто/час) зафиксировано весной и осенью.

Среднечасовые значения интенсивности не сильно отличаются в разные сезоны года. (рис.5) Минимальная интенсивность движения наблюдается с 2.00 до 5.00, причём ночное движение по выходным более интенсивное, нежели по будням. Во все 4 времени года в будни максимальное число машин фиксируется с 7.00 до 21.00, без заметных утренних и вечерних часов пик.



**Рис.5.** Интенсивность движения на ул. Миклухо-Маклая (по среднечасовым значениям), авто/час

## ВЫВОДЫ

Предварительные расчёты выбросов транспортной сети на территорию кампуса проводились в 2017 году (для улицы Миклухо-Маклая) и были опубликованы в [2], [3] и [4]. Суммарные выбросы от двух рассмотренных участков составляют 127,72 т/год от участка 1 и 292,79 т/год от участка 2. Расчёт проводился по методике [1] по максимальным значениям интенсивности движения среди среднемесячных и представлен в Табл.1

**Табл. 1.** Валовые выбросы загрязняющих веществ от участков 1 и 2 (т/год)

	СО	NO <sub>x</sub> (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	Углеводороды (СН)	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид (СН <sub>2</sub> O)	Бенз(а)пирен (С <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )
Участок 1	57,37	39,25	28,93	1,72	0,34	0,12	0,000010
Участок 2	99,90	138,72	50,37	2,99	0,60	0,21	0,000017

Для более детальных оценок транспортной нагрузки на кампус и расчёта выбросов от транспортной сети в исследование были включены участки 3-5, а также перекрёстки. При построении карт рассеивания выбросов стоит задача выбора массива данных – достаточного для объективного анализа. Изученный массив данных интенсивности позволяет сделать следующие выводы о детализации расчётов:

1) для участка 1 необходимо оценивать выбросы автотранспорта для каждого сезона года, поскольку они сильно меняются, а сезонные изменения отражают специфику улицы как части кампуса – летние минимумы интенсивности при больших значениях в учебный период года;

2) при расчёте выбросов от участка 1 для 4 сезонов необходимо учесть наблюдаемые весной и осенью утренние часы пик, а также вечерние часы пик зимой и осенью;

3) для участка 2 сезонные изменения интенсивности, отражающие общие для большинства городов тенденции с меньшим использованием транспорта зимой и относительно равномерным в другие периоды года, имеет смысл рассчитывать выбросы отдельно для холодного (снежного) и тёплого полугодий.

4) так как для участка 1 нет явно выраженных часов пик, то при расчёте имеет смысл оценивать среднюю интенсивность дневного периода.

При таком подходе можно будет получить карты рассеивания выбросов для 4 периодов года с учётом как метеорологических особенностей рассеивания на местности, но и наибольшей нагрузки на территорию кампуса.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 56162-2014 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчёта выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчётов для городских населённых пунктов.» //ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 2014. 10с.
- Khaustov A., Korobova O., Redina M., Mamadzhonov R., Silaeva P.* Ecological-economic assessment of the technogenic pressure on the social significant territory: case study of the RUDN-University campus// 18th international multidisciplinary Scientific Geo-Conference SGEM 2018. Conference proceedings. Vol. 18. Ecology, Economics, Education and Legislation. Issue 5.3. Environmental Economics. 2018, pp.273-278
- Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х., Силаева П.Ю.* Инновационный экологический образовательный проект «Зеленый кампус РУДН» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 3. С. 448—454. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-448-454
- Силаева П.Ю., Хаустов А.П., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х., Боева Д.В.* Предварительная оценка выбросов автотранспорта на территории кампуса РУДН// Сборник научных трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии и природопользования". Москва, 23–24 ноября 2017 г. Издательство РУДН. с.211-218

Смирнов И.В.

1-студент 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское ш., 26.

Научный консультант к.г.-м.н. доцент кафедры ИИиГЭ Криночкина О.Г. НИУ МГСУ, г. Москва, Ярославское ш., 26.

**Предмет исследования:** Предметом моего исследования стала столичная экологическая ситуация, на примере района Черемушки.

**Цели:** Выделить и описать экологическую ситуацию района и предложить методы и действия, направленные на ее исправление.

**Материалы и методы:** Московский район “Черёмушки”, расположенный в Юго-Западном АО известен, как район-эксперимент, наполненный панельными домами- “хрущевками”, построенными в 1950-1960. Исторически Черемушками можно считать территорию, ограниченную Ленинским и Севастопольским проспектами (с запада и востока), улицей Обручева (с юга) и МЦК (с севера).

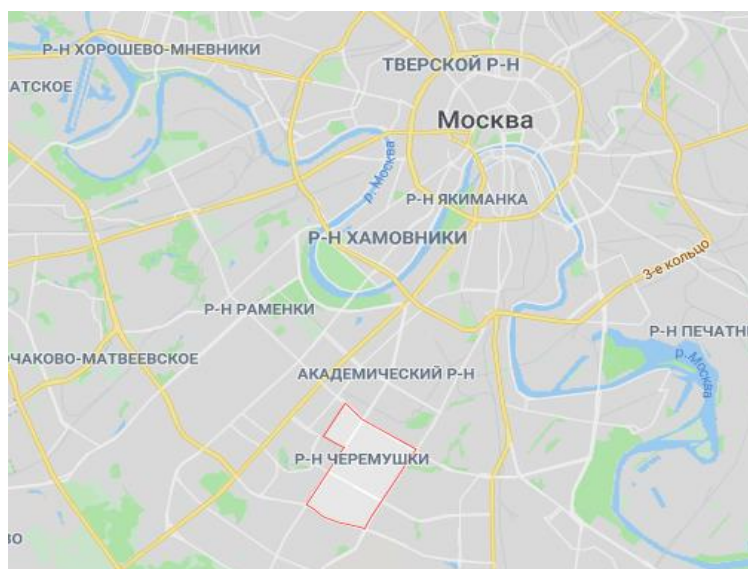


Рис. 1. Район Черемушки на карте Москвы.

В ходе исследования района были выявлены следующие основные источники загрязнения.

1. Электродепо “Калужское” (рис.2), которое обслуживает Калужско-Рижскую линию Московского метрополитена. Это – второе по количеству составов депо в Московском метро после «Владыкино».

2. Первый автобусный парк (рис.3.) обслуживает 95 автобусных маршрутов в ТиНАО, ЮЗАО, ЮАО и ЗАО города Москвы. На балансе филиала находится более 800 автобусов.

3. Автотранспорт. Через район проходят Нахимовский, Севастопольский, Ленинский проспекты и другие наполненные автомобилями автомагистрали и улицы. Плотность жилой застройки в районе самая высокая в городе, после ЦАО, и, как следствие, высока плотность населения и автомобилепоток.



**Рис.2.** Электродепо “Калужское”.



**Рис. 3.** Первый автобусный парк

Радиационная обстановка. В 2016 году на территории города обстановка в целом и на территории всего ЮЗАО (и “Черёмушек” в частности”) оставалась стабильной и не отличалась от предыдущих лет по всем подлежащим контролю показателям радиационной безопасности [8]. Обстановка, таким образом, оценивается как удовлетворительная.

Радиационный фон на территории округа находился в пределах 0,07-0,21 мк<sup>3</sup>в/ч (в среднем 0,12 мк<sup>3</sup>в/ч), что соответствует среднегодовым значениям естественного радиационного фона за последние 5 лет [7]. Значимых колебаний радиационного фона по данным автоматизированной системы контроля радиационной обстановки не выявлено. Имели место отдельные случаи выявления радиоактивных веществ, не повлекшие переобучения населения выше допустимых уровней. Так, на территории округа, в школе 1945, в 2016 годы был обнаружен радиационно-опасный предмет в экспозиции местного музея (Корабельный пеленгатор). Мощность эквивалентного гамма-излучения вокруг него превышала допустимые нормы.

Состояние зеленых насаждений и животного мира.

Поскольку район является плотно застроенным, зеленые насаждения, в основном, представлены растительность во дворах и аллеях. Крупные парки и леса находятся в соседних районах, в пределах нескольких километров. Ежегодно во дворах и аллеях высаживаются красивоцветущие растения. Так или иначе, ЮЗАО принято называть «Легкими города», и такое название себя оправдывает, хотя район «Черемушки» и менее зелен по сравнению со своими соседями: районами «Обручевский», «Ломоносовский», «Ясенево» и другими.

В связи с высоким уровнем техногенного освоения на данной территории достаточно бедный животный мир, который представлен особями, характерными для городского мегаполиса. Млекопитающие представлены полевками. Птицы представлены воробьями, воронами, голубями, сороками, синицами, большими гаечками, галками, грачами. Водные птицы прилетают на местные пруды ежегодно.

## **ВЫВОДЫ**

Итак, следует признать, что экологическая ситуация в районе Черемушки хуже, чем в соседних. Это район – с довольно напряженной экообстановкой. В его атмосфере, как и во всех районах Москвы, присутствуют такие химические загрязнители как диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды. В результате, при неблагоприятных метеоусловиях, они вступают в реакцию с выхлопными газами автомобилей, образуя смог.

В Черемушках мало парков и крупных лесных массивов, хотя они и располагаются относительно неподалеку: в пределах нескольких километров есть Битца, Воронцовский парк. Имеются также озелененные территории во дворах, но их недостаточно для компенсации загрязнения атмосферного воздуха, особенно если учесть количество транспортных средств на территории района. Значительную его часть занимает промзона «Воронцово» с электродепо

«Калужское», через север района проходит Профсоюзная улица, являющаяся причиной протяженных пробок.

Остро также стоит проблема с мусоросжигательными заводами. Их практически нет, мусор планируется вывозить за город. В ближайшем будущем планируется ввести в действие несколько мусоросжигательных заводов, но пока эта проблема не решена.

Если проблему бытовых отходов можно попытаться решить лишь агитационными методами и увеличением расходов на очистку территорий, то избавиться от пробок на данный момент не представляется возможным.

К примеру, транспортную проблему на пересечении улицы Профсоюзной и Нахимовского проспекта не решить увеличением полос, так как это невозможно из-за близкого расположения станции метро. Поэтому избавиться от эффекта «бутылочного горлышка» можно лишь введением дороги-дублера. Если рассматривать как таковую улицу Кржижановского, то ее следует так же расширять, что невозможно из-за близкого расположения зданий и трамвайных путей.

Проблема транспорта имеется и во дворах, поскольку отсутствие автомобильных стоянок вынуждает автовладельцев парковаться на улице, что вызывает заторы прямо перед жилыми домами, превращая прилегающую к домам территорию в сплошную парковку.

Вынести промышленную зону тоже невозможно, т. к. основные предприятия являются жизненно важными для района.

Такие проблемы решить на уровне района невозможно, потребуется комплекс действий со стороны администрации всего ЮЗАО, а то и г. Москвы, в следствии взаимодействия районов и недостатка средств и власти в руках муниципалитета.

Решением значительной части проблем каждого из районов станет проведение честных и прозрачных выборов в органы муниципальных властей и повышения уровня их (властей) полномочий и бюджетов.

Я, на своем месте, предложил бы радикальную меру по решению значительной экологической проблемы во всей Москве: платный въезд в город и, как вариант, перевод всего центра (внутри Садового кольца) на общественный транспорт, с разрешением на въезд только техники жителей, спецтехники и тому подобных. Пешеходный центр и платный въезд в город даст воздух городу и, как минимум, повысит привлекательность Москвы для туристов, что принесет городу деньги. Да, мера радикальная. Но новые времена требуют новых мер.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://cheremush.mos.ru/about/istoriya/>
2. <http://www.mosgortrans.ru/about/branches/filial-jugo-zapadnyi-gup-mosgortrans/>
3. <http://www.retromap.ru/forum/viewtopic.php?p=4410>
4. <https://eco-moscow.livejournal.com/35736.html>
5. <http://docs.cntd.ru/document/537927227>
6. <https://uzao.mos.ru/nash-okrug/ecology-epidemiological-settin/>
7. Глинский М.Л., Ветров В.А., Абрамов А.А., Чертков Л.Г. Объектный мониторинг состояния недр на предприятиях атомной отрасли // М.: Б.С.Г.- Пресс, 2015. 264 с.
8. НРБ-99/2009 СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности, -М: 2009.

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕСС ПОДТОПЛЕНИЯ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА МОСКВЫ

Кайтмазов С.Н.<sup>1</sup>, Садоян Г.А.<sup>1</sup>, Ткачев М.С.<sup>1</sup>

*1-студент 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26  
Научный консультант к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Кашиперюк П.И., НИУ МГСУ,  
г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

### ВВЕДЕНИЕ

Геологические условия любых городских территорий формируются в результате взаимодействия комплексов природных, характерных для данной территории и техногенных, зависящих архитектурно-планировочных, конструктивных и технологических особенностей застраиваемых территорий, факторов. Также взаимовлияние формирует природно-технологические системы, определяющие конкретные геоэкологические условия города [1,2].

Наиболее существенными среди природных факторов, влияющих на изменение геоэкологических условий городских территорий, по утверждению большого ряда исследователей, являются изменения гидрогеологических условий грунтовых толщ в процессе строительства и эксплуатации городских зданий и сооружений [1,3,4]. Изменения гидрогеологических условий любой территории определяется режимом подземных вод, что в пределах городских территорий, как правило, приводит к их подтоплению

**Геологические условия территорий, влияющие на их процессы подтопления.** В инженерной геологии под подтоплением понимается повышение уровня подземных вод и увлажнение грунтов зоны аэрации и грунтов активной зоны основания сооружения [1,4]. Подтопление развивается вследствие нарушения водного режима и водного баланса территории вследствие природной динамики режима подземных вод или техногенного воздействия на них в пределах грунтовых толщ, слагающих городские территории.

Согласно СП-11-105-97 часть II под подтоплением понимается процесс подъема уровня грунтовых вод выше некоторого критического положения, а также формирования верховодки или техногенного водоносного горизонта, приводящий к ухудшению инженерно-геологических условий территории строительства, агромелиоративной и экологической обстановки. Подтопление, как правило, сопровождается увеличением влажности грунтов за счет их замачивания.

Понятие «подтопление» применяется в связи с освоением территорий. Подтопленной обычно считают территорию, для которой независимо от глубины залегания уровня подземных вод, для нормального использования которой требуется комплекс мероприятий по понижению этого уровня. В случаях, когда в процессе освоения территорий, прогнозируется возможное поднятие уровня подземных вод в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений до границ активной зоны их основания, то такие территории и следует относить к потенциально подтопляемым. Территории, в пределах которых толща грунтов сложена водонепроницаемыми грунтами или водоносные горизонты залегают на значительных (десятки метров) от поверхности глубинах и приурочены к очень хорошо водопроницаемым грунтам, следует относить к неподтопляемым [3].

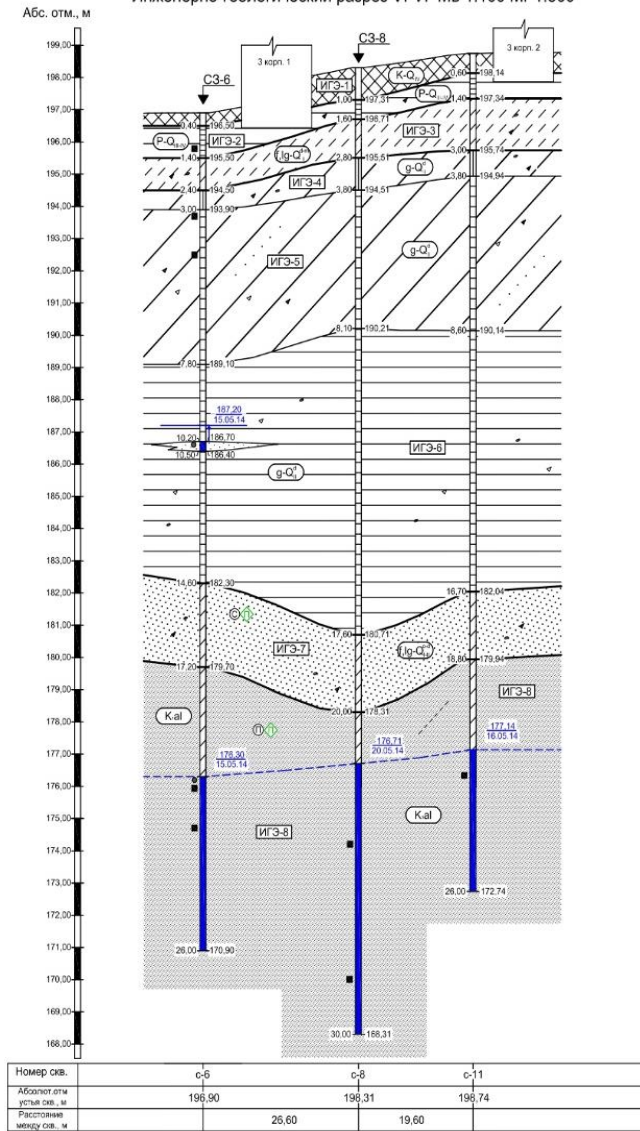
Как уже было сказано, подтопление может быть связано с влиянием на гидрогеологические условия территории естественных геологических процессов, таких как землетрясения и целого комплекса экзогенных процессов. Однако, как правило, основными причинами возникновения и развития подтопления являются техногенные факторы, а именно: техногенные утечки из водонесущих коммуникаций, подпор грунтовых вод в зонах морей, озер, водохра-

нилищ, организация поверхностного стока атмосферных вод, неэффективность ливневой канализации, неумеренных полив городских насаждений, барражный эффект при строительстве заглубленных подземных сооружений, устройство «стен в грунте», свайных полей и др. Следует отметить, что развитие процесса подтопления вызывает на застроенных участках целый ряд негативных последствий: деформации фундаментов и наземных конструкций зданий и сооружений, вызванных изменением прочностных и деформационных свойств грунтов; затопление подземных частей зданий, сооружений, коммуникаций, ухудшение условий их эксплуатации; возникновению опасных геологических процессов, повышению сейсмической бальности, изменению химического состава подземных вод, их агрессивности и коррозионной активности грунтов; ухудшению геоэкологической и санитарно-эпидемической обстановки.

На основании вышесказанного можно заключить, что главенствующим фактором в оценке подтопления любых территорий является фактор геологических условий территорий, включающий гидрогеологические особенности исследуемой территории.

**Особенности исследуемой территории южной части г. Москвы.** Влияние гидрогеологических условий территорий на их подтопленность можно оценить, рассмотрев три инженерно-геологических разрезами, показанных на рисунках 1,2,3. Близкие по характеру отложения, возрасту, генезису и составу грунтовые толщи, залегающих с поверхности четвертичных отложений практически не содержит подземных вод. Мощность этих отложений изменяется от 16,4 м (рис. 2) до более 26,0 м (рис. 3), причём подземные встречаются локально, в виде линз и мешков, сложенных песками различной крупности, внутри морённых и озерноледниковых суглинков и глин. Линзы подземных вод незначительны по простиранию (имеют локальное распространение) и встречаются местами на различной глубине. Как правило, внутриморенные подземные воды имеют мощность от 0,1 до 0,5 м., часто являются напорными, а высота напора изменяется от 0,4 м. до 2,2 м. [5,6].

Инженерно-геологический разрез VI-VI Мв 1:100 Мг 1:500



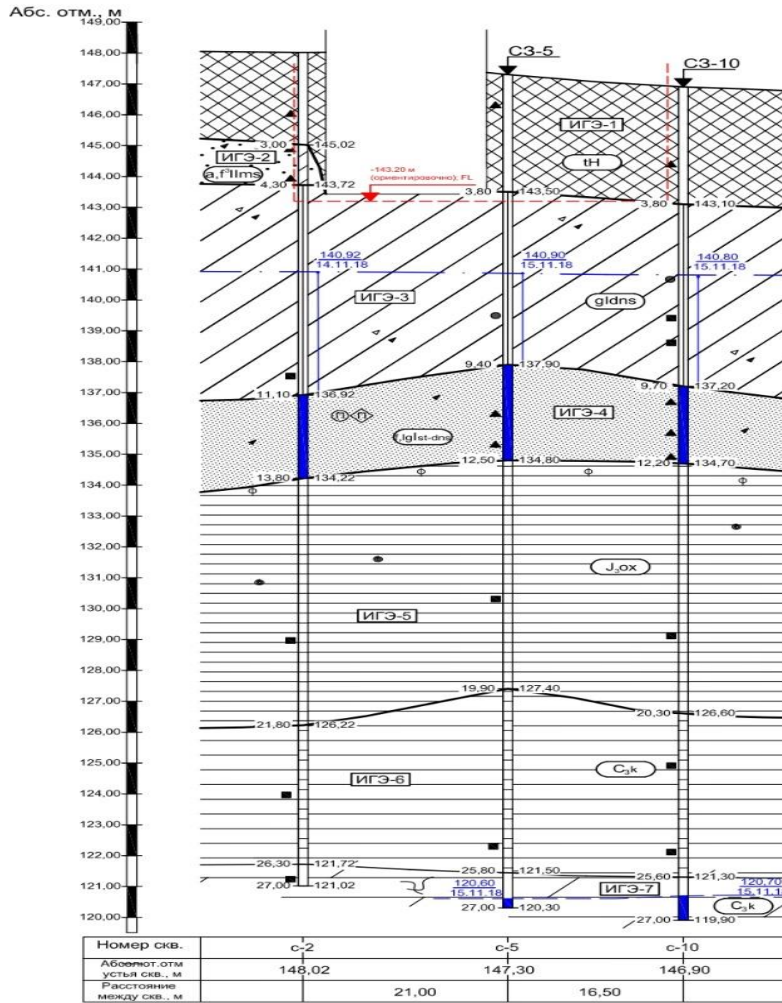
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $K-Q_{1,IV}$  ИГЭ-1 Насыльный грунт, состоящий из песка различной крупности, средней плотности, маловлажного и влажного, коричнево-серого цвета, местами с карманами суглинка песчанистого, тугопластичной консистенции, с включениями битого кирпича, щебня бетона, осколков стекла и керамики. Насыль слежавшаяся.
- $P-Q_{1,IV}$  ИГЭ-2 Глина лёгкая пылеватая, полутвёрдой, местами твёрдой консистенции, серовато-коричневая, с прослойками и линзами суглинка тяжёлого пылеватого, полутвёрдой консистенции, с редкими прослойками (2-4 см толщиной) супеси пылеватой, твёрдой консистенции, с пятнами омарганцевания и ожелезнения, с редкими включениями древесины.
- $lg-Q_{1,IV}^{pl}$  ИГЭ-3 Супесь пылеватая, пластичной, в нижней части слоя местами текучей консистенции, коричнево-желтая, с редкими включениями гравия и древесины, с линзами и прослойками (до 30 см толщиной) песка пылеватого, средней плотности, влажного и водонасыщенного.
- $g-Q_{1,IV}^s$  ИГЭ-4 Суглинок лёгкий песчанистый, прослойки тяжёлый песчанистый, тугопластичной, прослойки полутвёрдой консистенции, желтовато-коричневый, с включениями до 5% древесины и щебня, местами с тонкими линзами и прослойками песка мелкого, редко крупного, плотного, влажного и водонасыщенного.
- $g-Q_{1,IV}^s$  ИГЭ-5 Суглинок лёгкий песчанистый, полутвёрдой, местами тугопластичной консистенции, красновато-коричневый, с прослойки и линзами суглинка тяжёлого песчанистого, полутвёрдой консистенции, с включениями (до 10%) древесины и щебня, с редкими линзами (толщиной до 30 см) песка средней крупности, реже крупного, плотного, влажного и водонасыщенного.
- $g-Q_{1,IV}^s$  ИГЭ-6 Переменный отороченец меловых отложений, представленный глиной легкой, местами тяжелой песчанистой, полутвёрдой, прослойки твёрдой консистенции, зеленовато-серой, слабослюдистой, с тонкими (до 1 см толщиной) прослойками песка пылеватого, плотного, влажного, с линзами (до 30 см) песка мелкого, реже средней крупности, плотного, влажного, местами водонасыщенного, с включениями до 10% древесины, щебня и мелких валунов из известняка, реже песчаника.
- $lg-Q_{1,IV}^{sd}$  ИГЭ-7 Песок средней крупности, плотный, маловлажный, в нижней части слоя - влажный, зеленовато-серый, с редкими включениями гравия и щебня, с прослойками и линзами толщиной до 30 см песка мелкого, плотного, маловлажного и влажного, с редкими тонкими прослойками (до 5 см) супеси песчанистой, пластичной консистенции.
- $K_{al}$  ИГЭ-8 Песок пылеватый, слудистый, плотный, влажный и водонасыщенный, светло-серый с зеленоватым оттенком, способный к разжижению, с редкими прослойками (толщиной 10-20 см) супеси песчанистой, пластичной, местами текучей консистенции, с прослойками песка мелкого, реже средней крупности, плотного, влажного и водонасыщенного.

Рис.1. Инженерно-геологический разрез участка по адресу, г. Москва, ЮЗАО, квартал 38А, корп.8



Инженерно-геологический разрез III-III Мв 1:100 Мг 1:500

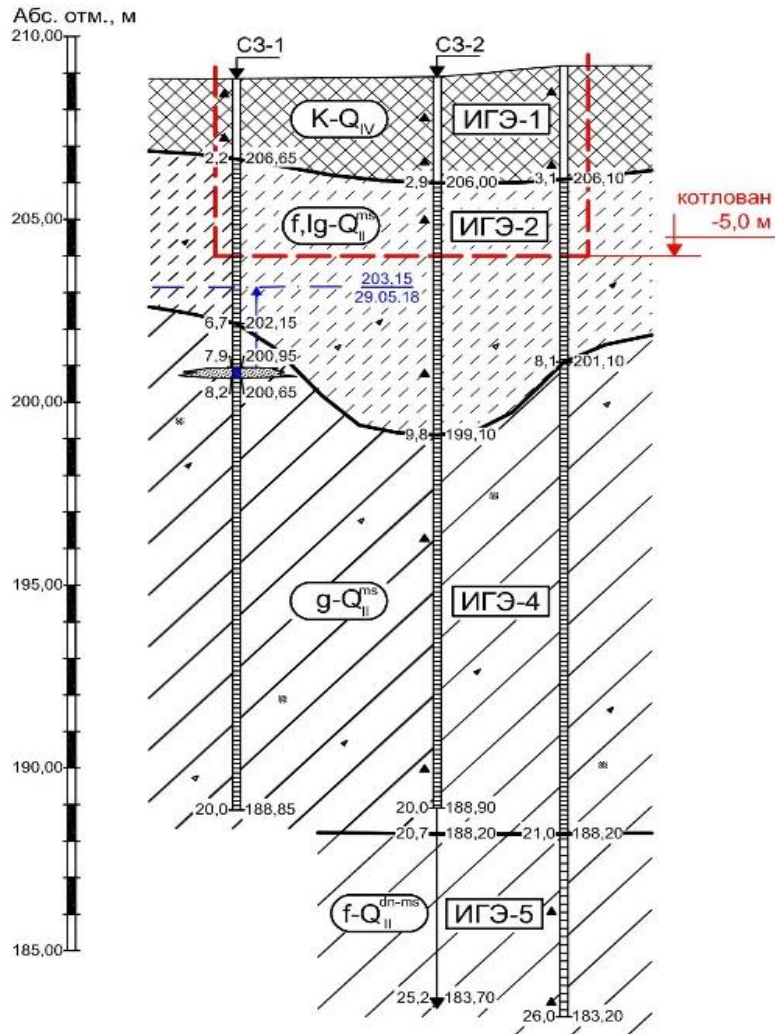


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ИГЭ-1 Насыпной грунт: состоящий из песка средней крупности, с прослоями песка мелкого, средней плотности, влажного, коричнево-серого цвета, с комьями и прослойками суглинка песчанистого тугопластичного, с включениями щебня, дресвы, битого кирпича, бетона, осколков стекла и керамики. Местами, в нижней части слоя насыпь состоит из суглинка легкого, песчанистого мягкопластичного. Насыпь сплывающаяся. В основном, насыпь перекрыта асфальтобетонным покрытием на щебенисто-гравийной подготовке.
- ИГЭ-2 Песок средней крупности, неоднородный, средней плотности, прослоями плотный, влажный, местами в нижней части слоя водонасыщенный, коричнево-желтый, серовато-желтый, с включениями дресвы, мелкой гальки, местами, в нижней части слоя с прослоями до 0,1-0,2 м суглинка легкого, тугопластичного.
- ИГЭ-3 Суглинок легкий, песчаный тугопластичный, с прослоями мягкопластичного, реже полутвердого, коричневого, коричнево-серого цвета, с гнездами и прослойками песка средней крупности и мелкого, влажного, с включениями дресвы, щебня от 5 до 20%.
- ИГЭ-4 Песок пылеватый, однородный, плотный, насыщенный водой, от желтовато-серого в верхней части слоя, до зеленовато-серого цвета в нижней части, слабослюдястый, с прослойками 0,1-0,3 м песка мелкого, плотного, и с прослойками 0,3-0,4 м супеси пылеватой, пластичной, с редкими включениями дресвы.
- ИГЭ-5 Глины тяжелые алевритистые, известковые, полутвердые, отдельными прослоями твердые, жирные, черные, слабослюдястые, с гнездами и тонкими прослойками песка мелкого, серо-зеленого, глауконитового, маловлажного, с включениями остатков морской фауны (аммониты, белемниты). В кровле (0,3-0,5 м) - прослой фосфоритовых конкреций.
- ИГЭ-6 Глина известковистая, легкая пылеватая полутвердая, прослоями твердая, редко тугопластичная, пестроцветная, от серовато-голубого до коричнево-красного и вишневого цвета, в верхней части с прослоями до 5 см мергеля глинистого, серовато-голубого цвета, реже с прослоями 5-10 см известняка мергелистого, серого.
- ИГЭ-7 Доломит известковый, прослоями глинистый, светло-серый, бежевый, слаботрешиноватый, средней прочности, с подчиненными прослоями известняка доломитового, отдельными интервалами разрушенный до состояния щебня с заполнителем из карбонатной муки. С 26,7-27,5 м известняка водоносные. Мощность карбонатных пачек 5,8-9,6 м.

Рис.2. Инженерно-геологический разрез участка по адресу, г. Москва, ЮЗАО, квартал 38А, корп. 1

### Инженерно-геологический разрез I-I; Мв 1:100 Мг 1:500



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

K-Q <sub>IV</sub>		ИГЭ-1	Насыпной грунт - суглинок тяжёлый, коричнево-серый, тугопластичный, с линзами и карманами песка мелкого, влажного, с включениями щебня, дресвы, обломков кирпича, бетона, остатков древесины.
f,lg-Q <sub>II</sub> <sup>пл</sup>		ИГЭ-2	Супесь пылеватая, твёрдая, прослоями пластичная, желтовато-коричневая, слабослюдистая, тонкослоистая, с прослоями (от 1-2 до 30-40 см) песка пылеватого, плотного, влажного, местами водонасыщенного, и суглинка тугопластичного, с единичными включениями дресвы и мелкого щебня.
f,lg-Q <sub>II</sub> <sup>пл</sup>		ИГЭ-3	Суглинок лёгкий песчанистый, тугопластичный, прослоями мягкопластичный, серо-коричневый, буровато-коричневый, с линзами глины лёгкой песчанистой, тугопластичной, с включениями дресвы, щебня (до 5-10%), с прослойками до 10-20 см песка мелкого, влажного и супеси песчанистой, пластичной.
g-Q <sub>II</sub> <sup>пл</sup>		ИГЭ-4	Суглинок лёгкий песчанистый, твёрдый, с прослоями полутвёрдого, редко тугопластичного, тёмно-коричневый, с единичными гнёздами и линзами (до 20-40 см) песка мелкого и средней крупности, плотного, влажного, местами водонасыщенного, с включениями щебня, дресвы кремнистых пород до 10-15%.
f-Q <sub>II</sub> <sup>дн-мс</sup>		ИГЭ-5	Суглинок лёгкий песчанистый, полутвёрдый, буровато-коричневый, с прослоями супеси песчанистой, твёрдой, слюдистой, и песка пылеватого и мелкого, плотного, влажного, с редкими прослойками глины лёгкой, полутвёрдой, в кровле слоя с редкими тонкими (1-2 см) прослойками песчаника тёмно-коричневого, ожелезнённого.

**Рис.4.** Инженерно-геологический разрез участка по адресу: г. Москва, ЮЗАО, ул. Гарибальди влад.18.

Анализируя представленные интересно-геологические разрезы, с учетом глубины заложения фундаментов, проектируемых зданий, можно утверждать, что все три площадки являются потенциально подтопляемые. На возможность возникновения в верхних слоях грунтовых толщ верховодки указывает наличие водопроницаемых насыпных грунтов (КQ4) и выдержанных по простирацию слоя среднечетвертичных водноледниковых и озерноледниковых (f, lg Q2) супесей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отсутствие выдержанного водоносного горизонта в пределах активной зоны основания сооружений может показаться условием, которая при временном водопонижении и осушении локальных линз подземных вод при проходке котлована до проектной отметки подошвы фундаментов (фундаментных плит), приведёт к осушениям территорий, и мероприятия по водопонижению и защита подземной части, проектируемых зданий в данном случае не понадобятся. Однако, как это показано в работе П.И. Кашперюка, А.А. Лаврусевича и др. [3], просчёт в прогнозировании подтопляемости территории приводит в подобных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях к подтоплению и формированию техногенного водоносного горизонта под всей площадью фундаментной плиты в пределах выравнивающего слоя песка, мощностью до 10 см.

## ВЫВОДЫ

Инженерные изыскания являются неотъемлемой частью строительства, как зданий, так и различных сооружений. В нашей работе мы доказали, что порой люди пренебрегают или же некачественно выполняют работы, связанные с инженерными изысканиями. В выводе к нашей работе мы хотим призвать к более качественному проведению данных работ, потому что от этого зависит не только жизнь сооружений, но и жизнь людей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. - 2-е изд. - М.: КДУ, 2008. -424 с.
2. Кашперюк П.И., Юлин А.Н. Качество инженерных изысканий как фактор формирования устойчивых природно-технических систем/Вестник МГСУ, №1,2014, стр. 83-89.
3. Кашперюк П.И., Лаврусевич А.А., Никитина К.В., Крашенинников В.С. Проектные решения в современном фундаментостроении: функция прогноза работы системы "основания - фундамент"// Промышленное и гражданское строительство, №12, 2018 стр. 49-54
4. Наука о Земле: геоэкологическое: учебное пособие/ Ответ. Руководитель А.В. Смуров, Ф.И. Василевич, М.И. Непоклонова, В.М. Макеева, - 2-ое изд., переработ, и доп.- М.: КДУ, 2010. - 564 с.
5. Технический отчёт об инженерно-геологических изысканиях под строительство жилого дома с подземным гаражом в двух уровнях по адресу: г. Москва ЮЗАО, р-н. Обручевский, Геофонд г. Москвы. Арх. №РН/630-14. ООО "НПФ СИВС", 2014. 301 с.
6. Технический отчёт об инженерно-геологических изысканиях под строительство жилого дома по адресу: г. Москва, ул. Гарибальди, влад. 18, (программа реновации). Геофонд г. Москвы. Арх. №РН2/3365-18. ООО "НПФ СИВС", 2018. 229 с.

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНА ТБО «ТИМОХОВО» НА РЕКУ БИЗЯЕВКА

Фролкина Е.В.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе д.26*

*Научные консультанты к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А., НИУ МГСУ*

*к.т.н., доцент кафедры ГиГС Джумагулова Н.Т., НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе д.26*

### **Аннотация**

Антропогенная нагрузка, как правило, негативно воздействует на состояние окружающей среды. В данной статье рассмотрены последствия антропогенного воздействия полигона ТБО «Тимохово» на водный объект, произведена оценка состояния этой реки по индексу загрязненности воды (ИЗВ) и предложены соответствующие мероприятия по восстановлению ее экологического состояния.

Целью исследования является изменение качества реки Бизяевка в Ногинском районе в результате функционирования полигона ТБО «Тимохово».

### **ВВЕДЕНИЕ:**

В последнее время все более остро встает вопрос о снижении негативного воздействия полигонов на окружающую среду. Особенно негативному влиянию подвергаются водные объекты, находящиеся в непосредственной близости полигона ТБО. При принятии неправильных проектных решений, фильтрат, образующийся в теле полигона может попадать в поверхностные и подземные воды, что приводит к загрязнению водного объекта и ухудшению здоровья населения в целом.

### **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ:**

Проблема загрязнения водных объектов в результате различной деятельности человека является очень актуальной в настоящее время и рассматривается в работе многих авторов.

В работах [1-2] подробно описываются последствия техногенной нагрузки на состояние водного объекта, влияние на его качественные показатели, проблема загрязнения донных отложений. Примером для изучения устройства и эксплуатации полигона ТБО является работа [3]. В ней приведен ряд технологических решений по улучшению экологического состояния населенных мест, обезвреживанию и уничтожению твердых бытовых отходов, и проектированию полигонов ТБО. В работах [4-6] рассматривается взаимосвязь состояния водного объекта урбанизированных территорий, качества воды в нем и уровня загрязненности донных отложений.

Исходя из этих работ, мы можем сделать вывод, что проблема загрязнения водных объектов вблизи полигонов ТБО является одной из самых важных и требует особого внимания. В данной статье рассматривается проблема конкретного водного объекта – реки Бизяевка, состояние которой ухудшилось в результате антропогенного воздействия.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

Полигон «Тимохово» (рис.1) эксплуатируется с 1977 г. Складирование ТБО было начато на дне отработанного карьера гжельско - кудиновских глин глубиной 10-15 м. Полигон осуществляет деятельность по сбору и размещению отходов 4,5 классов опасности на основании лицензии на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности. Гидрографическая сеть участка представлена многочисленными водоемами и относится к системе реки

Клязьма. Вблизи полигона ТБО расположено более 10 водоемов, все они находятся в зоне техногенного влияния (рис. 2). Суммарный объем воды в этих водоемах составляет 657,5 тыс. м. куб.

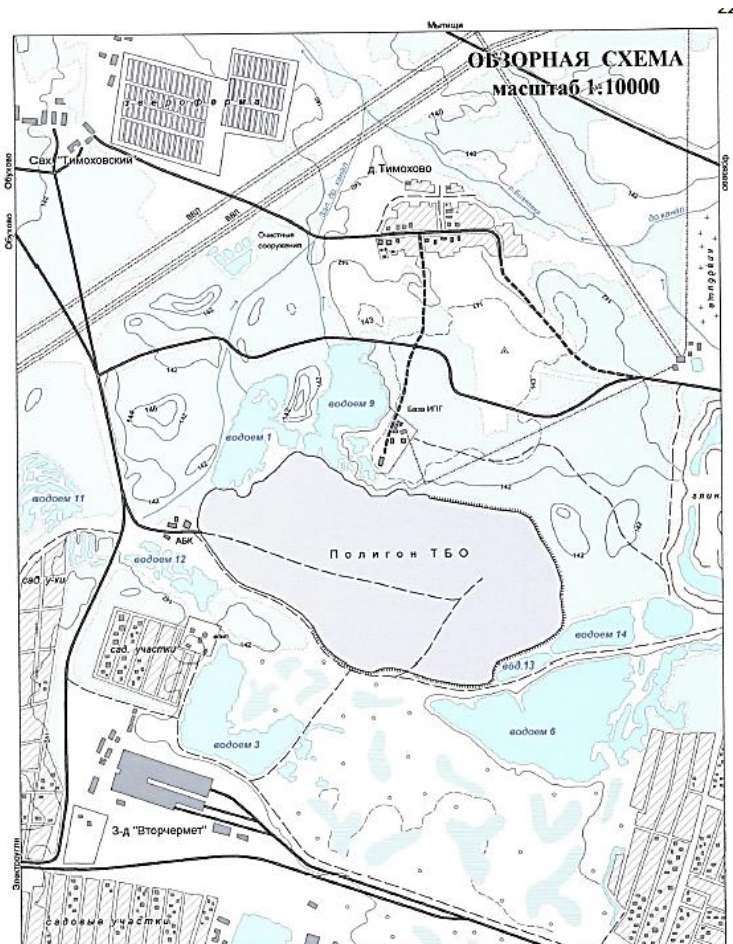


Рис. 1. Обзорная план-схема полигона ТБО «Тимохово».

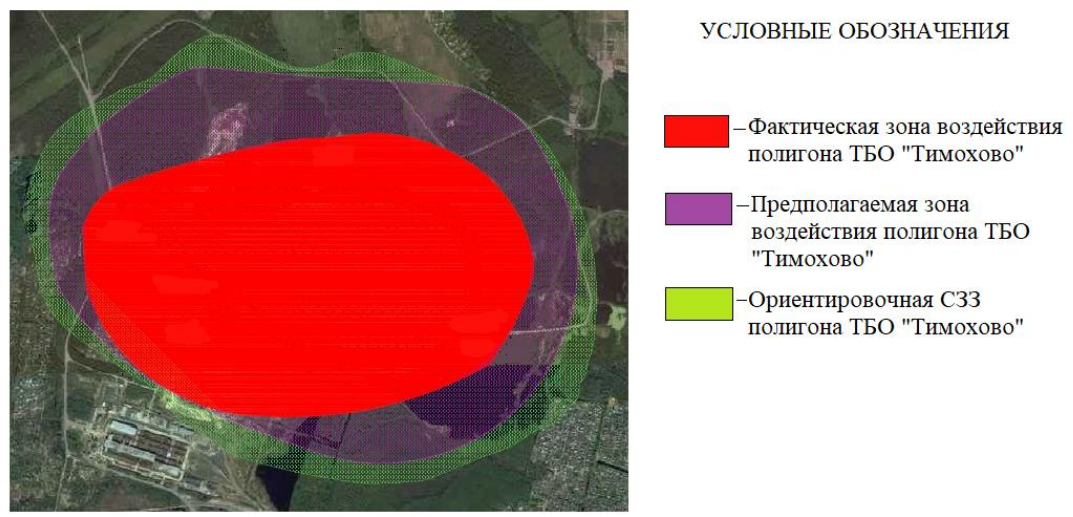


Рис. 2. Карта-схема воздействия полигона ТБО «Тимохово» на окружающую среду.

Степень загрязненности водоемов обуславливается удаленностью каждого от полигона, наличием поверхностного и подземного стока со стороны полигона и количеством воды в

водном объекте. По проекту водоемы (озера) № 1,9 и 13 непосредственно примыкают к телу полигона и являются наиболее загрязненными.

При эксплуатации полигона образующийся фильтрат поступает по обводным каналам в два пруда-накопителя, один из которых пруд-накопитель №1, располагается с северной стороны и оборудован очистными сооружениями. Затем накопившийся в пруде-накопителе №1 фильтрат проходит процесс очистки на очистных сооружениях и далее по выпуску сбрасывается в водоем №1. Далее сточные воды из водоема №1 поступают по протоке в прокопанный канал и далее в реку Бизяевка (рис.3). Фильтрат в пруде-накопителе №2 перекачивается насосами обратно в тело полигона.



**Рис. 3.** 2014 год, река Бизяевка приобрела черный цвет.

В результате функционирования полигона ТБО «Тимохово», вблизи которого располагается множество водных объектов, были зафиксированы превышения установленных предельно допустимых концентраций рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>р.х.</sub>) по ряду загрязняющих веществ, среди которых: БПК 5, взвешенные вещества, хлориды, железо общее, аммоний-ион, аммонийный азот (NNH<sub>4</sub>), фосфаты, нефтепродукты, СПАВ, медь, цинк, никель, марганец, фториды. В общей сумме было обнаружено многократное превышение предельно допустимых концентраций 14 загрязняющих веществ.

Наличие превышений существующих концентраций загрязняющих веществ по отношению к их предельно допустимым концентрациям (ПДК) описывает выполнение условия:

$$\frac{C_i}{ПДК_i} > 1, \text{ где}$$

$C_i$  – установившаяся концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества.

Основные проектные решения в рамках реконструкции полигона ТБО «Тимохово» были разработаны ООО «Экоком» только в 2014 году и включали в себя разработку систем сбора и очистки сточных вод (фильтрата), а также разработку системы сбора, обезвреживания и утилизации свалочного газа. В данной статье осуществляется анализ данных существующих концентраций загрязняющих веществ за 2014 и 2017 год [7-9].

Полученные данные о превышении существующих концентраций загрязняющих веществ относительно их предельно допустимых концентраций рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>р.х.</sub>) представлены в таблице 1 и 2.

**Табл. 1.** Превышение веществ по отношению к ПДК для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, 2014 год.

Химические показатели загрязняющих веществ	Озеро №1(место сброса сточных вод с ОС)	Озеро №1(в 100 м. левее сброса сточных вод с ОС)	Озеро №1 (в 100 м. правее сброса сточных вод с ОС)	В ручье - истоке из озера №1	В реке Бизяевка (исток из озера №1)
БПК5	20,5	19,7	20,3	24,6	4,8
Взвешенные вещества	5,86	6,2	5,9	7,92	1,54
Хлориды	5,91	5,01	4,69	5,2	-
Железо общее	38,8	25,2	4,5	53,7	19,4
Азот аммонийный	1646,82	1536	36,8	1386,8	24,84
Фосфаты (фосфор)	24,35	23,1	3,4	30,65	5,3
Нефтепродукты	26,6	96	80	24,6	178
СПАВ	24,35	2,3	-	9	9
Медь	160	140	20	170	40
Цинк	18	16	2	28	-
Никель	10	9	-	16	1,5
Марганец	29	25	25	24	42
Фториды	68	60	10	60	-

**Табл. 2.** Превышение веществ в р. Бизяевка по отношению к ПДК для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, 2017 год.

Химические показатели загрязняющих веществ	ПДК в точке отбора проб (мг/дм <sup>3</sup> )	Норматив ПДК очищенной сточной воды, поступающей в водоем рыбохозяйственного назначения (мг/дм <sup>3</sup> )	Во сколько раз превышает ПДК
БПК5	49,8	3	16,6

ХПК	207	30	6,9
Хлориды	870	300	1,8
Железо	0,15	0,1	1,5
Азот аммонийный	1,16	0,4	2,9
Нефтепродукты	1,1	0,05	22
ПАВ	0,8	0,2	4
Марганец	0,07	0,01	7
Медь	0,0024	0,001	24

Определим динамику развития водного объекта р. Бизяевки, путем сравнения данных о превышении загрязняющих веществ за 2014 год (до установки очистных сооружений) и за 2017 год (после установки очистных сооружений). Результаты представлены в таблице 3.

**Табл. 3.** Сравнение превышения одинаковых загрязняющих веществ по отношению к ПДК для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение за 2014 и 2017 год.

Химические показатели загрязняющих веществ	2014 год	2017 год
БПК5	4,8	16,6
Хлориды	-	1,8
Железо	19,4	1,5
Азот аммонийный	24,84	2,9
Нефтепродукты	178	22
Марганец	42	7
Медь	40	24

По результатам таблицы 3 видно, что после установки сооружений по очистке фильтра с полигона ТБО был ликвидирован сброс некоторых загрязняющих веществ, таких как фосфаты, СПАВ, цинк, никель, фториды, но при этом полная очистка сточных вод с полигона не была произведена. Также по результатам таблицы видно, что уровень превышения ПДК загрязняющих веществ снизился, но осуществление эксплуатации полигона все еще оказывает антропогенное воздействие на реку Бизяевка, так как показатели ПДК в реке не отвечают существующим нормативам.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

Исходя из значений предельно допустимых концентраций (ПДК) и измеренных концентраций можно рассчитать индекс загрязненности воды (ИЗВ) по 6 загрязняющим веществам: БПК5, железо, азот аммонийный, нефтепродукты, марганец, медь. Для определения индекса загрязненности воды (ИЗВ) используем формулу:



$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^6 C_i / ПДК_i}{n}, \text{ где}$$

$C_i$  – установленная концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества;

$n$  – количество загрязняющих веществ, для оценки качества вод расчет ведут по 6 показателям.

Определяем индекс загрязненности воды реки Бизяевка (2014 год) по заданной формуле:

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^6 4,8 + 19,4 + 24,84 + 178 + 42 + 40}{6} = 51,5$$

Индекс загрязненности воды реки Бизяевка (2017 год):

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^6 16,6 + 1,5 + 2,9 + 22 + 7 + 24}{6} = 12,3$$

По таблице 4 определим класс качества вод в зависимости от индекса загрязненности воды.

**Табл. 4.** Класс качества вод в зависимости от ИЗВ.

Воды	Значение ИЗВ	Класс качества вод
Очень чистые	до 0,2	I
Чистые	0,2-1,0	II
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	III
Загрязненные	2,0-4,0	IV
Грязные	4,0-6,0	V
Очень грязные	6,0-10,0	VI
Чрезвычайно грязные	>10,0	VII

По полученным результатам мы можем сделать вывод, что в 2014 году, до установки очистных сооружений река Бизяевка относилась к VII классу качества воды (чрезвычайно грязная), после установки очистных сооружений ее экологическое состояние не изменилось.

## ВЫВОДЫ:

Решением данной экологической проблемы может стать комплекс мероприятий по восстановлению водного объекта, который включает в себя:

- прекращение сброса загрязняющих веществ в реку;
- реконструкция и модернизация очистных сооружений, содержание их в исправном состоянии;
- очистка водного объекта от донных отложений, которые могут способствовать вторичному загрязнению;
- информирование уполномоченных исполнительных органов государственной власти и органов местного самоуправления об авариях и иных чрезвычайных ситуациях при эксплуатации очистных сооружений;
- своевременное осуществление мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций при эксплуатации очистных сооружений;
- ведение учета сброса сточных вод, их качества.

Также для снижения и ликвидации последствий негативного воздействия реку Бизяевка необходимо организовать систему еженедельного мониторинга за выполнением установленных требований к полигону ТБО «Тимохово» и за изменением состояния водного объекта. Контрольные створы изменения качества воды необходимо установить в местах сброса сточных вод в реку Бизяевка, на расстоянии 0,5 км ниже течения сброса сточных вод, а также в устье реки.

В случае, если установленные требования не соблюдаются – наложить штрафные санкции для компенсации экологического ущерба.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Блази К. Изменения качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 4. С. 35-39. [1]
2. Курочкина В.А. Формирование и экологические свойства русловых отложений в водотоках на урбанизированных территориях. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный строительный университет. Москва, 2012 [2]
3. Швагерус П.В., Калашикова Е.В. Проектирование полигонов захоронения твердых бытовых отходов: теория и практика (учебно-практическое пособие) / М-во образования и науки Российской Федерации; Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т. - Волгоград: ВолгГАСУ, 2012. - 143 с.: ил., табл.; 26 см.; ISBN 978-5-98276-478-2
4. Боровков В.С., Курочкина В.А. Миграция тяжелых металлов в растения при их выращивании с использованием сточных вод и загрязненных илов в качестве удобрений. // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 2. С. 51-54.
5. Теличенко В.И., Курочкина В.А. Методология оценки техногенного загрязнения водных объектов урбанизированных территорий. // Вестник МГСУ. 2016. № 6. С. 80-89.
6. Курочкина В.А., Богомолова Т.Г., Киров Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий // Вестник МГСУ. 2016. № 8. С. 100-109. [3]
7. Превышение концентраций загрязняющих веществ в р. Бизяевка относительно их ПДК за 2017 год [Электронный ресурс] <https://regnum.ru/news/2520900.html>
8. Превышение концентраций загрязняющих веществ в р. Бизяевка относительно их ПДК за 2014 год [Электронный ресурс] <https://sudact.ru/regular/doc/L16zfOhMW1x0/>
9. Экологическое состояние реки Бизяевка, опубликовано в газете "Московский комсомолец" №37 от 13 февраля 2014 [Электронный ресурс] <https://www.mk.ru/daily/nashe-podmoskove/article/2014/02/13/984630-a-v-podmoskove-reki-rocherneli.html>

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МЕРОПРИЯТИЙ НА РЕКЕ ДОН В РАЙОНЕ ГОРОДА ПАВЛОВСК

Халитов Р.М.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26  
Научный консультант к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А. НИУ МГСУ,  
г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** в данной статье представлена проблематика берегоукрепления на реке Дон в городе Павловск.

**Цели:** найти наиболее рациональный и комплексный вариант укрепления берегов на данной территории.

**Материалы и методы:** строительные СНиПы. Расчет берегоукрепительных сооружений.

**Результаты:** Сооружение комплекса берегоукрепительных сооружений.

**Выводы:** Проведение берегоукрепительных работ позволит предотвратить обрушение жилых домов и производственных построек в г. Павловск, ликвидировать эрозионные процессы и негативное воздействие вод на левый берег р. Дон на юго-восточной окраине г. Павловска.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема укрепления береговой линии особенно волнует тех людей, чьи объекты недвижимости располагаются вблизи водоемов, имеющих искусственное или естественное происхождение. Красивый вид на водную гладь повышает привлекательность жилых и коммерческих строений, оказывая влияние на их стоимость. Чтобы дольше радоваться общению с водной стихией, необходимо своевременно провести работы по берегоукреплению. В противном случае вода, обладая большой разрушительной силой, может спровоцировать постепенное оседание почвы в прибрежной зоне и даже способствовать ее частичному обвалу.

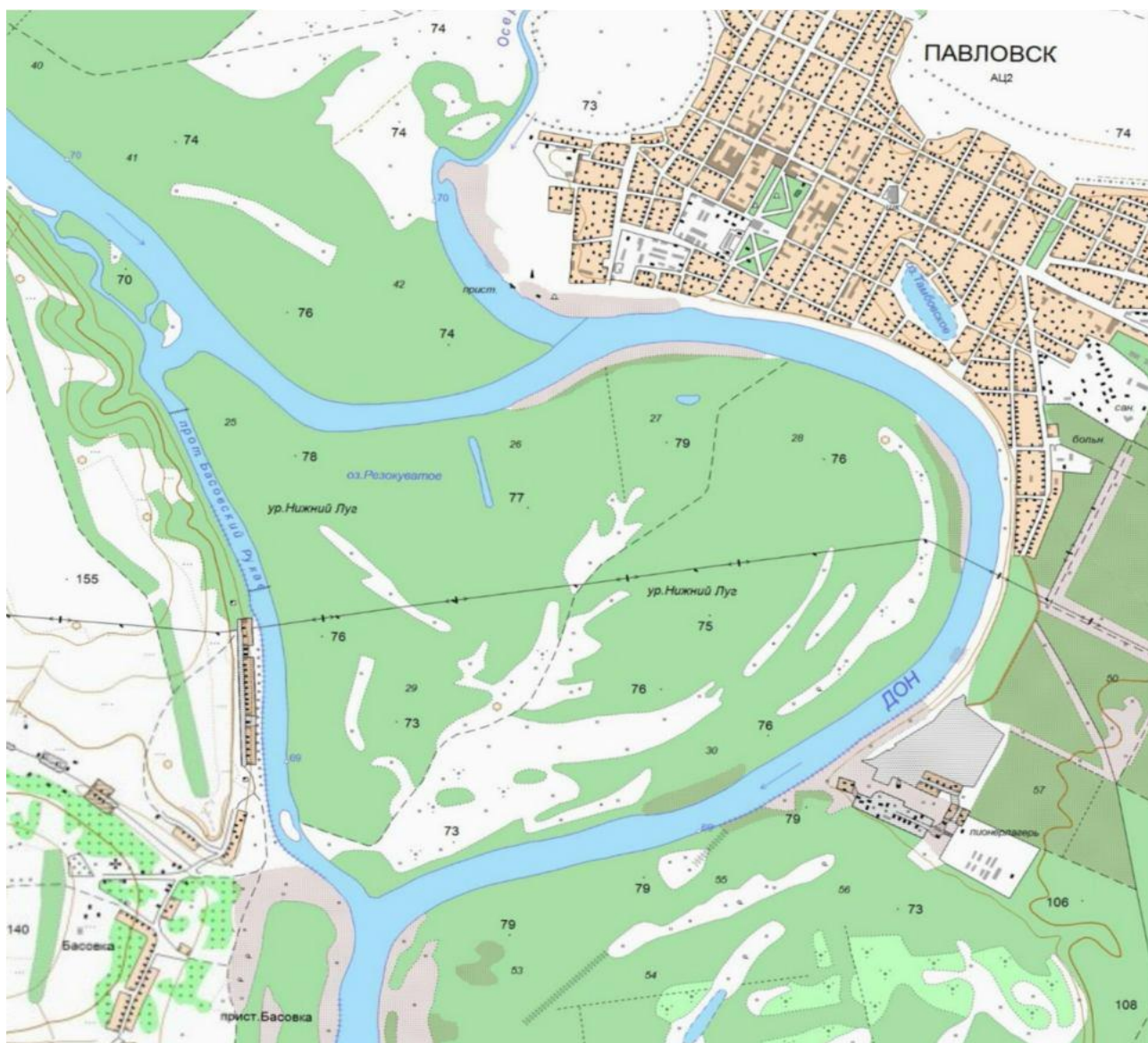
### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Данная проблема является актуальной. Так например, в статье [1] автор рассматривает проблему прибрежных территорий в зоне больших городов, а также важных транспортных и промышленных объектов особенно значимы и с экономической и экологической стороны., а в статье [2] рассматривается применение габионных конструкций позволяющих решать различные инженерные и природоохранные задачи, возникающие при строительстве и эксплуатации автомобильных и железных дорог, трубопроводов, гидротехнических сооружений, разработке месторождений и рекультивации земель. Информационной базой данной статьи является СНиП 2.06.03-86. «Мелиоративные системы и сооружения», СП33-101-2003. «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», СНиП 11-02-96. «Инженерные изыскания для строительства», СНиП 12-01-2004. «Организация строительства» [3]

Таким образом вопрос рационального берегоукрепления в урбанизированных территориях является очень важным для изучения. В данной статье рассматриваются возможности укрепления берегов на реке Дон в городе Павловск.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Дон - крупнейшая водная артерия Европейской части России. Бассейн Верхнего Дона практически полностью находится на территории Воронежской области и пересекает ее с севера на юг на протяжении 530 км.



**Рис. 1.** Ситуационный план

Берега Дона густо заселены городским и сельским населением, и река играет важнейшую роль в хозяйственно-социальной сфере.

Любые негативные изменения гидрологического режима реки Дон в пределах Воронежской области могут существенным образом сказаться на природном комплексе не только Верхнего Дона, но и всей реки.

Участок проектирования расположен на юго-восточной окраине г. Павловск от улицы «Красный Пахарь» до хлебоприемного предприятия ОАО «Павловское ХПП» протяженностью 1.0 км с 1158.8 км до 1157.8 км от устья р. Дон.

Рассматриваемая часть бассейна реки Дон расположена в Павловском и Подгоренском районах Воронежской области. Река Дон здесь разграничивает два физико-географических района (по классификации Ф.Н. Милькова) – Калитвинский волнисто-балочный южно-лесостепной район и Калачский овражно-балочный южно-лесостепной район.

Участок реки Дон, где предусматривается проведение мероприятий, расположен в Калачском южно-лесостепном районе.

Территория данного района представляет собой возвышенную равнину, глубоко расчлененную долинно-балочной и овражной сетью. Поверхность района лежит в основном на высоте 200 - 220 м над уровнем моря. Глубина эрозионного вреза в центре возвышенности достигает 100 - 120 м.

Из современных геоморфологических процессов в рассматриваемом районе существенное значение имеет эрозия почв, выражающаяся в интенсивном росте оврагов, рытвин и борозд, а также в плоскостном смыве почвы. [1]

В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные глинистые, а на третьей террасе Дона – тяжелосуглинистые и суглинистые. Широко развиты также черноземы типичные, средней мощности, глинистые. В поймах рек развиты бугристо-волнистые пески.

По характеру растительности — это лесостепная зона со значительными площадями распаханых и занятых сельскохозяйственными культурами пространств. Распаханность земель в районе достигает 70-80%. Лесистость в целом для района менее 5%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для успеха эффективности проведенных берегоукрепительных работ важно предусматривать комплекс работ и сооружений.

Основным объектом строительства являются берегоукрепительные сооружения на левом берегу р. Дон у юго-восточной окраины г. Павловска.

В состав берегоукрепительных сооружений входят:

- две шпунтовые стенки;
- переливные каменные шпоры;
- крепление матрасами «Рено»;

Крепление берегового откоса габионами;

- крепление береговой полосы каменной наброской;
- биологическое крепление откоса посадкой черенков ивы.

Берегоукрепление р. Дон относится к объектам капитального строительства IV класса.

Шпунтовая стенка №1 устраивается на расстоянии от 5 м до 20 м от береговой линии. В плане шпунтовая стенка №1 имеет криволинейную форму, повторяя береговую линию реки Дон, существовавшую до начала интенсивного размыва этого участка берега. То есть шпунтовой стенкой восстанавливается историческая конфигурация левого берега р. Дон.

Шпунтовая стенка №2 протяженностью 122 м устраивается для защиты от обрушения и восстановления участка берега у ОАО «Павловское ХПП». В плане шпунтовая стенка №2 прямолинейна, располагается параллельно береговой линии на расстоянии от 4 м до 9 м от нее. Глубина забивки шпунта ниже дна реки от 9 м до 11.8 м. Отметка низа шпунта – 56.0 м. Длина шпунтовых свай – 15 м.

По окончании работ по устройству шпунтовых стенок №1 и №2 в их торцевых частях экскаватором отсыпается переливные каменные шпоры.

Грунт в подводном карьере разрабатывается гидромеханизированным способом, земснарядом производительностью 50 м<sup>3</sup>/час по грунту с одновременной подачей грунта за шпунтовое пространство. Необходимое количество грунта для заполнения за шпунтовое пространства составляет 28000 м<sup>3</sup>, в том числе:

- шпунтовая стенка № 1 – 25000 м<sup>3</sup>;
- шпунтовая стенка №2 – 3000 м<sup>3</sup>.

Габионы с размером каркаса 1х1х4 м. Крепление откоса габионными конструкциями также осуществляется по слою геотекстильного полотна. [2]

Сборка сетчатых каркасов матрасов «Рено», габионов и их заполнение камнем осуществляется вручную на месте их укладки. Для заполнения матрасов «Рено» и габионов применяется камень с размерами в поперечнике 12-15 см.

Далее производится крепление каменной наброской береговой полосы шириной 20 м между переливными каменными шпорами включая подводную часть берегового откоса.

Отсыпка и разравнивание каменной наброски производится экскаватором с баржи-площадки с использованием сменного рабочего оборудования: грейфер, ковш. На оставшейся верхней части неукрепленного берегового откоса между верхней его бровкой, габионами,

каменной наброской производится биологическое крепление посадкой ивовых черенков на площади 3 га.

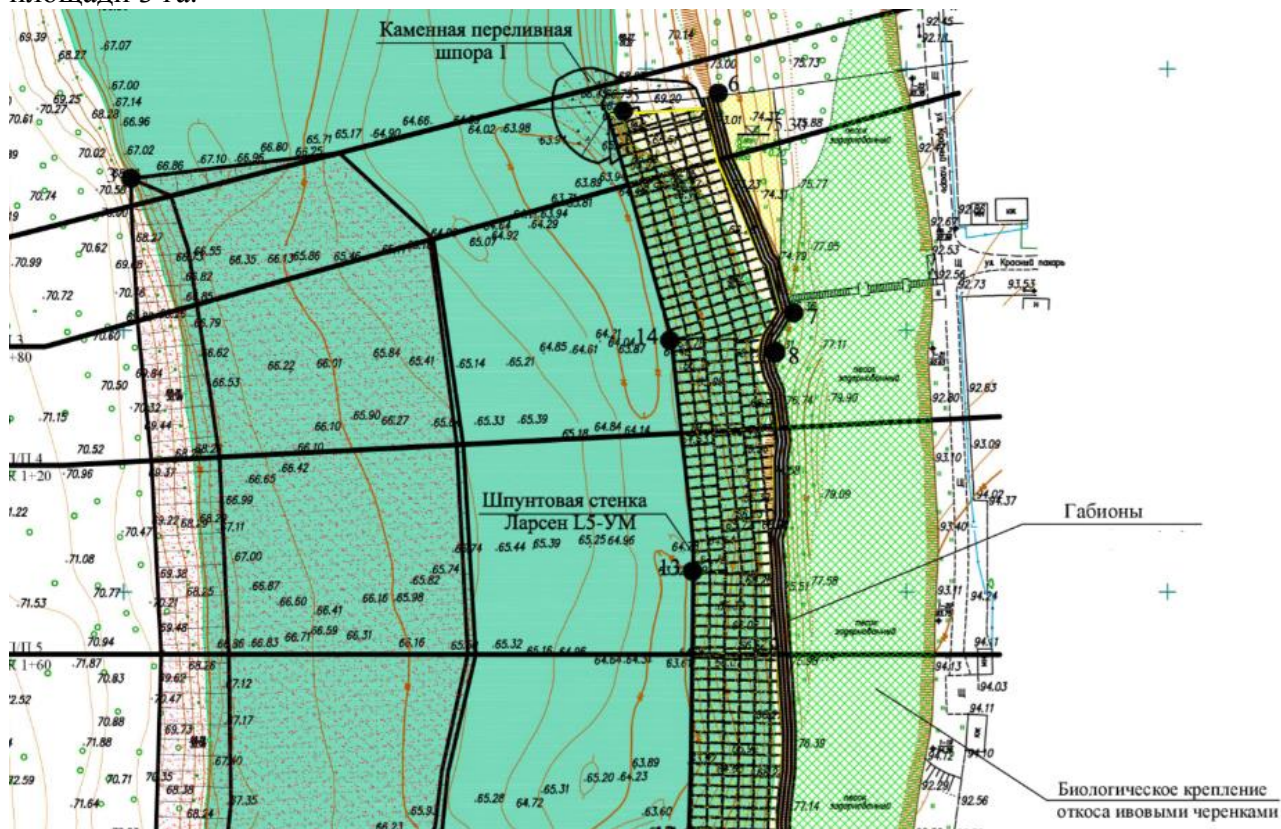


Рис 2. Схема установки берегозащитных сооружений. Часть 1.

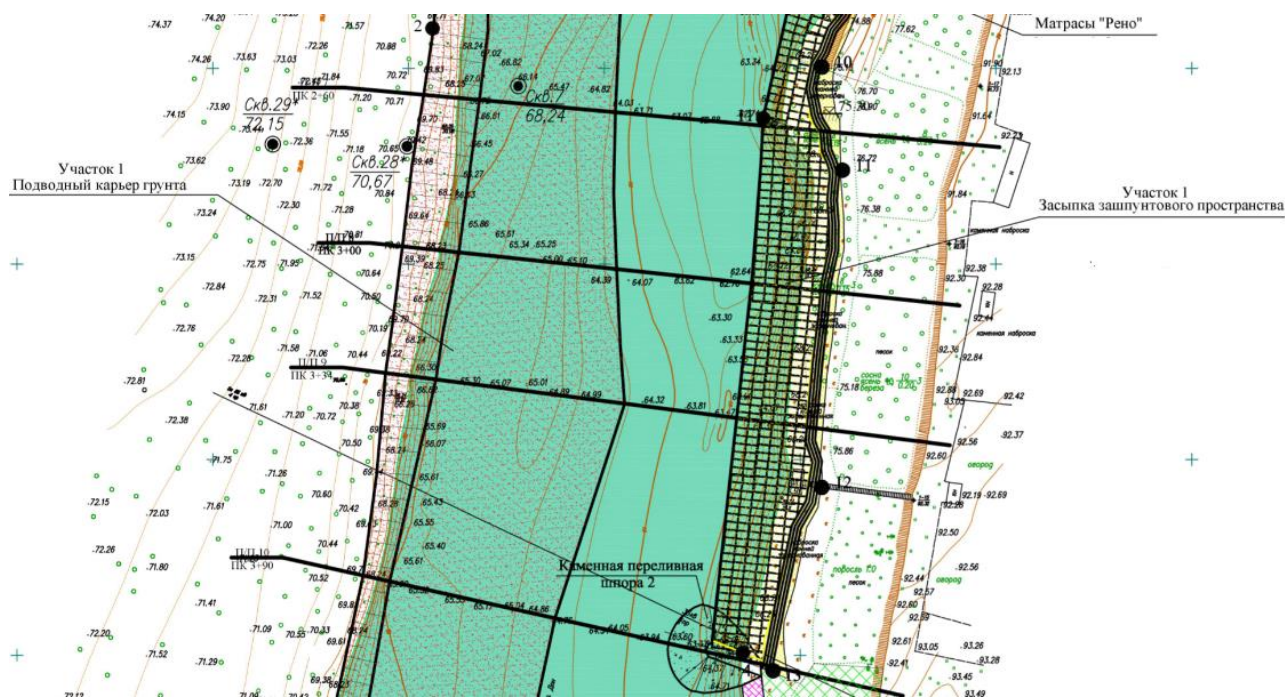


Рис 2. Схема установки берегозащитных сооружений. Часть 2.

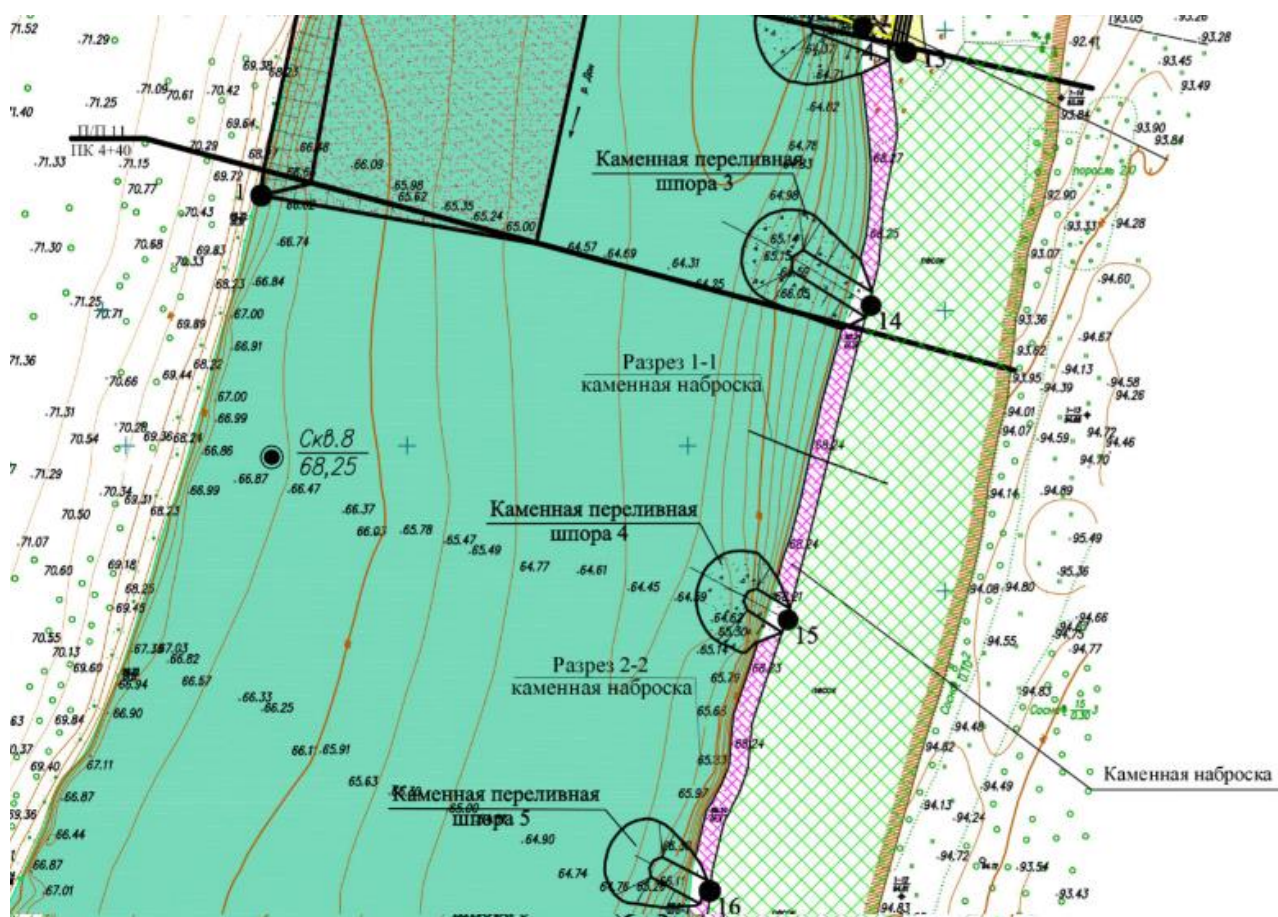


Рис. 3. Схема установки берегозащитных сооружений. Часть 3.

## ВЫВОДЫ

Проведение берегоукрепительных работ позволит предотвратить обрушение жилых домов и производственных построек в г. Павловск, ликвидировать эрозионные процессы и негативное воздействие вод на левый берег р. Дон на юго-восточной окраине г. Павловска. Очень важной составляющей берегоукрепления является его комплексность. При проектировании берегоукрепительных сооружений важно учитывать состояние окружающей среды и до минимума снизить негативные последствия на неё.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.06.03-86. «Мелиоративные системы и сооружения».
2. СП 33-101-2003. «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».
3. СНиП 11-02-96. «Инженерные изыскания для строительства».
4. СНиП 12-01-2004. «Организация строительства».
5. Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ «Водный Кодекс Российской Федерации».
6. Хмелев В.А. Берегоукрепление и берегозащита в зоне городов на урбанизированных реках.

## ВЛИЯНИЕ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

Чадкина Я.А.<sup>1</sup>

*1-студент 3 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

*Научный консультант: к.б.н. Анашкина Е.Н., член совета директоров, АО "Северная столица"*

Обращение с отходами производства и потребления превратилось для России в последние десятилетия в одну из наиболее острых экологических проблем. Статистические данные Росстата за период 2003-2017 гг. демонстрируют стремительный рост объемов образования отходов производства и потребления. Так, в 2017 году было образовано 6220,6 млн тонн отходов производства и потребления. Для сравнения, в 2003 году этот показатель был на уровне 2613,5 млн тонн. Таким образом, в период статистического наблюдения с 2003 года по 2017 год объем отходов вырос в 2,4 раза; отмечается стабильное ежегодное увеличение объемов отходов. Основная часть ТКО складывается на полигонах различного типа и многочисленных свалках. На полигоны попадает около 85% отходов, лишь 5% отходов проходит вторичную переработку, и примерно 10% отходов теряется при транспортировке. Накопление отходов приносит огромный экологический, экономический и социальный ущерб. По оценке экспертов, под размещение отходов занято от 4 до 7 млн га земли, что сопоставимо с территорией многих европейских стран. В результате значительные площади выведены из хозяйственного оборота, при этом они становятся источниками токсичного загрязнения воздуха, почвы и подземных вод; антисанитарные условия способствуют развитию патогенной для человека и домашних животных флоры, фауны и микроорганизмов.

При расчётом ДЖКХ Москвы образованию бытовых отходов в 272 кг в год на человека, Москве необходимо утилизировать не менее 12 млн т твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в год. «Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с ТКО» Москвы (далее — Терсхема, утверждена Постановлением № 492-ПП от 09.08.16) учитывает 7,9 млн т ТКО и ещё 18,9 млн иных отходов производства и потребления (в т.ч. 10,5 млн т - грунты), всего 26,8 млн т/год [1].

**Источники и виды загрязнения.** В настоящее время около 10% ТКО сжигается на мусоросжигающих заводах (с образованием и дальнейшим захоронением примерно 3% новых отходов - золошлаков), 6,7% используются как вторичное сырьё, а 86,5% (включая образовавшиеся после сжигания ТКО золошлаки) захораниваются на полигонах. Таким образом, при сжигании немногим более 70% начального объёма ТКО преобразуется в газы и воду, около четверти - в золошлаки, подлежащие захоронению [2].

Мусоросжигательный завод — предприятие, использующее технологию утилизации промышленных и твёрдых бытовых отходов (ТБО) посредством термического разложения (сжигания) в котлах или печах.

Уничтожение мусора на таких заводах помогает уменьшить объем складываемых твердых бытовых отходов, что способствует уменьшению количества площадей, занятых мусорными свалками. Огромное количество коммунальных отходов и проблема их размещения на сегодняшний день стоит достаточно остро, одним из способов решения её является строительство и ввод в эксплуатацию мусоросжигательных заводов. Уничтожения мусора на данных заводах имеет ещё плюсы. Например, энергия, полученная при сгорании отходов, может использоваться, как энергия для теплоснабжения и электроснабжения. Но безопасно ли сжигание мусора для окружающей среды и людей?



На слайде вы видите карту загрязнений атмосферного воздуха г. Москвы. Самыми неблагоприятными являются центральные улицы, юго-восточная часть города, которая сама по себе находится в низине. В Москве роза-ветров расположена так, то ветры дуют чаще всего именно в этом направлении. К источникам загрязнения относят:

- ТЭЦ (диоксид углерода, мелкие частицы пыли, диоксид серы, тяжёлые металлы);
- Мусоросжигательные заводы, которые выбрасывают в воздух токсины, канцерогены, оксиды.
- Выхлопные газы, производимые при сжигании топлива в двигателях автомобилей.

На данный момент в Москве действуют несколько мусоросжигательных заводов, например,

1. Мусоросжигательный завод в Алтуфьево. Первый в России МСЗ завод «Спецзавод №2». Он расположен в северо-восточном автономном округе и занимает территорию в два гектара. Мощность завода – 95 тысяч тонн сжигаемого мусора в год. Самый главный минус завода – расположение в зоне жилых кварталов.

2. Мусоросжигательный завод на улице Подольских курсантов. Он занимает 4 гектара. Мощность завода - 250 тысяч тонн мусора в год. Этот завод расположен в юго-восточном округе Москвы, этот район считается наиболее неблагоприятным для жизни, так как из-за особенностей розы ветров дым с промышленных зданий и мусоросжигательных заводов попадает на эту территорию.

3. Спецзавод №4 Мусоросжигательный завод в промзоне Руднево. Этот завод предназначен для сжигания твердых бытовых и биоотходов. Мощность завода - 250 тысяч тонн мусора в год. В районе завода ведется большое строительство новостроек.

Сегодня мощности двух мусоросжигательных заводов (МСЗ) Москвы - 0,61 млн т или 7,7% образующихся ТКО [3].

В качестве продуктов горения ТКО на мусоросжигательных заводах образуются диоксины — хлорсодержащие соединения на основе дибензодиоксина. Это одни из самых опасных ксенобиотиков, обладающих кумулятивным токсичным воздействием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере. Величина летальной дозы для этих веществ достигает  $10^{-6}$  г на 1 кг живого веса, что существенно (на несколько порядков) меньше аналогичной величины для некоторых боевых отравляющих веществ, например, для зомана и зарина.

Результаты многолетнего исследования загрязнения окружающей среды новейшим мусоросжигательным заводом (МСЗ) Голландии Reststoffen Energie Centrale, построенным в 2011 году, свидетельствуют о регулярных выбросах диоксинов, не фиксируемых системой экологического мониторинга МСЗ, многократно превышающих допустимые нормы ЕС. Практически на всех подобных МСЗ в мире вследствие их неустраняемых конструктивных недостатков регулярно, в плановом порядке вынужденно организуются нерегистрируемые выбросы отравляющих веществ, так как тотальная очистка дымовых газов оказывается не по карману даже самым богатым странам. В 2017 году ЕС принял решение об отказе от технологий сжигания отходов, признав в официальном документе стратегическую ошибку в выборе технологии переработки мусора, сделанную 30 лет назад, поскольку существующие данные по результатам её применения опасны для населения.

До 2024 г. в Московской области предполагается строительство ещё 4 МСЗ, способных сжигать 2,8 млн т ТКО, половина мощности которых зарезервирована для нужд г. Москвы. В последующем намечается довести число МСЗ в Московской области и других регионах до необходимого числа для полного уничтожения ТКО Москвы. Запуск четырёх МСЗ в Московской области позволит снизить захоронение ТКО Москвы на 17,7% и, таким образом, сжигание отходов на 6 МСЗ в Москве и области обеспечит снижение захоронения ТКО на 2 млн т в год (25,3%) при этом, однако, образуются 0,5 млн т более токсичных золошлаков.

Мусоросжигательные заводы опасны еще и образованием колоссального объёма парниковых газов, подлежащих в соответствии с подписанными Россией международными со-

глашениями о сохранении климата наоборот сокращению, безвозвратным уничтожением миллионов тонн сырья и материалов, ростом обременения населения, связанным с резким повышением тарифов на вывод отходов и электричество, провоцированием роста протестных настроений населения

Что же нужно сделать для того, чтобы экологическое состояние окружающей среды было приемлемым? Начать с себя. Со скоплениями ТКО мы можем бороться, приняв за правило раздельный сбор мусора и вторичную переработку. В Москве с каждым годом устанавливают всё больше и больше контейнеров для раздельного сбора мусора: пластик, стекло, металл, бумага и органические отходы. Разделять отходы – первый шаг к последующему благосостоянию человечества. Загрязняя окружающую среду, мы губим своё здоровье.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. [www.mos.ru/dgkh/function/informatciia-dlia-spetsialistov/o-polozhonii-i-perspektivakh-v-oblasti-obrashcheniia-s-kommunalnymi-otkhodami-v-gorode-moskve/](http://www.mos.ru/dgkh/function/informatciia-dlia-spetsialistov/o-polozhonii-i-perspektivakh-v-oblasti-obrashcheniia-s-kommunalnymi-otkhodami-v-gorode-moskve/)
2. <http://www.ms3.at/Umwelt.aspx>
3. [www.mos.ru/dgkh/function/informatciia-dlia-spetsialistov/o-polozhonii-i-perspektivakh-v-oblasti-obrashcheniia-s-kommunalnymi-otkhodami-v-gorode-moskve/](http://www.mos.ru/dgkh/function/informatciia-dlia-spetsialistov/o-polozhonii-i-perspektivakh-v-oblasti-obrashcheniia-s-kommunalnymi-otkhodami-v-gorode-moskve/)

## ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ХЛОРИДНЫХ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Попов В.Г. <sup>1</sup>, Чурюкина С.В. <sup>2</sup>

*1 - д.т.н. профессор, зав. Кафедрой Химия и Инженерная экология, Федеральное Государственное Автономное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Российский Университет Транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ), РУТ (МИИТ).*

*2 – ст. преподаватель каф. Химия и Инженерная экология. Федеральное Государственное Автономное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Российский Университет Транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ), РУТ (МИИТ).*

### АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена исследованию влияния хлоридных противогололедных реагентов (ПГР) на объекты пассажирских обустройств железнодорожного транспорта, выполненные из бетона и железобетона. В связи с противоречивыми данными по воздействию данного вида реагентов на техносферу возникла необходимость в проведении такого исследования. Эксперименты проводились с образцами бетонов, помещенных в среду моделей хлоридных противогололедных реагентов. Испытания проводились в соответствии с Руководством по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах. Было выявлено полное и спонтанное разрушение образцов бетонов, что послужило основанием для разработки мер по предотвращению аварийных ситуаций, способных привести к человеческим жертвам.

### ВВЕДЕНИЕ

В странах с холодным климатом, к числу которых относится и Россия, необходимо проводить борьбу со скользкостью в зимний период года для предотвращения травматизма населения. Для этих целей используют противогололедные реагенты (ПГР). На современном рынке представлен широкий спектр данного вида товаров. Существует много видов ПГР и для каждой отрасли можно подобрать реагент, отвечающий необходимым требованиям.

Для объектов железнодорожного транспорта к реагентам также предъявляются определенные требования:

- реагенты необходимо наносить на поверхность эксплуатируемых объектов ручным способом, поскольку затруднительно использовать технику, следовательно, жидкие реагенты не подходят;

- реагенты не должны испаряться и сублимировать, поскольку могут навредить воздушным линиям контактной сети электрификации железных дорог;

- реагенты не должны иметь резкого запаха, т.к. будут применяться в местах большого скопления людей и животных, следовательно, ПГР на основе ацетатов и формиатов также нельзя использовать;

- реагенты должны быть нетоксичными;

- простыми в применении;

- недорогими.

Обществом с ограниченной ответственностью «Простые инженерные решения», которое взяло на себя ответственность решить эту задачу, было предложено использовать противогололедные реагенты на основе хлоридов, поскольку данные ПГР соответствуют всем вышеперечисленным требованиям.

Однако, перед массовым применением данного вида ПГР на объектах инфраструктуры пассажирских обустройств на кафедре «Химия и Инженерная экология» РУТ МИИТ были

проведены комплексные исследования хлоридных реагентов с целью выявления их воздействия на техносферу. Наиболее детальные испытания были направлены на выявление влияния хлоридных ПГР на бетоны и железобетоны, поскольку основные конструкции объектов пассажирских обустройств выполнены именно из этих материалов. Изменение (ухудшение) эксплуатационных свойств вышеуказанных объектов может привести к серьезным авариям с массовой гибелью людей, т.к. железнодорожный транспорт – объект повышенной опасности.

## **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В СМИ на данный период представлено много мнений о влиянии хлоридных ПГР на различные материалы [1]. В основном это рекламные проспекты производителей данной продукции, которые смело утверждают, что хлориды абсолютно безвредны по отношению ко многим материалам, окружающей среде, животным и пр. [2, 3, 4]. Однако, появляются и критические статьи, отражающие реальное положение дел и указывающие не то, что хлоридные реагенты разрушают металлические конструкции, асфальтовые покрытия дорог, негативно воздействуют на животных, растительность, и даже способны приводить к разрушениям элементов контактной сети электрификации (в частности проводов) [5]. Но серьезных исследований, посвященных влиянию именно хлоридных противогололедных реагентов на бетоны и железобетоны очень мало.

Влиянию противогололедных реагентов (разных, не конкретно хлоридных) на асфальтобетоны посвящена диссертационная работа на соискание степени кандидата технических наук О.А. Швагиревой [6]. В работе есть исследования, посвященные также и влиянию хлоридных ПГР, но не на бетоны, а на асфальтобетоны, которые отличаются от бетонов и по ним нельзя судить о поведении собственно бетонов в среде хлоридных реагентов.

Были также проанализированы исследования, проведенные знаменитыми советскими и Российскими учеными, посвященные воздействию на бетоны различных агрессивных сред, в том числе и хлоридных. Еще в 1857 г. было опубликовано первое научное исследование, посвященное процессам коррозии бетона, вышеуказанная работа была выполнена Л.Ж. Виком. В России в 1902-1904 годах А.Р. Шуляченко, В.И. Чарномский, А.А. Байков обследовали ряд сооружений отечественных и иностранных портов и установили причины и формы разрушения бетона в морской воде [7, 8]. Но исследования относились к воздействию морских вод на бетоны.

Н.К. Лахтина, В.М. Москвин, Н.А. Мощанский, А.Ф. Полак, В.Б. Ратинова, Т.В. Рубецкая, В.Г. Барташевич, В.Г. Батраков, Ф.М. Иванов, В.В. Кинда, А.И. Минас, О.П. Мчедлов-Петросян, С.Н. Алексеев, В.И. Бабушкин, А.В. Волженский, В.Ф. Степанова, Н.К. Розенталь [7, 8] внесли весомый вклад в исследование причин разрушения бетонов и выделяли хлоридную коррозию. Все эти исследователи едины во мнении: в хлоридных средах происходит именно коррозия бетонов. Но ни в одном из этих исследований нет данных о совместном влиянии на бетоны низких температур и агрессивных сред, циклов замораживания/оттаивания и агрессивных сред, и уж тем более влияния на бетоны именно хлоридных противогололедных реагентов при одновременном влиянии на них температурных циклов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Испытания проводились в соответствии с Руководством по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах. Для испытаний были взяты образцы бетонов размером примерно 20x20x20 мм, отобранные на одной из подмосковных платформ. Пробы бетона для испытания изготавливались в соответствии с ГОСТ 5382-91 Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. Подготовленные в соответствии с вышеуказанным ГОСТом образцы помещались в 2-х и 3-х компонентные модели антигололедных реагентов.

Концентрация модельных растворов антигололедных реагентов рассчитывалась в соответствии с инструкцией по применению антигололедного реагента. После получения резуль-

татов, а также на основе предположения, что точная концентрация реагента при посыпании им объектов вряд ли будут соблюдены с достаточной точностью, были проведены испытания образцов в диапазоне концентраций 2, 4, 8, 12, 16, 20 %.

Длительность исследования составила 1 месяц (30 дней). Температурные режимы испытаний были смоделированы в соответствии с весенне-зимними температурами средней полосы России, согласно Руководству по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах.

1 режим - испытания проводились при положительных температурах, соответствующих температуре окружающей среды, в интервале от 0 до 25 °С.

2 режим - испытания проводились при отрицательных температурах, соответствующих температуре в морозильной камере, в интервале от -12 до -18 °С. Для испытаний использовалась бытовая морозильная камера фирмы ЛИБХЕР.

3 режим – испытания проводились циклично при смене температур с отрицательных, на положительные. Всего было проведено 25 циклов.

Испытания по визуальному определению разрушения образцов бетонов после испытаний в модельных растворах хлоридных ПГР проводились в соответствии со стандартом ASTM C-672-76, «Тест на сопротивление растрескиванию бетонных поверхностей при воздействии противогололедных химикатов».

Цель данного испытания в определении уровня растрескивания образцов бетона, исследованного при различных температурных условиях в разных модельных растворах.

Испытание заключалось в визуальном определении разрушений бетонов при воздействии антигололедных реагентов при различных температурных режимах.

Уровень растрескивания по данной методике определялся визуально, внешним осмотром образцов. После завершения испытаний поверхность каждого образца была проверена, и размеры растрескивания были оценены по 5-ти балльной системе: 0 - нет растрескивания; 1 - незначительное растрескивание; 2 - от незначительного до умеренного растрескивания; 3 - умеренное растрескивание; 4 - от умеренного до сильного; 5 - сильное растрескивание. Классы были установлены по наблюдению и размерам растрескивания.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты, полученные после испытаний образцов бетона в модельных растворах хлоридных ПГР с концентрацией, рекомендованной к применению данных реагентов, показали, что образцы, испытывавшиеся при постоянно низкой температуре имеют серьезные разрушения (см. рис. 1.1 – 1.4.).



**Рис. 1.1.** Образцы бетона в опыте 2 (постоянная отрицательная температура), выдержанные в 2-х компонентной модели противогололедного реагента



**Рис. 1.2.** Образцы бетона в опыте 2 (постоянная отрицательная температура), выдержанные в 3-х компонентной модели противогололедного реагента.



**Рис. 1.3.** Образцы бетона в опыте 3 (циклы, температурные перепады отрицательного значения температуры до положительного), выдержанные в 2-х компонентной модели противогололедного реагента.



**Рис. 1.4.** Образцы бетона в опыте 3 (циклы, температурные перепады отрицательного значения температуры до положительного), выдержанные в 3-х компонентной модели противогололедного реагента.

Но образцы, подвергшиеся циклическим изменениям температуры (с положительной на отрицательную), разрушились практически полностью. Экземпляры же, находившиеся в 3-х компонентном растворе, разрушились больше, чем те, которые содержались в 2-х компонентной модели реагентов.

Получив столь странную картину разрушений, авторы статьи выдвинули предположение о том, что при воздействии малых концентраций хлоридных реагентов на бетоны при одновременном влиянии температурных циклов (перепадов температур с плюса на минус), коррозия бетонов отсутствует, а возникает эффект Ребиндера, при котором и происходит полное и, в какой-то степени, спонтанное разрушение бетона. Для подтверждения данного предположения и для выявления концентрационного диапазона, в котором возникает вышеуказанное явление, были рассмотрены воздействия на образцы бетона моделей хлоридных ПГР в диапазоне концентраций 2, 4, 8, 12, 16 и 20 %. Самые сильные разрушения отмечены в этих образцах, испытывавшихся в моделях ПГР, соответствующих концентрациям от 2 до 12 %. Бетоны, проходившие испытания в растворах с концентрациями 16, 20 % не разрушились (см. рис. 1.5 - 1.10).



**Рис. 1.5.** Образцы бетона в опыте 2% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при циклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).



**Рис. 1.6.** Образцы бетона в опыте 4% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при циклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).



**Рис. 1.7.** Образцы бетона в опыте 8% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при цтклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).



**Рис. 1.8.** Образцы бетона в опыте 12% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при цтклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).



**Рис. 1.9.** Образцы бетона в опыте 16% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при цтклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).



**Рис. 1.10.** Образцы бетона в опыте 20% растворе 3-х компонентной модели противогололедного реагента, при цтклических испытаниях (перепад температур с + на -, 25 циклов).

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований, был сделан вывод, что при воздействии на бетоны хлоридов в малых концентрациях, в диапазоне от 2 до 12% разрушение бетонов происходит не вследствие коррозии, а в результате адсорбционного понижения прочности – эффекта Ребиндера. Поскольку имеются данные о том, что эффект Ребиндера в бетонах происходит от воздействия обычной воды [6], было проведено сравнительное испытание, при котором образцы бетона испытывались в дистиллированной воде и в растворах (2, 4, 8, 12 %) хлоридных ПГР. Образцы бетона в дистиллированной воде разрушились полностью через 125 циклов замораживания/оттаивания, а образцы в хлоридных средах разрушились полностью через 25 циклов. Следовательно, хлориды ускоряют процесс разрушения, но только в интервале концентраций 2 – 12 %.

Возникновение эффекта Ребиндера [9] опасно тем, что разрушение твердых тел происходит спонтанно, без «видимых» причин – без образования сколов, трещин и пр. дефектов, которые возникают обычно вследствие коррозии. Такие явления очень опасны и могут привести к авариям.

Применение хлоридных реагентов планировалось на таких объектах пассажирских обустройств, как платформы пассажирские высокие и низкие, мосты пассажирские пешеходные (через железнодорожные пути), лестницы. Данные объекты сами по себе относятся к категории объектов повышенной опасности. Если рассматривать вероятность разрушения этих

объектов, то она будет близка к 100% при условии применения реагентов в моменты температурных перепадов (циклов) через 25 таких циклов. В Московской области бывали такие годы, когда даже в январе случалось 3 перепада в сутки, несмотря на то, что для этого месяца обычно присуща относительно постоянная температура. Следовательно, за холодный период года при применении хлоридных ПГР, как показали результаты экспериментов (см. выше) вероятность разрушения опасных объектов из бетона и железобетона очень высока.

## ВЫВОДЫ

Многочисленные литературные источники указывают на то, что хлориды не безобидны. ПГР на основе хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов являются достаточно серьезными агрессивными средами по отношению к материалам, из которых изготовлены основные элементы инфраструктуры пассажирских обустройств, выполненные из бетонов и железобетонов.

Результаты экспериментов показали, что образцы, испытывавшийся при постоянно низкой температуре имеют серьезные разрушения. Однако образцы, подвергшиеся циклическим изменениям температуры, разрушились практически полностью. Полное разрушение возникает при совокупности воздействий: хлоридных реагентов и температурных циклов. При воздействии на бетоны хлоридных противогололедных реагентов возникает эффект Ребиндера, спонтанное и полное разрушение бетонных и железобетонных конструкций.

Следовательно, как уже указывалось выше, применение ПГР на основе хлоридов на таких опасных объектах, какими являются мосты пешеходные, пассажирские платформы высокие и низкие, лестницы, ведущие к пешеходным мостам, - это объекты, которые разрушатся при применении реагентов, что может повлечь аварии с человеческими жертвами.

Для предотвращения аварийных ситуаций целесообразно было бы заменить хлоридные ПГР на песок, либо построить новые теплые платформы, либо модернизировать старые таким образом, чтобы они имели подогрев. Необходимо обратить внимание на тот факт, что в настоящее время наметилась тенденция на замену асфальтового покрытия платформ на плиточное. В свете полученных результатов следует рекомендовать не применять такие виды покрытия, т.к. в местах стыковки плитки, которых очень много, растворы хлоридных реагентов будут попадать непосредственно на поверхность бетонной основы платформ и разрушать их, что приведет к возникновению аварийных ситуаций с человеческими жертвами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Характеристика и перечень ПГР Антигололедные реагенты – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Сайт: [http://www.krot.su/katalog/antigololednye\\_reagenty/](http://www.krot.su/katalog/antigololednye_reagenty/) - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 25.05.2017).
2. Чудакова С.Б. Токсиколого-гигиеническая оценка степени опасности антигололедных реагентов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва, 2006 г.
3. А.О. Герасимов, М.В. Чугунова. Воздействие противогололедных средств на основе хлоридов магния на высшие растения и почвенные микроорганизмы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. - 2016. - Вып. 217. – с. 16 – 31.
4. Влияние противогололедных реагентов на здоровье животных - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://wolcha.ru/veterinariya/1571-vliyanie-protivogololednyh-reagentov-na-zdorove-zhivotnyh.html> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 27.03.2015).
5. О.В. Мосин. О пользе и вреде антигололедных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/article/krie/noice/article.htm> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 05.04.2014).
6. Швагирева О.А. Исследование влияния противогололедных реагентов на изменение структуры и свойств асфальтового бетона. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Москва, 1999 г.
7. Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Москва, 2004 г.
8. Степанова В.Ф. Долговечность бетона: Учебное пособие для вузов - М., 2014 г.- 6 п.л.
9. Ю.В. Горюнов, Н.В. Перцов, Б.Д. Сумм. Эффект Ребиндера – М.: Изд. «Наука», 1966 г. – 130 с.



## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

Якушев А.А.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

*Научный консультант к. т. н., доц. кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А. НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** влияние работы очистных сооружений на качество воды до и после водовыпуска.

**Цели:** с помощью расчетов доказать, что очистные сооружения в городе Торопец, не выполняют или недостаточно выполняют очистку сточных вод.

**Материалы и методы:** в данном исследовании мы применяем методику комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. А также исходные данные из отчёта Тверского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды лаборатории филиала ФБУ «ЦЛАТИ по Тверской области».

**Результаты:** по результатам исследований вода выше выпуска сточных вод относится ко II классу качества воды, что характеризует воду как чистую. Ниже выпуска сточных вод вода относится к V классу (грязная). Заметны превышения по таким ингредиентам как: БПК<sub>5</sub>, Аммиак (по азоту), Железо, ХПК (бихроматная окисляемость).

**Выводы:** поверхностные воды реки Торопа после выпуска сточных вод загрязнены из-за сбрасываемого стока ЖГКС. Для комплексного решения вопросов экологической безопасности водного объекта требуется создание и введение мониторинга водной среды.

### ВВЕДЕНИЕ

В статье рассматривается проблема экологической безопасности водных объектов в условиях интенсивного антропогенного и техногенного воздействия. Установлена взаимосвязь состояния водного объекта и его прилегающих территорий, качества воды в нем и уровня загрязненности донных отложений. Установлены причины деградации экологического состояния рек и водоемов, указано на важную роль загрязненного поверхностного стока с водосборных территорий. Обоснован комплексный подход к повышению экологической безопасности, направленный на снижение загрязненности поверхностного стока, очистку промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод и удаление из водных объектов загрязненных донных отложений.

Также в статье рассматриваются возможности приблизительной оценки степени загрязненности речных русел в пределах урбанизированных территорий органическими веществами и иловыми отложениями с использованием удельных укрупненных показателей при разработке инженерных мероприятий по очистке русел. Целью исследования, проводимого в данной статье, является выявление загрязненности водоёма и предложение мероприятий по его восстановлению.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Реки подвержены антропогенному влиянию от различных предприятий. Поэтому Данная проблема является актуальной и рассмотрена в работах различных авторов.

В статьях [1-4] рассматривается ход русловых процессов, и общее экологическое состояние водных объектов определяют речная гидравлика и свойства русловых отложений, которые в последние десятилетия подвержены сильному влиянию антропогенной нагрузки.

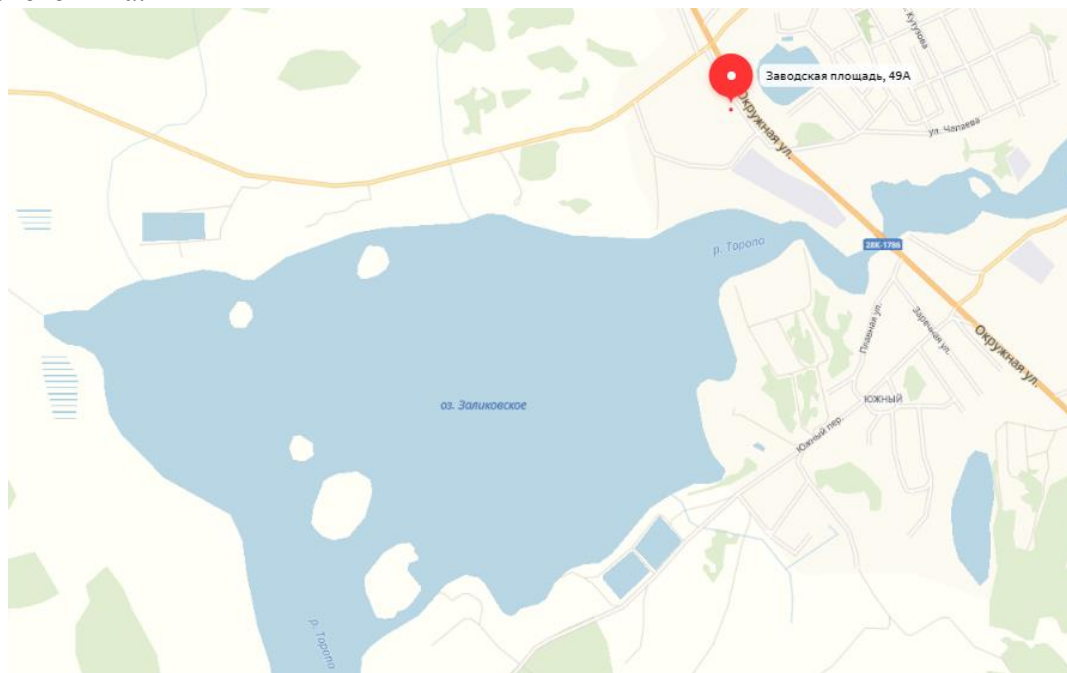
Предложена методика оценки антропогенной нагрузки загрязняющими веществами на реки урбанизированных территорий. Установлена взаимосвязь состояния водного объекта, качества воды в нем и уровня загрязненности донных отложений. Проведен сравнительный анализ нагрузки на реки России с различным водным стоком.

Авторы предлагают различные решения данных проблем.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Муниципальное Унитарное Предприятие города Торопца «Водоканал – Сервис», (МУП ГТ «Водоканал – Сервис») расположен в юго-западной части города по адресу: 172840, г. Торопец, Заводская площадь 49.

МУП ГТ «Водоканал – Сервис» занимается водоснабжением и водоотведением организаций, предприятий и населения города. Хозяйственно-бытовые стоки жилого сектора и сточные воды предприятий, организаций города принимаются в систему канализационных трубопроводов МУПКХ и через КНС №3,4,5,6,7,8 передаются на очистные сооружения биологического типа.



**Рис.1.** Схема расположения очистных сооружений МУП ГТ «Водоканал – Сервис».

Проектная мощность очистных сооружений 584,1 тыс. м<sup>3</sup>/год или 1600 м<sup>3</sup>/сут. Фактически проходит через очистные сооружения 152 тыс. м<sup>3</sup>/год или 416 м<sup>3</sup>/сут. Очистные сооружения обеспечены системой доочистки – пруды-отстойники. Обеззараживание сточных вод производится гипохлоритом натрия, производство которого организовано на базе ОС. Контроль за составом сбрасываемой с очистных сооружений воды осуществляет лаборатория филиала ФБУ «ЦЛАТИ по Тверской области» г. Нелидово.

Сброс сточных вод ОС осуществляется по трубе длиной 8 метров, диаметром 800 мм в реку Торопа (оз. Заликовье) на юго-западной окраине города Торопец, на расстоянии 82 км от её устья. Координаты места сброса сточных вод: 57 29 08 северной широты, 31 37 00 восточной долготы. Для забора воды из подземного горизонта предприятие имеет 21 скважину. Забор воды из поверхностного водоёма предприятие не осуществляет. Водопотребление на собственные нужды составляет 0,2 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Исходные данные для расчетов [5] представлены в табл. 1 и 2. Данные концентраций загрязняющих веществ приведены в местах выше и ниже выпуска сточных вод за 2018 год.

**Табл.1.** Значения концентраций для некоторых загрязняющих веществ выше выпуска.

№ п.п.	Определяемые ингредиенты	Наименование метода (методики) испытаний	Результаты испытаний, мг/дм <sup>3</sup>	Погрешность измерения, мг/дм <sup>3</sup>
1	БПК <sub>5</sub>	ПНД Ф 14.1:2:4.123-97	5	0,3
2	Аммиак (по азоту)	ПНД Ф 14.1:2:4.262-10	1,3	0,1
3	Железо	ПНД Ф 14.1:2:4.214-06	0,5	0,12
4	Нефтепродукты	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98	0,048	0,005
5	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95	0,1	0,005
6	Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	ПНД Ф 14.1:2:4.3-95	0,03	0,8
7	ХПК (бихроматная окисляемость)	ПНД Ф 14.1:2 100-97	26	3
8	рН	ПНД Ф 14.1:2:4.214-06	0,5	0,05

**Табл.2.** Значения концентраций для некоторых загрязняющих веществ ниже выпуска.

№ п.п.	Определяемые ингредиенты	Наименование метода (методики) испытаний	Результаты испытаний, мг/дм <sup>3</sup>	Погрешность измерения, мг/дм <sup>3</sup>
1	БПК <sub>5</sub>	ПНД Ф 14.1:2:4.123-97	59	0,3
2	Аммиак (по азоту)	ПНД Ф 14.1:2:4.262-10	2,77	0,1
3	Железо	ПНД Ф 14.1:2:4.214-06	0,75	0,12
4	Нефтепродукты	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98	0,086	0,005
5	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95	0,1	0,005
6	Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	ПНД Ф 14.1:2:4.3-95	0,7	0,8
7	ХПК (бихроматная окисляемость)	ПНД Ф 14.1:2 100-97	51	3
8	рН	ПНД Ф 14.1:2:4.214-06	7,07	0,05

## МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ

Для оценки уровня загрязнения водных объектов использовался ИЗВ (индекс загрязнения воды). Методика приведена в [6] согласно этой методике ИЗВ рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{N},$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в воде (в ряде случаев – значение параметров);  $N$  – количество показателей, используемых для расчета ИЗВ;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента в воде, установленная для соответствующего типа водного объекта. Согласно используемой методике класс качества воды определяется в зависимости от рассчитанной величины ИЗВ (таблица 4).

**Табл.4.** Зависимость классов воды от индекса загрязнения воды

Класс качества воды	Текстовое описание класса	Величина ИЗВ качества воды
I	Очень чистая	Менее или равно 0,3
II	Чистая	Более 0,3 до 1
III	Умеренно загрязненная	Более 1 до 2,5
IV	Загрязненная	Более 2,5 до 4
V	Грязная	Более 4 до 6
VI	Очень грязная	Более 6 до 10
VII	Чрезвычайно грязная	Более 10

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам исследований вода выше выпуска сточных вод относится ко II классу качества воды, что характеризует воду как чистую. Ниже выпуска сточных вод вода относится к V классу (грязная). Заметны превышения по таким ингредиентам как: БПК<sub>5</sub>, Аммиак (по азоту), Железо, ХПК (бихроматная окисляемость). Результаты исследования приведены в таблице 5.

Таким образом, можно сделать выводы, что очистные сооружения недостаточно хорошо выполняют свою работу. Можно также отметить, что выше выпуска сточных вод замечается превышение железа.

Табл.5. Результаты исследования

Ингредиенты	Выше	Ниже
	$C_{\Sigma}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_{\Sigma}$ , мг/дм <sup>3</sup>
БПК <sub>5</sub>	1,25	14,75
Аммиак (по азоту)	0,866	1,86
Железо	1,66	2,5
Нефтепродукты	0,16	0,28
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	0,002	0,002
Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,009	0,212
ХПК (бихроматная окисляемость)	0,86	1,7
pH	0,077	1,087
<b>ИЗВ</b>	<b>0,612</b>	<b>4,35</b>

Табл.6. Сравнение с ПДК

Ингредиенты	Ниже	ПДК
	$C_{\Sigma}$ , мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>
БПК <sub>5</sub>	<b>59</b>	не более 4
Аммиак (по азоту)	<b>2,77</b>	не более 1,5
Железо	0,75	не более 0,3
Нефтепродукты	0,086	не более 0,3
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	0,1	не более 45
Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,7	не более 3,3
ХПК (бихроматная окисляемость)	<b>51</b>	не более 30
pH	7,07	-
<b>ИЗВ</b>	<b>4,35</b>	-

## ВЫВОДЫ

Поверхностные воды реки Торопа после выпуска сточных вод загрязнены из-за сбрасываемого стока ЖГКС. Для комплексного решения вопросов экологической безопасности водного объекта требуется создание и введение мониторинга водной среды и прибрежных зон. В целях решения задач по восстановлению и оздоровлению реки Торопа необходимо разработать комплекс природоохранных мероприятий, с помощью которых планируется достигнуть следующие цели:

- Применить оборотные системы в промышленном водоснабжении;
- Решить вопрос по реконструкции очистных сооружений или строительстве новых очистных сооружений с доведением очистки стоков до нормативной;

- Обеспечить выполнение производственного лабораторного контроля за качеством сточной воды открытых водоемов в соответствии с требованиями;
- Вести мониторинг водной среды по всем водным объектам и по широкому перечню показателей;
- Установить постоянный контроль работы очистных сооружений;
- Уменьшить поступление в водный объект загрязняющих веществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Блази К. Изменения качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 4. С. 35-39. [1].
2. Курочкина В.А., Богомолова Т.Г., Киров Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий // Вестник МГСУ. 2016. №8. С. 100-109.
3. Боровков В.С., Курочкина В.А. Миграция тяжелых металлов в растения при их выращивании с использованием сточных вод и загрязненных илов в качестве удобрений. // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 2. С. 51-54.
4. Теличенко В.И., Курочкина В.А. Методология оценки техногенного загрязнения водных объектов урбанизированных территорий. // Вестник МГСУ. 2016. № 6. С. 80-89.
5. Исходные данные были взяты из отчёта Тверского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды лаборатории филиала ФБУ «ЦЛАТИ по Тверской области» г. Нелидово.
6. Методика комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

Болотина Ю.О.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

*Научный консультант к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А. НИУ МГСУ г. Москва, ул. Ярославское шоссе д.26*

### **Аннотация:**

В рамках данной статьи рассматривается проблема влияния урбанизированных территорий на состояние окружающую природную среду, а именно строительство многофункционального жилого комплекса на особо охраняемой территории федерального назначения Национального парка «Лосиный остров».

Основной целью исследования является сопоставление данного проекта с законодательством РФ, а также прогноз возможных негативных последствий в результате такого строительства

### **ВВЕДЕНИЕ**

Согласно концепции устойчивого развития, при производстве строительных работ и возведении различных зданий и сооружений, негативная нагрузка на окружающую природную среду должна быть минимизирована. Быстрый рост площадей застройки ведет к сокращению лесных угодий, деградации земель, гибели флоры и фауны, а также загрязнению атмосферного воздуха и водных ресурсов. Во избежание ухудшения экологического состояния при строительстве разрабатывается проектная документация, в которой учитываются особенности рассматриваемой территории, а также допустимые нагрузки на окружающую среду.

### **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ:**

Проблема влияния строительства на окружающую природную среду и негативных последствий такого воздействия является очень актуальной в настоящее время и рассматривается в работе многих авторов [1-6].

В работе [1] подробно описываются проблемы особо охраняемых территорий. Примером изучения влияния урбанизированных территорий на окружающую природную среду может стать научная статья [2-5]. В работе [6] рассматриваются возможные проблемы и перспективы сохранения и развития государственных природных заповедников.

Исходя из этих работ, мы можем сделать вывод, что проблема строительства в особо охраняемых территориях на сегодняшний день является одной из важных и нужных. В данной статье рассматривается проблема реализации проекта строительства многофункционального жилого комплекса в границах особо охраняемой территории федерального назначения Национального парка «Лосиный остров».

### **МЕТОДЫ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

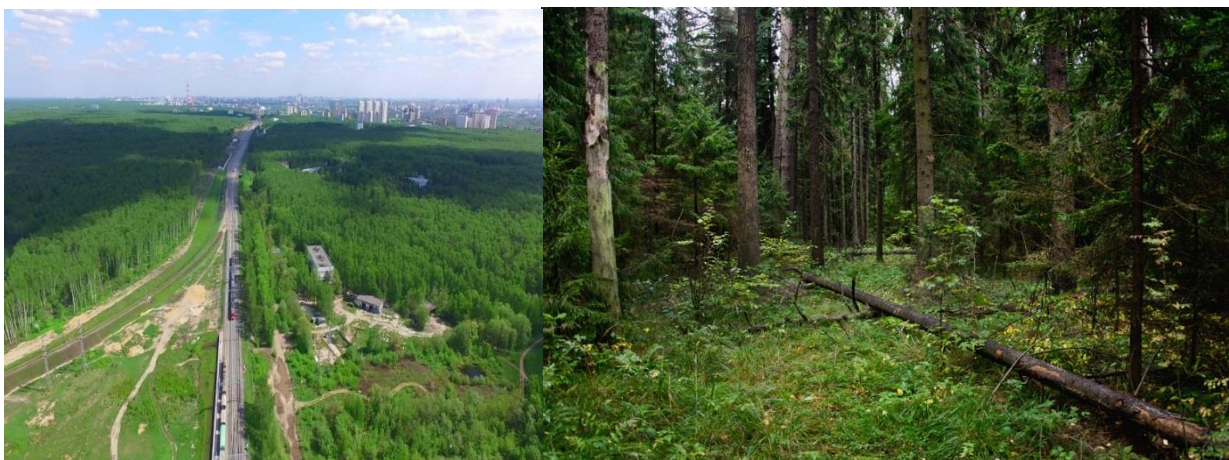
Существуют различные нормативные документы, которые в обязательной форме должны быть соблюдены при возведении зданий или сооружений. Изучая проблему строительства на особо охраняемых территориях, к таким законам относится ФЗ от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "Об особо охраняемых природных территориях"; Приказ Минприроды России от 26.03.2012 N82 "Об утверждении Положения о национальном парке «Лоси-

ный остров». Реализация данного проекта – строительство ЖК «Сказочный лес» подразумевает несоблюдение перечисленных выше нормативных документов.

Лосиный остров – первый в России Национальный парк, который располагается на территории Москвы и Московской области (городской округ Балашиха, городской округ Королёв, городской округ Щёлково и городской округ Мытищи). Его площадь составляет 116 км<sup>2</sup>, это крупнейший лесной массив в Москве. Согласно международному союзу охраны природы (МСОП), «Лосиный остров» относится ко II категории особо охраняемых территорий федерального назначения. На территории Национального парка располагаются различные зоны, на которых устанавливаются особые режимы охраны. К таким зонам можно отнести:

- зону познавательного туризма, открытую для организации экологического просвещения и ознакомления с достопримечательностями национального парка;
- особо охраняемая зона, которая обеспечивает условия для сохранения и восстановления ценных природных комплексов и объектов при строго регулируемом посещении;
- зону хозяйственного назначения, предназначенную для осуществления хозяйственной деятельности, необходимой для обеспечения функционирования национального парка;
- рекреационную зону, предназначенную для организации отдыха посетителей в природных условиях;
- зону охраны историко-культурных объектов — наиболее ценных (уникальных) памятников археологии, истории и культуры.

Особенностью данного Национального парка «Лосиный остров» является то, что он находится в непосредственной близости с крупным мегаполисом – г. Москва. Он состоит из нескольких лесопарков: Алексеевского, Мытищинского, Яузского, Лосиноостровского, Лосино-Погонного и Щёлковского.



**Рис. 1.** Национальный парк «Лосиный остров»



**Рис. 2.** Фауна Национального парка «Лосиный остров»

С целью ограничения вредного антропогенного воздействия на флору и фауну Национального парка в положении о Лосином острове была чётко обозначена территория его охранной зоны, в пределах которой должны быть ликвидированы источники загрязнения воздушного и водного бассейнов и запрещено строительство объектов, способных нанести ущерб природе.

В рамках данной статьи поднимается вопрос о незаконной застройке Лосиного острова в районе северо-восточного административного округа (СВАО), прилегающего к улице Вешних вод.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Затронута правовая база незаконной застройки Лосиного острова [7-8]. Застройка противоречит ФЗ от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "Об особо охраняемых природных территориях" статье 15 пункту 2: на территориях национальных парков запрещается любая деятельность, которая может нанести ущерб природным комплексам и объектам растительного и животного мира, культурно-историческим объектам и которая противоречит целям и задачам национального парка, в том числе:

- а) разведка и разработка полезных ископаемых;
- б) деятельность, влекущая за собой нарушение почвенного покрова и геологических обнажений;
- в) деятельность, влекущая за собой изменения гидрологического режима;
- г) предоставление на территориях национальных парков земельных участков для ведения садоводства и огородничества, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства;
- д) строительство магистральных дорог, трубопроводов, линий электропередачи и других коммуникаций, а также строительство и эксплуатация хозяйственных и жилых объектов, за исключением объектов, размещение которых связано с функционированием национальных парков и с обеспечением функционирования расположенных в их границах населенных пунктов;
- к) строительство объектов спорта, являющихся объектами капитального строительства, а также связанных с ними объектов инженерной и транспортной инфраструктур.

Пункты «е; ж; з; и; л» не рассматриваются в данной научной статье, так как не имеют отношения к поставленной проблеме.

В проекте предполагается задействовать особо охраняемые зоны Национального парка «Лосиный остров» под строительство жилого комплекса «Сказочный лес». Площадь подго-



товки проекта планировки составляет 14 Га, из которых только 4,5 Га находится в собственности застройщика. Целевое назначение этих земель не соответствует категориям под застройку, в связи с чем было предложено застройщиком изменить их целевое назначение, что противоречит ФЗ от 28 декабря 2013 г. N 406-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" статье 12 пункту 3.

По проекту на данной территории планируется строительство 4 жилых домов высотой 99 м, 2 социальных объектов – школы и детского сада, подземной парковки на 1,5 тысячи автомобилей, а также наземная парковка. Разрешение на строительство данного жилого комплекса Министерством природы не выдавалось.



**Рис. 3.** Проект жилого комплекса

Расширение площадей под застройку на территории Национального парка «Лосиный остров» приведет к массовой вырубке зеленых насаждений, что негативно скажется на местной фауне и в целом на сложившейся экосистеме. На сегодняшний день вырубка лесов – одна из актуальных и важнейших проблем.

Также при реализации данного проекта – строительства ЖК «Сказочный лес» необходимо будет развивать дорожную инфраструктуру к застройке, для чего потребуются расширение дорожного полотна за счет сноса детских площадок и уменьшения придомовых территорий. В проекте предусматривается расширение дороги до 4-х полос. Это повлечет за собой рост транспортной нагрузки, что поспособствует увеличению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и ухудшению экологической обстановки района. Такой рост антропогенной нагрузки негативно скажется на здоровье жителей микрорайона и способен вызвать различные заболевания.

## **ВЫВОДЫ:**

Лосиный остров – один из парков, который является «лёгкими» Москвы, при реализации данного проекта может произойти:

- опустынивание территорий;
- уменьшение количества вырабатываемого лесами кислорода и ухудшение качества очищения воздуха;
- изменение климатических условий территорий;
- исчезновение отдельных видов животных;
- ухудшение здоровья жителей микрорайона.

С точки зрения экологического обоснования, а также законности данного проекта наиболее целесообразным будет запрет строительства жилого комплекса на особо охраняемой территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л.В., Нухимовская Ю.Д., Реймерс Н.Ф. Особо охраняемые природные территории: реальность, проблемы и перспективы // Природа» 1983. № 8. - С. 34 - 43.
2. Курочкина В.А., Болотина Ю.О. Экологические аспекты состояния реки Новой под влиянием работы аэропорта «Пулков» // Естественные и технические науки 2019. № 3 (129). С. 156-158
3. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Блази К. Изменения качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 4. С. 35-39. [1].
4. Курочкина В.А., Богомолова Т.Г., Киров Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий // Вестник МГСУ. 2016. №8. С. 100-109.
5. Теличенко В.И., Курочкина В.А. Методология оценки техногенного загрязнения водных объектов урбанизированных территорий. // Вестник МГСУ. 2016. № 6. С. 80-89.
6. Степаницкий В. Б. «Проблемы и перспективы сохранения и развития государственных природных заповедников в Российской Федерации» // Материалы парламентских слушаний "Заповедное дело в России" - М.: 1996. [3]
7. Информация ФЗ №406: [Электронный ресурс] <https://base.garant.ru/70552582/1cafb24d049dcd1e7707a22d98e9858f/>
8. Информация ФЗ №33 [Электронный ресурс] <http://ivo.garant.ru/#/document/10107990/paragraph/617:0>

## СПОСОБЫ СМЯГЧЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УРБОЛАНДШАФТОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Давиташвили Д.Э.<sup>1</sup>

*1- студент 4 курса, Астраханский государственный университет, г. Астрахань, ул. Татищева 20а*

*Научный консультант к.г.н., доцент, Шарова И.С., Астраханский государственный университет, г. Астрахань, ул. Татищева 20а*

**Аннотация:** Урбанизация города одна из главных проблем развития и функционирования зеленых насаждений, как в городе, так и в пригородах. Главной задачей в смягчение агрессивных условий среды, является озеленение городской территории.

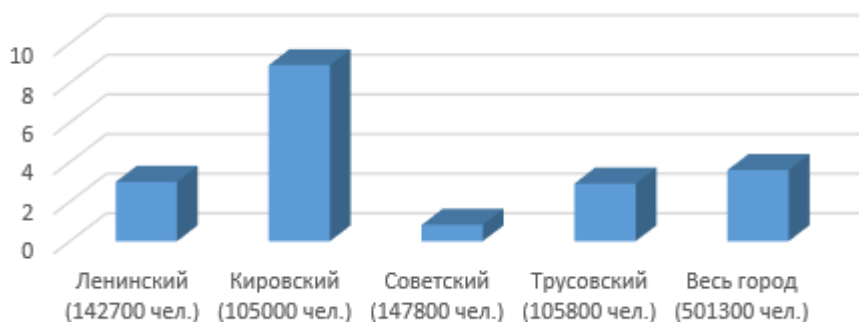
**Цель работы** – провести эколого-эстетическую оценку зелёных насаждений на примере урботерриторий Астрахани.

**Предметом исследования** является изучение условий смягчения агрессивности окружающей среды городских территорий. Вышеуказанные задачи были решены при работе с научной литературой по данной тематике и анализу имеющихся сведений об агрессивных условиях окружающей среды. Проанализировав степень озеленности городских районов, были предложены методы решения проблем смягчения агрессивности урбосреды. Зеленые зоны города, будут выполнять определенные функции: градостроительную, архитектурно-художественную и эстетическую, санитарно-гигиеническую и микроклиматическую, рекреационную.

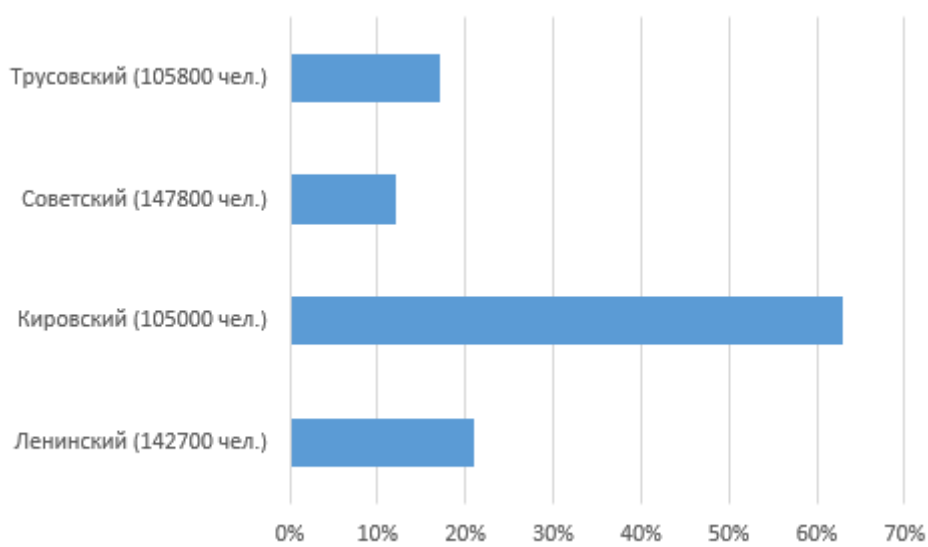
Урбанизация города одна из главных проблем развития и функционирования зеленых насаждений, как в городе, так и в пригородах. Главной задачей в смягчение агрессивных условий среды, является озеленение городской территории. Зеленые насаждения в городе положительно сказывается на состоянии атмосферного воздуха, его ионизацию, обеззараживая от болезнетворных микроорганизмов, увлажнения, очищая от пыли. Антропогенное влияние человека приводит к ухудшениям агрессивных условий природной среды. Данная проблема в настоящее время является актуальной, так как в современном обществе находятся такие люди, которым не безразлично будущее нынешних и будущих поколений.

Согласно определению, Г. С. Камериловой, природно-ресурсный потенциал — территории- это та часть природных ресурсов, которая может быть реально вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человека. [1]

Сохранение почвенного слоя при инженерно-строительной деятельности является необходимым условием создания в городе благоприятной среды проживания человека, с достаточным количеством зеленых насаждений – бережное отношение к плодородному слою почвы.



**Рис.1.** Площадь учетных зеленых насаждений в расчете на одного жителя- м<sup>2</sup>/чел.



**Рис.2.** Степень озелененности районов города (100%)

Как видно из графиков (рис.1-2), самым «зеленым» районом является Кировский. В районе преобладают индустриально-промышленные урбандшафты. Так как это центральные городские территории, то агрессивная среда смягчается более интенсивно. Здесь применяются следующие приемы: использование экорешеток, выполненных из натуральных материалов, в различных комбинациях с вертикальным озеленением, живыми изгородями; использование натуральных материалов для устройства систем отведения и сбора поверхностного стока; отнесение границы зоны посадки древесных насаждений на 3 м от проезжей части магистралей; поднятие отметок посадки деревьев и кустарников с конструированием подпорной стенки.

Для остальных районов города характерны коммуникационные ленточно-антропогенные образования и селитебные ландшафты и сильно деградированные промышленные городские ландшафты.

Самыми эффективными методами будут - применение «зеленых экранов» для оформления зоны контакта промышленных территорий с территориями другого функционального назначения; размещение прогулочных дорожек, площадок и с учетом сохранения существующих насаждений, не подлежащих вырубке по санитарным показаниям; использование передвижных (мобильных) клумб, оборудованных системой подкормки растений.

Данные приемы будут наиболее эффективны по сравнению со старыми, так как они учитывают возможности современной ландшафтной архитектуры и приемы создания устойчивых систем зеленых насаждений.



**Рис.3.** План расположения зеленых насаждений, для смягчения агрессивности окружающей среды на этом из объектов города Астрахани.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. «Социальная экология», учебное пособие, издательский центр «Академия», 2000
2. Тетищ А.Н. Городская экология. – Москва «Академия», 2007. С. 250 – 257
3. Шарова И.С., Крыжановская Г.В., Иолин М.М., Безуглова М.С., Борзова А.С. Геоэкологическая оценка состояния воздушной среды городских систем // Геология, география и глобальная энергия. 2018. № 3 (70). С. 151-159.

## ТЕХНОСФЕРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ (ПИЩЕВЫХ) ТЕХНОЛОГИЯХ

Иванов М.В.<sup>1</sup>, Гурковская Е.А.<sup>2</sup>, Тараканова В.В.<sup>3</sup>

*1-аспирант кафедры «Холодильных технологий и техносферной безопасности» МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ),*

*2-д.т.н., профессор, Московский государственный университет технологий и управления МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)*

*3-к. п. н., доцент, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (МГУТУ им. К.Г. Разумовского ПКУ)*

**Аннотация:** данная тема актуальна, так как загрязнение окружающей среды приводит к нестабильности и проблемам здоровья подрастающего поколения. Решение проблем техносферной и экологической безопасности на современном уровне должны гарантировать экологическую безопасность населения, рациональное и экономное расходование природных, топливно-энергетических ресурсов, выпуск экологически безопасной продукции, чистоты воздуха и почвы, источников водоснабжения водного бассейна и других природных объектов, внедрение высокопроизводительного мало- или безотходного технологического оборудования и техники.

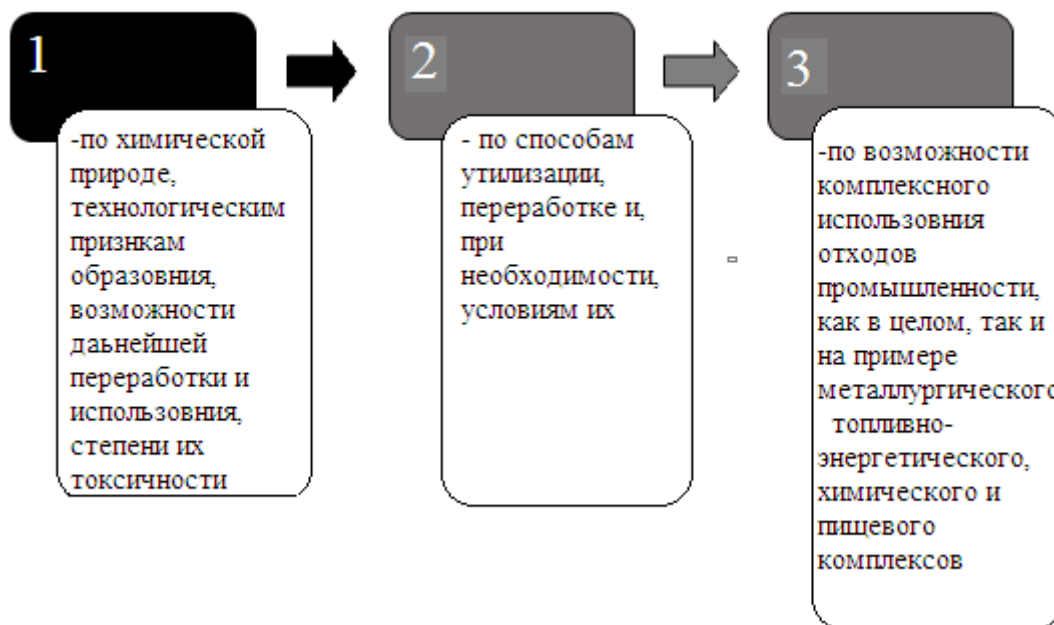
Целью изучения данной проблемы является анализ основных, ныне существующих и перспективных способов утилизации и переработки промышленных отходов.

Одним из серьезнейших вопросов охраны окружающей среды в отрасли является рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов, получение из них продукции пищевого, кормового и технического назначения, а также применение современных малоотходных и безотходных технологий.

Результаты анализа проблемы позволили получить выводы о значимости состояния окружающей среды для сохранения здоровья человека, формирования гуманного отношения к природе, освоение нормативов поведения человека в изменяющейся среде проживания. На сегодняшний день в пищевой промышленности разработаны рекомендации по повышению степени экологизации на различных уровнях управления пищевой промышленности, а также современные малоотходные и безотходные технологии, в которых комплексно и рационально используются вторичные сырьевые ресурсы.

Производственная деятельность сегодня достигла такого уровня, что стала сказываться на состоянии окружающей среды. Загрязнение атмосферы природных вод, почвенного покрова производственными и бытовыми отходами стало ощутимым фактором воздействия на глобальную систему биосферы. Губительные по своему воздействию события происходят на отдельных территориях, где загрязнение окружающей среды создает угрозу для здоровья не только существующего поколения, но и будущих поколений.

Основной задачей является анализ основных, ныне существующих и перспективных способов утилизации и переработки промышленных отходов. Понятие промышленных отходов классифицируется по различным критериям (рис.1):



**Рис.1.** Классификация промышленных отходов

Экологически и экономически обоснованные решения хозяйственной и иной деятельности должны гарантировать: экологическую безопасность населения, минимальный ущерб природной среде и населению при устойчивом социально-экономическом развитии территорий, рациональное и экономное расходование природных, материальных, топливно- энергетических и трудовых ресурсов, выпуск экологически безопасной продукции, сохранение биологического разнообразия, чистоты воздуха и почвы, источников водоснабжения водного бассейна и других природных объектов, внедрение высокопроизводительного мало- или безотходного технологического оборудования и техники.

Одновременно в окружающую среду выбрасываются промышленными предприятиями сотни млн. т. газов и пыли, в поверхностные воды поступают десятки млн. т. бытовых, промышленных и сельскохозяйственных стоков, почва загрязняется промышленными и бытовыми отходами [3].

Главная черта современной индустриальной технологии - низкая экономичность, обусловленная огромным количеством промышленных отходов. Обильные отходы в своем большинстве не утилизируются в смежных производствах, а выбрасываются в окружающую среду и создают опасность для всех живых организмов, включая человека.

Значительный дисбаланс в природные циклы массообмена вносят отходы промышленных предприятий. Более 95% техногенных выбросов соединений серы представлено диоксидом серы SO<sub>2</sub>, очень агрессивным ядовитым соединением. Оксиды серы, осаждаясь с атмосферными осадками, поражают растительность, губят почвенную биоту, вызывают заболевания населения.

Сильное изменение природных биохимических циклов происходит под влиянием пищевых и сельскохозяйственных производств. Суммарная площадь почв, находящихся в сфере земледелия составляет около 10% от площади всей суши, что составляет 15 • 10<sup>6</sup> км<sup>2</sup>.

Образуются все новые обширные по территории зоны экологического бедствия, возрастает риск техногенных катастроф.

Ежегодно возрастает объем валового выброса промышленными предприятиями вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

В крайне неблагоприятном состоянии находится и большинство водных источников. Нарастают процессы деградации поверхностных водных объектов за счет сброса в них загрязненных производственных сточных вод. Среди наиболее водоемких отраслей народного хозяйства находится и большинство отраслей пищевой промышленности. В целом около половины населения Российской Федерации вынуждено использовать питьевую воду, которая по своим качественным показателям не соответствует существующим санитарно-гигиеническим требованиям, что представляет угрозу для здоровья людей [2].

Состояние почвенного покрова также характеризуется как крайне неблагоприятное, а на некоторых территориях как критическое. Объемы мероприятий по охране и рациональному использованию почв и земельных ресурсов в последние годы существенно уменьшились, что привело к усилению процессов деградации, разрушения и загрязнения земель. Проблема загрязнения земель актуальна более чем для половины территории страны, при этом для 4% территории она приобрела характер экологического кризиса.

Ежегодно во всем мире и в нашей стране миллиарды тонн твердых, пастообразных, жидких, газообразных отходов поступает в биосферу, нанося тем самым непоправимый урон как живой, так и неживой природе. В глобальных масштабах изменяется круговорот воды и газовый баланс в атмосфере. Огромное количество видов живых существ подвержены воздействию опасных веществ, в том числе на генетическом уровне, отсюда вытекает поражение целого ряда поколений организмов, а может и множества. Стало очевидным, что и люди не застрахованы от жатвы плодов своей беспечности и халатного отношения к природе. Поэтому необходимо тщательно следить за развитием и жизнедеятельностью организмов в зонах прямого и косвенного воздействия промышленных предприятий и смежных с ними объектов, осуществлять тщательный контроль над выбросами токсичных отходов в биосферу. Несмотря на давность и большое количество исследований в области экологически чистого производства, проблема утилизации и переработки промышленных отходов остается актуальнейшей проблемой в настоящее время.

В соответствии с законом РФ «Об охране окружающей среды» при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, внедрении новых технологических процессов и оборудования необходимо обеспечивать соблюдение нормативов вредных воздействий на окружающую природную среду [2].

Пищевая промышленность, включающая свыше 20 различных отраслей, не относится к числу основных загрязнителей биосферы, как, например, химическая или металлургическая. И, тем не менее, на многих предприятиях вентиляционные выбросы содержат значительные количества пыли и газов; образующиеся сточные воды загрязнены минеральными и органическими примесями; на всех предприятиях, перерабатывающих растительное и животное сырье, имеются твердые и жидкие отходы.

Хозяйственная деятельность человеческого общества развивалась с прогрессирующей скоростью и ознаменовала наступление качественно нового этапа взаимодействия живого с окружающей средой. При этом массы элементов, мобилизуемые хозяйственной деятельностью человека, переходят в совершенно иные соотношения. Это вызывает деформацию природных циклов и изменение состава окружающей среды. Очень часто, непродуманная и несовершенная хозяйственная деятельность создает острую экологическую опасность.

Современный тип эколого-экономического развития пищевой промышленности определяется как техногенный. Это природоемкий тип развития. Большинство технологических процессов, применяемых в пищевой промышленности, представляют собой незамкнутые системы, где получение целевого продукта требует значительных затрат ресурсов и сопровождается образованием большого количества отходов [3].

Характерные черты техногенного типа развития - быстрое использование невозобновляемых видов природных ресурсов и сверхэксплуатация возобновляемых со скоростью, превышающей возможности их воспроизводства и восстановления.



Проблема исследования техногенного влияния действующих предприятий пищевой промышленности на окружающую среду состоит в разработке мер по уменьшению негативного воздействия на биосферу Земли: атмосферный воздух, водные ресурсы и почву.

Водные ресурсы наиболее уязвимы при техногенном воздействии предприятий пищевой отрасли.

Пищевая промышленность потребляет значительные количества свежей воды. В 2018г. расход свежей воды составил 411,9 млн. куб. м (для основных отраслей). При этом для предприятий, оборудованных системами оборотного водоснабжения, количество потребляемой свежей воды в несколько раз превышает объем перерабатываемого ими сырья.

Отношение количества сброшенных сточных вод (СВ) к потреблению свежей воды (водоотведение, водопотребление) в отраслях составляет: молочной - 80-90 %, спиртовой - 70-80, крахмалопаточной - 70-75, сахарной - 90, масложировой -80, хлебопекарной - 55-60 % [1].

Наибольший расход свежей воды отмечается в пивоваренной, молочной, спиртовой отраслях пищевой промышленности, наименьший - в зерноперерабатывающей отрасли.

Высокий уровень водопотребления обуславливает и большой объем СВ. В структуре сброшенных предприятиями пищевой промышленности СВ значительна доля загрязненных вод. В среднем по отраслям она составила около 70 %.

Использование земельных площадей для организации очистных сооружений представляет не только экологическую проблему, но, и, в ближайшие годы, может послужить причиной увеличения расходов в связи с ростом стоимости земли.

Для очистки СВ 3-й категории используются механические и биологические методы очистки. В перспективе все воды 3-й категории должны направляться на искусственную биологическую очистку, что позволит вернуть очищенную воду в производство, а избыток сбросить в открытый водоем без превышения значений ПДК [2].

Наиболее характерными видами загрязняющих веществ для предприятий пищевой промышленности совместно со СВ являются взвешенные вещества, жир, общий и аммонийный азот, хлориды, тяжелые металлы, СПАВ, нефтепродукты.

Существующие сегодня системы очистки СВ не обеспечивают извлечения загрязняющих веществ, большинство очистных сооружений морально и физически устарело, а финансовые возможности для их замены отсутствуют. Также необходимо увеличить долю оборотного водоснабжения, внедрения в отрасль разработанных малосточных и бессточных технологий.

В 2015г. в воздушный бассейн было выброшено 230 тыс. т загрязняющих веществ (ЗВ). К наиболее вредным веществам, поступающим в воздух от пищевых производств, относится диоксид и оксид углерода, оксид серы, фторсодержащие соединения, бензин и аммиак. Самым распространенным специфическим выбросом пищевых предприятий является пыль сухих продуктов - мучная, зерновая, сухого жома, сухого молока, сухих кормовых дрожжей и др.

Из выбрасываемых в атмосферу вредных загрязняющих веществ, около 36 % от общего количества составляют твердые вещества. Наиболее серьезную экологическую опасность для атмосферного воздуха представляют аспирационные выбросы зерноперерабатывающей промышленности.

Для очистки загрязняющих выбросов применяются газопылеочистные установки, циклоны, фильтры, скрубберы. Наилучший эффект дает сочетание циклонов и скрубберов при двухступенчатой очистке. В аспирационных и пневмотранспортных установках для санитарной очистки воздуха применяют центробежные пылеулавливатели и тканевые рукавные фильтры, часть пылевыбросов оседает на почве.

Загрязнение почвенного покрова происходит и за счет производственных выбросов, и бессистемного захоронения отходов. В РФ ежегодно образуется около 15 млн. тонн опасных отходов, из которых утилизируется и обезвреживается от 4 до 18%. Остальные отходы

направляются в специальные хранилища, в места неорганизованного складирования или на свалки бытовых отходов. Загрязнения, поступающие в почву от пищевых предприятий, по источникам образования делятся на промышленные, бытовые и сельскохозяйственные. Основные промышленные отходы - это транспортерно-мочные осадки, шламы, фильтрационные осадки, жиромасса с установок по очистке СВ, подмыльный щелок, пригар пастеризаторов, жесткая лузга крупяных культур, кубовые остатки и др.

Большинство отходов (93 %) относится к 4-му и 5-му классу опасности, т.е. малоопасные или малотоксичные. На всех предприятиях пищевой промышленности имеются сооружения биологической очистки СВ. Твердые бытовые отходы предприятий вывозятся на свалки или специальные полигоны. Серьезной проблемой является постоянное увеличение размеров земельных площадей, занятых под отвалы и поля фильтрации, которые приводят к выведению огромных площадей из хозяйственного землепользования, и с точки зрения экологии и экономики, положение становится все более неблагоприятным.

При переработке сырья образуются значительные объемы вторичных сырьевых ресурсов (ВСР), большинство которых является ценным сырьем и содержит значительные количества ценных продуктов и компонентов, пригодных для дальнейшей переработки. ВСР можно использовать для производства продукции без вовлечения в оборот новых источников сырья, но вместе с тем, неиспользуемые ВСР выбрасываются в окружающую среду, создавая еще большую экологическую проблему.

В качестве иллюстрации к сказанному можно привести следующие данные. В 2018г. в пищевых отраслях образовалось 47,4 млн. т ВСР и просто отходов, в том числе: в сахарной - 17,1 млн. т, масложировой - 2,78 млн. т, зерноперерабатывающей - 4,3 млн. т, спиртовой - 13,0 млн. т и т.д. Уровень вовлечения их в хозяйственный оборот составил 82,7 % [1].

Из вторичных сырьевых ресурсов производится широкий ассортимент продукции пищевого, кормового и технического назначения общим объемом 4,5 млн. т. Это нежирные молочные продукты, молоко сгущенное обезжиренное, молочный сахар, казеин, сыворотка сухая, сухие дрожжи кормовые, подсолнечная лузга, кукурузное масло, кукурузный глютен, кукурузный сухой корм, фосфатиды пищевые и кормовые, пищевой топленый жир, костная, мясокостная мука и др. [4]

Вместе с тем, значительные объемы ценных ВСР в сахарной, молочной и мясной промышленности из-за отсутствия достаточных мощностей и устаревшего оборудования не используются для дальнейшей переработки и существенно загрязняют окружающую среду.

Сегодня в пищевой промышленности разработаны рекомендации по повышению степени экологизации на различных уровнях управления пищевой промышленности в целом и по отраслям, а также современные малоотходные и безотходные технологии, в которых комплексно и рационально используются ВСР и отходы, экономно расходуются водные ресурсы, вещества, попадающие в сточные воды, разумно утилизируются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова Н.И., Мануйлова Т.А., Панков Н.Ф. Анализ экологического состояния отраслей АПК РФ и проблемы экологизации в мясной промышленности. /Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. - М., 2006. №4. С.44-48.
2. Борщев В. Я. Экологическая безопасность промышленных объектов: учебное пособие для бакалавров/ В.Я.Борщев. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. - 128с.
3. Ларионов Н.М. Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 495 с.
4. Туршатов М.В., Кононенко В. В., Леденев В.П., Кривченко В.А., Соловьев А.О., Моисеева Н.Д., Лозанская Т.И., Худякова Н. М. Теоретические аспекты хранения и переработки сельхозпродукции /Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. №2. С. 5-8

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАРЬЕРОВ

Пулатов А.Ш.<sup>1</sup>, Комаров Е.И.<sup>2</sup>

*1- студент, Московский политехнический университет, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38.*

*2- д. т. н., профессор, Московский политехнический университет, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38.*

### Аннотация

**Предмет исследования:** открытая разработка месторождений полезных ископаемых ведет к ухудшению окружающей среды вследствие формирования выработанного пространства, внешнего отвалообразования вскрышных пород и отходов производства, снижения качества воздушного пространства и водной среды и, как следствие, к негативному воздействию на здоровье населения, проживающего в малых городах, расположенных, как правило, на борту карьеров. Обеспечению техносферной безопасности карьеров и направлено наше исследование.

**Цели:** разработка горнотехнических мероприятий, направленных на улучшение окружающей среды районов разработки месторождений открытым способом.

**Материалы и методы:** обеспечение техносферной безопасности карьеров осуществляется путем создания внутри их открыто-подземного пространства и перехода с внешнего на внутреннее отвалообразование песков вскрыши и отходов дробильно-сортировочного завода. При этом объем изолированного открыто-подземного пространства должен располагаться на глубине, защищаемой строительный объект от различных внешних воздействий, компенсировать реализованные объемы песков и щебня, а потенциально-растительная вскрыша обеспечивать восстановление поверхности карьера до уровня окружающего ландшафта.

**Результаты:** для компенсации горно-строительных и рекультивационных затрат на карьере «Гранит» необходим переход с экскаваторно-автомобильной на гидравлическую вскрышу песков с внутрикарьерным их складированием, снижающих объем капиталовложений в 10 раз при повышении производительности труда в 3 раза, уменьшающих запыленность и загазованность атмосферы, а также препятствующих засолению почв.

**Выводы:** доказана перспективность обеспечения техносферной безопасности карьеров путем создания изолированных открыто-подземных пространств различного назначения и эффективных технологических схем внутрикарьерного складирования отходов производства и вскрышных пород, вследствие чего разработанные горнотехнические мероприятия рекомендуются к внедрению на карьере «Гранит» и могут быть использованы на других объектах горного производства.

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение техносферной безопасности карьеров как градообразующих предприятий должно быть направлено на решение не только стандартных экологических задач для населения, но и связано с эффективным созданием новых инновационных пространств развития территорий.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В качестве примера нами рассматривается негативная трансформация эколого-геологической среды района разработки крупнейшего в Белоруссии карьера «Гранит», основные источники которой установлены космическим зондированием [1]:

- изменения рельефа земной поверхности, вследствие хаотичного размещения внешних высотных отвалов вскрышных пород карьера и отсевов дробильно-сортировочного завода (ДСЗ) на площадях более 235 га;

- нарушения гидрогеологической обстановки из-за депрессионной воронки площадью около 700 га в зоне действия карьера глубиной до 150 м, куда со стороны группы рудников Старобинского калийного месторождения стали поступать солевые растворы.

Согласно проекту открытой разработки месторождения строительного камня «Микашевичи», выполненному институтом «Союзгипронеруд» в 1976 году, принятая экскаваторная технологическая схема вскрышных работ не предусматривает внутрикарьерного отвалообразования. После отработки запасов карьер подлежит затоплению, в результате чего возрастающие притоки солевых растворов из тектонических разломов земной коры приведут к засолению плодородных земель и формированию безжизненного водохранилища колоссальных размеров.

Такие изменения окружающей среды создают угрозу техносферной безопасности всего района и уже к середине текущего века могут привести к возникновению ряда неразрешимых экологических проблем. В этих условиях необходимо своевременно разработать комплекс горнотехнических мероприятий по снижению эколого-геологической нагрузки на окружающую среду и внести изменения в действующий проект на этапе завершения отработки запасов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одним из таких горнотехнических мероприятий является создание внутри карьера изолированного открыто-подземного пространства с двумя вертикальными стволами для вентиляции и связей с поверхностью, которое в перспективе будет использовано для различных народнохозяйственных целей. Глубина заложения его от дневной поверхности должна обеспечивать надежную защиту от проникающей радиации и других внешних воздействий, а объем – компенсировать объемы реализованного щебня и песка. В этом случае складированных потенциально-плодородных пород и почвенно-растительного слоя будет достаточно для восстановления поверхности карьера до уровня окружающего ландшафта.

Другим горнотехническим мероприятием является совершенствование технологии вскрыши, обеспечивающей компенсирование горно-строительных затрат.

Наиболее простым вариантом перехода на внутрикарьерное отвалообразование является изменение маршрута автосамосвалов, груженых песками и отсевами, и направление их в карьер. Однако, согласно графоаналитическим расчетам, средневзвешенное расстояние транспортирования вскрышных пород автосамосвалами на дно карьера на 40% выше, чем на внешние отвалы (соответственно больше и транспортные расходы), вследствие чего требуется поиск иного технологического решения.

Учитывая технологические свойства и мощность песков вскрыши нами рекомендуется внедрение гидровскрыши, гидротранспортирования и внутрикарьерного гидроотвалообразования песков. Технология гидромониторного размыва включает подрезку забоя струей воды из гидромонитора и выгонку обрушенных песков в зумпф землесосной установки. На практике всю толщу мягких вскрышных пород стараются разрабатывать с нижней площадки одним уступом высотой до 30 м в отличие от существующей двухступенной экскаваторной вскрыши на карьере «Гранит». Минимальное расстояние от забоя до гидромонитора при дистанционном управлении должно быть не менее 0,8 высоты уступа, вследствие чего оно составит 20-24 м. В этом случае величина напора гидромониторной струи будет составлять 70-

80 м, а суммарный удельный расход воды на отбойку и выгонку песков достигать  $5,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$  песков.

Расчетная производительность предлагаемого гидромонитора ГМД-300 будет составлять  $730 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а эксплуатационная - около 2 млн.  $\text{м}^3/\text{год}$ . Исходя из расхода воды гидромонитором и перемещаемого песка, в зумпф будет поступать  $3\ 200 \text{ м}^3/\text{ч}$  гидросмеси, для перекачки которой на гидроотвал потребуется землесос модели 20Р-11. По северному борту карьера на транспортной берме горизонта +106 м необходимо проложить пульповод для подачи пульпы в западную часть карьера и далее направить на внутренний гидроотвал.

На месте центрального водосборника нами рекомендуется выгородить шпунтовыми ограждениями пруд-отстойник и внутри его установить плавучую насосную станцию производительностью до  $4\ 000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при напоре порядка 120 м. Водовод будет проложен параллельно пульповоду также по горизонту +106 м, чем обеспечивается лучшее обслуживание магистральных труб.

Для преодоления суммарных потерь по водоводу и создания необходимого напора целесообразно последовательно установить 3 насоса Д4000 х 95, которые создадут суммарный напор 285 м вод. ст. Первый насос будет установлен на плавучей платформе в центральном водосборнике, второй – например, на горизонте +46 м, третий – на развороте магистрального водовода.

В течение одного квартала на дне карьера может быть автосамосвалами отсыпана дамба из выветренных кристаллических пород длиной 1 300 м и высотой 12 м, на мокрый откос которой укладывается в два слоя полимерная пленка толщиной 60 мкр. Тем самым будет создан противофильтрационный экран, препятствующий утечкам воды из выгороженной емкости и способствующих безэстакадному способу намыва песков в гидроотвале [2].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В результате технико-экономической оценки предлагаемой технологии гидровскрыши с внутренним гидроотвалом по сравнению с проектной экскаваторной вскрышей с внешними автоотвалами нами установлены следующие положительные и отрицательные факторы.

К положительным факторам относятся:

1. Повышение техносферной безопасности района путем восстановления поверхности карьера за счет создания открыто-подземного пространства, внутреннего отвалообразования вскрышных пород, а также складирования не реализуемых отсевов ДСЗ.

2. Улучшение геолого-экологической среды в районе разработки месторождения за счет уменьшения запыленности и загазованности атмосферы автосамосвалами при транспортировании вскрышных пород и сокращения пылящих поверхностей внешних отвалов.

3. Сокращение капитальных затрат в 10 раз и повышение производительности в 3 раза.

К отрицательному можно отнести единственный фактор – необходимость изыскания в энергосетях около 2300 кВт свободных мощностей при годовом расходе электроэнергии около 4,6 млн. кВт\*ч, которые полностью компенсируются сокращением расхода дизельного топлива на транспортировку песков автосамосвалами [3].

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, нами доказана перспективность обеспечения техносферной безопасности карьеров путем создания изолированных открыто-подземных пространств различного назначения и эффективных технологических схем внутрикарьерного складирования отходов производства и вскрышных пород, вследствие чего разработанные горнотехнические мероприятия рекомендуются к внедрению на карьере «Гранит» и могут быть использованы на других объектах горного производства.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Сивенков А.Ю. Трансформация эколого-геологической среды района разработки месторождения «Микашевичи». Эл. библ. БГУ, 2013.

2. *Комаров Е.И., Соколова О.А.* Повышение техносферной безопасности района разработки месторождения строительного камня «Микашевичи» / *Маркшейдерия и недропользование*, 2017, № 6. С. 11-14.
3. Инструкция по нормированию расхода дизельного топлива, бензина и электроэнергии на работу строительного-монтажных машин и механизмов / ВСН 417-81, ММСС СССР, ЦБ НТИ, М., 1981.

**ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ****Лыкова А. А.<sup>1</sup>, Амерова Д.А.<sup>1</sup>***1-студен 1 курса НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе, 26**Научный консультант: к.т.н., доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А., НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе, 26***Аннотация**

В настоящее время очень актуальна проблема загрязнения окружающей среды в результате деятельности котельных, так как выбросы вредных веществ теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Оксиды, улетучивающиеся в атмосферу, представляют серьёзную опасность для экологической ситуации, так как способны вызывать кислотные дожди, а также сами по себе являются токсичными веществами, вызывающими раздражение слизистых оболочек. В статье рассмотрены котельные, построенные в 20 веке. В настоящее время строительство таких котельных не ведётся. Сейчас они более автоматизированы, но, тем не менее, всё так же наносят вред окружающей среде. На данный момент уже имеется способ очистки отходящих газов путем окисления их до безвредных веществ, в котором окисление проводят на каталитическом нейтрализаторе. Каталитический нейтрализатор (катализатор) является составной частью дымоотводной системы, которая отвечает за уменьшение концентрации вредных веществ в отработанных газах. В катализаторе происходит реакция окисления СН и СО, и в результате получают безобидные N<sub>2</sub> и СО<sub>2</sub>.

**ВВЕДЕНИЕ**

Современная теплоэнергетика России является ключевой отраслью промышленности и одновременно одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Тепловые электростанции (котельные) (рис.1(а, б)) работают на относительно дешевом органическом топливе – угле и мазуте, но это не возобновляемые природные ресурсы. В результате сжигания топлива на котельных образуются продукты сгорания, в которых содержатся летучая зола, частички несгоревшего пылевидного топлива, серный и сернистый ангидрид, оксид азота, газообразные продукты неполного сгорания. Когда это всё попадает в атмосферу, они наносят большой вред не только основным компонентам биосферы, но и предприятиям, другим городским объектам, транспорту и местному населению. У человека, признаки воздействия диоксида серы проявляются в виде кашля, першения в горле. При повышенных концентрациях возникает раздражение голосовых связок, удушье. Необходимо проанализировать данную проблему, и по возможности выявить наиболее экологичный и безопасный способ сжигания топлива.

**ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Опираясь на статью [1], можно увидеть остро стоящую проблему загрязнения атмосферы при работе котельных установок – снижение выбросов оксидов азота. Проблема защиты окружающей среды сегодня привлекает внимание не только ученых, но и широкой общественности во всем мире. В атмосферу городов выбрасывается свыше 850 млн. тонн оксидов азота NO<sub>x</sub>. Не последнюю роль в этом играют выбросы, которые образуются в результате сгорания топлива в котельных установках. На предприятиях также накапливаются значительные объемы отработавших нефтесодержащих продуктов и растворов технических моющих средств. А в статье [2] рассматриваются некоторые результаты исследования рациональных методов снижения вредных выбросов. В качестве основной используется одна из

технологий химической очистки дымовых газов: технология селективного некаталитического восстановления (СНКВ) оксидов азота. Недостатком данной технологии является сравнительно узкий интервал температур (температурное «окно»), в котором технология является эффективной. Описаны возможные пути расширения температурного «окна» процесса, основанные на введении в реакционную зону реагентов - инициаторов, позволяющих повысить эффективность СНКВ и сделать эту очистку пригодной для тепловых агрегатов, на которых ранее СНКВ - технология была неэффективна. Одним из наиболее рациональных методов экономии жидкого топлива и снижения вредных выбросов в атмосферу ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , сажи, многоядерных углеводородов, нефтепродуктов и других вредных веществ) является сжигание мазута в виде водомазутной эмульсии (ВМЭ). Этот метод сжигания мазута был разработан в Институте горючих ископаемых в 50-х годах прошлого столетия. Водомазутное топливо (ВМТ) типа «вода в масле» образуется при принудительном смешивании и обладает устойчивостью, обусловленной высоким содержанием природных эмульгаторов в самом мазуте, которые образуют стабильные и плотные оболочки сольватного слоя вокруг частиц воды



**Рис.1.** Котельная установка

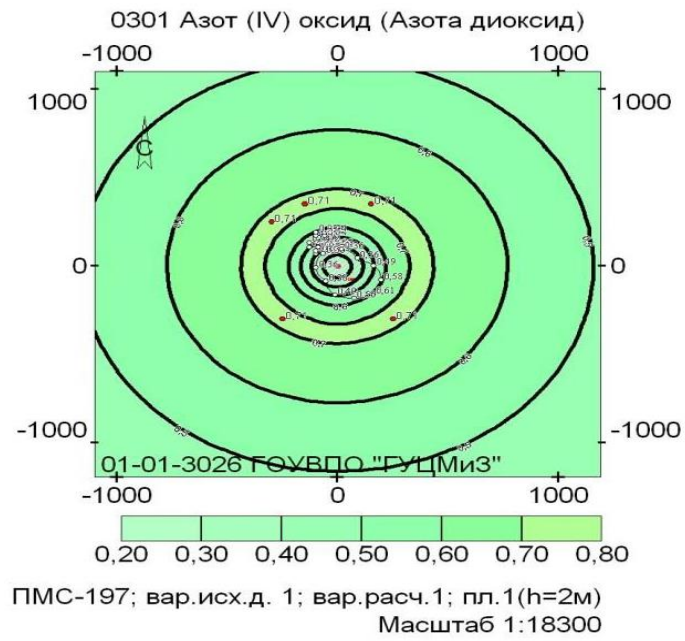


**Рис.2.** Газовая котельная

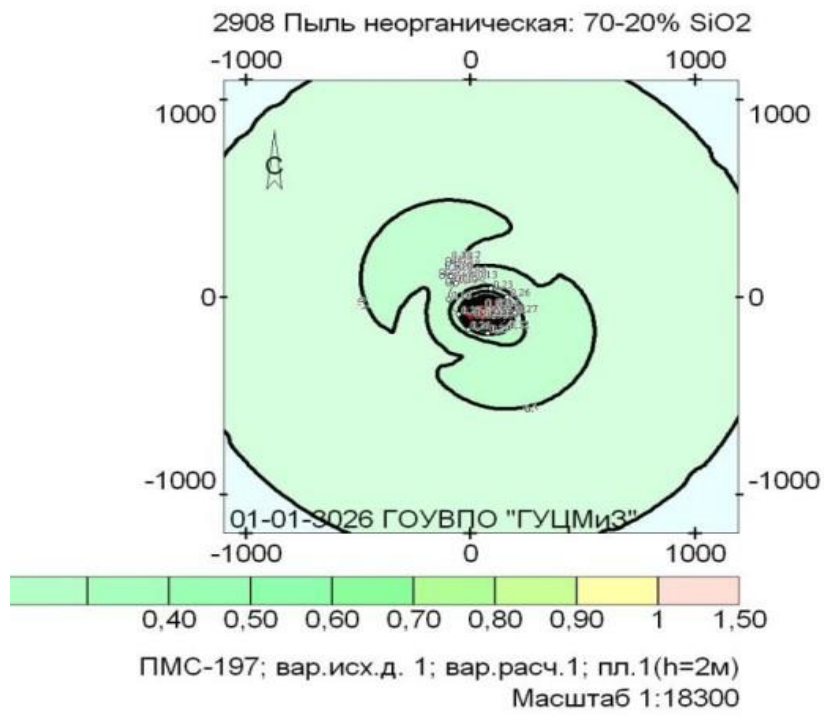
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Не смотря на разработки и модернизацию котельных, необходимо соблюдать величину предельно-допустимых концентраций вредных веществ в выбросах [7]. В качестве предмета исследования рассмотрим котельную расположена на ст. Зерцалы, вблизи поселка Белый Яр. В качестве топлива на данной котельной используют бурый уголь группы Б2Р. Основное оборудование котельной являются два водогрейных котла марки КВ-ТС-4. В качестве золоулавливающих устройств для котлов установлены батарейные циклоны типа БЦ-2-4 (3+2) со степенью очистки от золы не менее 85 %. Для очистки загрязненного воздуха предусмотрена аспирация системы топливоподачи (степень очистки приблизительно 80 %). Концентрация пыли в воздухе после очистки составляет 0,26 г/м<sup>3</sup>, масса пыли, удаляемой за время работы топливоподачи - 1155 часов в год, составляет 1,08 т/год. В ходе работы, было выявлены основные вредные вещества, выделяемые при одновременной работе обоих котлов: диоксид азота, оксид углерода, пыль неорганическая с содержанием  $\text{SiO}_2$  20 – 70 %, сернистый ангидрид. В своей работе Завьялова Т.М. [7] установила нормы предельно-допустимых выбросов, в соответствии с Федеральным Законом «Об охране атмосферного воздуха», и произведен расчет загрязнения атмосферы выбросами этих веществ на ПЭВМ по программе «Эколог». Для наиболее опасного направления ветра были получены распределения концентраций вредных веществ на заданной местности. Так же был произведен расчет максимальных приземных концентраций, как по отдельным веществам: диоксид азота и неорганическая пыль с содержанием  $\text{SiO}_2$  20 – 70 %, так и по суммарному действию: диоксид азота, неорганическая пыль с содержанием  $\text{SiO}_2$  20 – 70 %, диоксид серы и оксид углерода, (рис. 3-5).

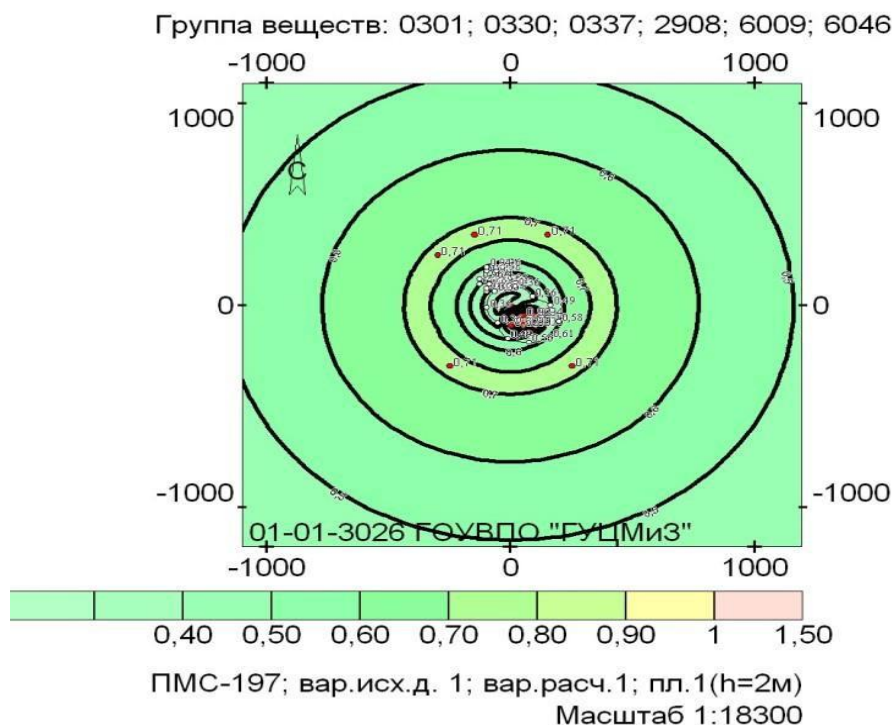




**Рис. 3.** Поля расчетных приземных концентраций суммарного действия.



**Рис.4.** Поля расчетных максимальных приземных концентраций



**Рис.5.** Поля расчетных приземных концентраций суммарного действия: 0301-азот; 0330-сера; 0337-углерод оксид; 2908-пыль; 6009-ртуть; 6046-пыль цементного производства.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения степени загрязнения окружающей среды котельными можно исследовать биохимический состав почв. Для того чтобы исследовать почву на наличие загрязняющих веществ, был произведен ее отбор на дачных участках, на разных расстояниях от источника загрязнения. Первая проба была отобрана на расстоянии ста метров от котельной, вторая проба на расстоянии ста пятидесяти метров. Пробы почвы отбирались методом конверта. Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами - нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. точечные пробы отбирают послойно с глубины 0 - 5 и 5 - 20 см массой не более 200 г каждая. Для анализа почвенного покрова на присутствие в нем металлов (Ca, Mg), кислотообразующих веществ были отобраны пробы почвы на расстоянии 100 и 150 метров от котельной. В результате исследования было определено содержание металлов и кислотообразующих соединений. Приоритетными загрязняющими веществами на расстоянии 100 метров от источника являются: гидрокарбонат - ионы, хлорид - ионы и ионы кальция. На расстоянии в 150 метрах от источника загрязнения ситуация не изменяется. рН почвы колеблется от 7,5 до 7,57, что позволяет отнести ее среду к нейтральной. При исследовании антропогенного воздействия загрязняющих веществ на почвенный покров необходимым является комплексная оценка степени почв, которая производится по коэффициенту концентрации и по суммарному показателю химического загрязнения почвы. По коэффициентам концентрации на расстоянии 100 метров от котельной приоритетными среди кислотообразующих веществ являются хлорид - ионы, превышение фона по которым составляет 7,7 раз. На расстоянии 150 метров от источника загрязнения приоритетными так же являются хлорид - ионы, фоновая концентрация по которым превышена в 7,96 раз. Среди металлов в пробе, отобранной на расстоянии 100 метров от источника загрязнения, приоритетными являются ионы магния, по ним выявлено превышение фона в 1,3 раза. В пробе, отобранной на расстоянии 150 метров от источника загрязнения, превышения фоновой концентрации не обнаружено. Ранжирование территории, на которой был произведен отбор проб, находящихся в

100 и 150 метрах от источника загрязнения по водородному показателю почвенной вытяжки показало, что данная территория относится к зоне с относительно удовлетворительной экологической ситуацией. Ранжирование исследуемой территории по показателю химического загрязнения почвы на расстоянии 100 и 300 от источника показало, что на данной территории наблюдается относительно удовлетворительная экологическая ситуация.

## ВЫВОД

Котельные своими выбросами наносят огромный вред окружающей среде. При постройке и эксплуатации котельных в жилых микрорайонах не стоит забывать о приемлемых концентрациях выбросов. Так же необходимо рационально подходить к решению проблемы загрязнения атмосферы токсичными веществами во время работы. При этом возникает необходимости использовать описанные выше технологии, которые присутствуют далеко не во всех пунктах. При этом авторы отмечают, что при использовании данных методов можно частично избавиться от загрязнений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова В.И.; Дронченко В.А. Выбросы оксидов азота при работе котельных установок // Вестник Полоцкого государственного университета № 3. 2016. С. 185-189
2. Реброва А.И., Горлова Е.Г., Кулиш О.Н. Комбинированная технология уменьшения выбросов оксидов азота при сжигании котельных топлив // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. с. 17-21.
3. Дронченко, В. А. Рециклинг жидких производственных отходов, содержащих нефтепродукты / В. А. Дронченко // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: тр. второй науч.-техн. конф.; под ред. А. И. Свириденка. Ч. II. – Гродно, 1997. – С. 308–311.
4. Иванов, В. П. Утилизация сточных вод с нефтесодержащими отходами эмульгированием и сжиганием / В. П. Иванов, В. А. Дронченко // Вестн. Белорус. гос. с.- х. акад. – 2015. – № 4. – С.141–146.
5. Зельдович, Я. Б. Окисление азота при горении / Я. Б. Зельдович, П. Я. Солодовников, Д. А. Франк - Камецкий. – М.– Л.: Наука, 1977. – 145 с. 4. Кривоногов, Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды / Б. М. Кривоногов. – Л.: Недра, 1986. – 280 с.
6. Охрана окружающей среды: учеб. для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]; под ред. Я. Д. Вишнякова. – М.: Академия, 2013. – 286 с.
7. Завьялова.Т.М. Исследования загрязненных газообразных выбросов котельной пмс // Молодёжь и наука: Сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section12.html>
8. Фрумин, Г.Т. Загрязнение атмосферного воздуха в крупных городах России и риск здоровью / Г. Т. Фрумин // Экологическая химия. – 2002
9. Клименко В.В., Терёшин А.Г. Мировая энергетика и глобальный климат после 2100 года // Теплоэнергетика. – 2010. –№ 12. – С. 38–44.
10. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных выбросах ТЭЦ в атмосферу. Л.: Изд-во «Химия», 1999.
11. С.И. Андреева, Н.Ф. Газизуллин, Экономика и экология: равновесное развитие. КФЭИ, Казань, 1999. 156 с.
12. Белоусова, Т.Н. Геохимическое поведение меди в ландшафтах западной части Белорусского Полесья. //Автореферат дис. кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.02 / Академия наук Беларуси. Ин-т геохимии и геофизики. - Минск, 1992. - 20 с.
13. Голубь Н.В. Эффективность сжигания водомазутной эмульсии на промышленных ТЭЦ. Дис. канд. техн. наук. Саратов. 1985. 18 с. 5. Акчурин Р.Ю., Балахничев Н.А. Подготовка мазута к сжиганию в кавитационном реакторе // Энергетик. 1986. № 9. С. 8-9.
14. Маркова А.А. Экологические проблемы утилизации бытовых и промышленных отходов / А.А. Маркова, А.А. Иванова, С.В. Пономарев // Экономика и управление. – 2017. – № 21(55). – С.22.
15. Дмитриева О.А. Экологическая безопасность и правовые меры ее обеспечения / О.А. Дмитриева // Республиканская научно - практическая конференция «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления» посвященная памяти сотрудников ГУП НИИ БЖД РБ д.т.н. Зайнуллина Х.Н. и к.т.н. Минигазинова И.Н. (Уфа). – Электронный журнал. – 2014. – № 2. – С. 84.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Малахов Н.С.

*1-студент 1 курса НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант ст. препод. ИИиГЭ Яковлева И.Ю. НИУ МГСУ, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

### **Аннотация**

В настоящее время актуальна тема выработки электроэнергии. Широкое использование тепловых и гидроэлектростанций электростанций приводит к загрязнению окружающей среды. Альтернативным типом выработки электроэнергии являются атомные электростанции станций.

**Предметом исследования** являются атомные электростанции, которые представляют собой энергетические комплексы, вырабатывающие электрическую энергию путем преобразования энергии теплоносителя (водяного пара), испарившегося в результате протекания ядерной реакции, в механическую энергию турбин электрогенераторов.

**Цели:** определить преимущества использования атомных электростанций по сравнению с тепловыми и гидроэлектростанциями.

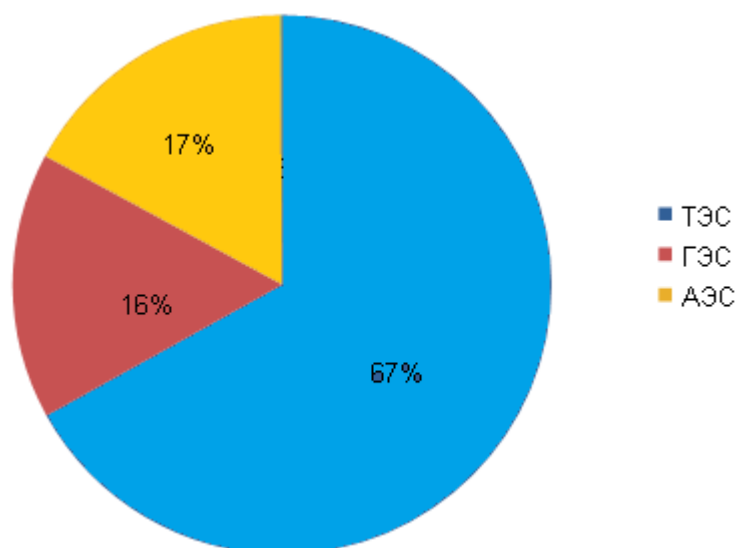
**Материалы и методы:** рассмотрен принцип работы и обеспечение безопасности на АЭС.

**Результаты:** по сравнению с другими типами электростанций АЭС имеет преимущества такие как: не зависимость от близости крупных водоемов, нет выбросов в атмосферу огромного количество продуктов сгорания топлива, огромная энергоемкость станций, возможен полный переход на замкнутый топливный цикл, что означает практически полное отсутствие отходов.

**Выводы:** использование атомных электростанция в настоящее время является необходимым. Для безопасного их использования очень важно постоянно дорабатывать нормативно правовые базы, регулирующие безопасность при строительстве и дальнейшей эксплуатации АЭС, необходимо минимизировать риски чрезвычайных ситуаций во время штатной работы и производственных испытаний, а также совершенствовать технологии утилизации и повторного использования топливных элементов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время для выработки электрической энергии в Российской Федерации используются тепловые электростанции (ТЭС), атомные электростанции (АЭС) и гидроэлектростанции (ГЭС). ТЭС – это энергетические установки, вырабатывающие электрическую энергию путем преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения вала электрогенератора. ГЭС - это электростанции, в качестве источника энергии, использующие энергию водного потока. АЭС— это энергетические комплексы, вырабатывающие электрическую энергию путем преобразования энергии теплоносителя (водяного пара), испарившегося в результате протекания ядерной реакции, в механическую энергию турбин электрогенераторов.



**Рис. 1.** Распределение выработки электроэнергии по станциям

ТЭС превосходят все остальные типы электростанций по количеству вырабатываемой электроэнергии (рис. 1), при этом они являются активными источниками загрязнения атмосферы. Топливо, сгорая в топках котлов образует массу вредных веществ, которые попадают в атмосферу через дымовую трубу, через шлак, который транспортируется на золоотвалы. В дымовых газах присутствуют следующие вредные вещества: оксид азота, двуокись азота, оксид серы, твердые частицы в виде золы и другие. Тепло, которое не использовалось в цикле ТЭС, удаляется через градирню или пруд-охладитель в атмосферу. В результате в этом месте меняется климат. Возникает «парниковый эффект»

Недостатки ГЭС обусловлены хранением и последующим использованием огромных водных масс. Большие водохранилища затопляют значительные участки земли, которые могли бы использоваться с другими целями. Целые города становились жертвами водохранилищ, что вызывало массовые переселения, недовольство и экономические трудности. Плотина снижает уровень растворенного в воде кислорода, поскольку нормальное течение реки практически останавливается. Это может привести к гибели рыбы в искусственном водохранилище, а также поставить под угрозу растительную жизнь в самом водохранилище и вокруг него. Поэтому использование АЭС в настоящее время является актуальным.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В связи с произошедшими крупными авариями на Чернобыльской АЭС (26.04.1986) и на АЭС Фукусима-1 в Японии (11.03.2011) мнения по поводу использования АЭС разделились. Авторы [1] в своих работах говорят о неблагоприятном воздействии АЭС на экологию, повышенном радиационном фоне в регионе присутствия. В 2010 году в Германии и Франции прошли митинги о запрете на строительство и функционирование АЭС. В то время как авторы [2] отмечают, что «атомная энергетика - важнейшая составляющая топливно-энергетического комплекса страны. Она потенциально обладает всеми необходимыми качествами для постепенного замещения значительной части энергетики на ископаемом органическом топливе и становления в качестве доминирующей энерготехнологии». Авторы [3] считают, что в ближайшем будущем на первый план выйдут безуглеродные типы добычи электроэнергии, наиболее развитой частью которой на данный момент является ядерная энергетика. В наше время мы наблюдаем развитие «мирного атома» в нашей стране по сценарию, установленному еще в 2000 г. Он впервые охватил более длительный временной интервал (до 2050 года). Данный подход учитывает высокую инерционность энергетических сценариев вообще и ядерной энергетике в частности. В настоящее время при проектировании АЭС закладывается срок службы в 60 лет с дальнейшим увеличением его длительности до 100 лет и выше. Реализация новых технических решений в части ЯТЦ, начиная от добычи

урана и заканчивая захоронением и переработкой радиоактивных отходов, займет большой период времени. Поэтому для развития ядерной энергетики необходима стратегия, рассчитанная на длительную перспективу, на которую должны опираться краткосрочные стратегические решения и планы. Становится ясной необходимость расширения временного масштаба такой стратегии для России как минимум до 2100 г». Регулярно проводятся исследования по оценке влияния АЭС на близлежащие к ней территории [4,5]. Подавляющее большинство заключений этих работ говорят о нормальном уровне радиации на долю населения, проживающего в непосредственной близости к станции. На всех российских станциях после аварии на Чернобыльской АЭС были проведены дополнительные исследования возможных аварийных ситуаций и путей их преодоления. Были предприняты усилия по минимизации роли человеческого фактора в кризисных ситуациях, была проведена модернизация систем безопасности на старых станциях. В результате на всех действующих станциях нашей страны есть несколько систем, которые последовательно включаются в случае возникновения ситуации обесточивания, полностью исключая возможность развития событий, аналогичных произошедшим в Японии.

## МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

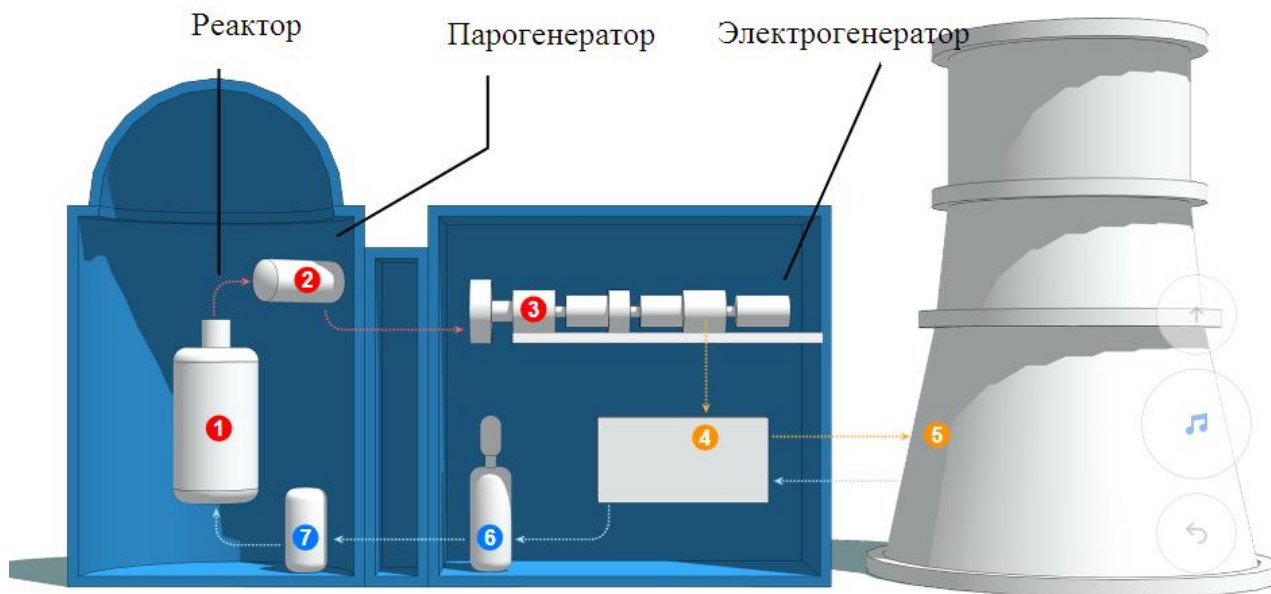
Рассмотрим устройство атомной электростанции.

АЭС является сложнейшим техническим объектом [6], состоящим из трех основных технических зон (рис. 2):

1) Реактор-«сердце» АЭС, конструктивно выделенный объем, куда загружается ядерное топливо и где протекает управляемая цепная реакция. Уран-235 делится медленными (тепловыми) нейтронами. В результате выделяется огромное количество тепла.

2) Система парогенерации – механизм, в котором тепло отводится из активной зоны реактора теплоносителем — жидким или газообразным веществом, проходящим через ее объем. Эта тепловая энергия используется для получения водяного пара в парогенераторе.

3) Электрогенератор - часть цикла выработки энергии, в которой механическая энергия пара направляется к турбогенератору, где она превращается в электрическую и дальше по проводам поступает к потребителям.



**Рис. 2.** Устройство АЭС: 1- реактор; 2 - парогенератор; 3 - турбина; 4- конденсатор; 5- градирня; 6- конденсаторный насос; 7- циркуляционный насос. (фото с сайта [www.rosatom.ru](http://www.rosatom.ru))

Комплекс построек атомной электростанции (рис. 3) разделяют на три основных составляющих:

1) Реакторный зал, основным элементом которого является активная зона. Она размещена в бетонной шахте. Обязательными компонентами любого реактора являются система управления и защиты, позволяющая осуществлять выбранный режим протекания управляемой цепной реакции деления, а также система аварийной защиты – для быстрого прекращения реакции при возникновении аварийной ситуации. Все это смонтировано в главном корпусе.

2) Второе помещение, где размещается турбинный зал: парогенераторы, сама турбина. Далее по технологической цепочке следуют конденсаторы и высоковольтные линии электропередач, уходящие за пределы площадки станции.

3) На территории находятся корпус для перегрузки и хранения в специальных бассейнах отработавшего ядерного топлива. Кроме того, станции комплектуются элементами оборотной системы охлаждения – градирнями (бетонная башня, сужающаяся кверху), прудом-охладителем (естественный водоем, либо искусственно созданный) и брызгальными бассейнами. [6]



**Рис. 3.** Комплекс построек атомной электростанции: 1- реакторный зал; 2- турбинный зал; 3- градирня. (фото с сайта [www.rosatom.ru](http://www.rosatom.ru))

Система безопасности [7] современных российских АЭС состоит из четырех барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду. Первый – это топливная матрица, предотвращающая выход продуктов деления под оболочку тепловыделяющего элемента. Второй – сама оболочка тепловыделяющего элемента, не дающая продуктам деления попасть в теплоноситель главного циркуляционного контура. Третий – главный циркуляционный контур, препятствующий выходу продуктов деления под защитную герметичную оболочку. Наконец, четвертый – это система защитных герметичных оболочек (контаймент), исключая выход продуктов деления в окружающую среду. Если что-то случится в реакторном зале, все элементы, представляющие опасность, останутся внутри реакторного зала.



Рис. 4. Система безопасности АЭС (фото с сайта www.rosatom.ru)

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По сравнению с другими типами электростанций АЭС имеет следующие преимущества:

1. Не зависит от близости крупных водоемов, в отличие от ГЭС. На снабжение всего цикла станции будет достаточно искусственно созданного пруда или ответвляющегося канала.
2. Не выбрасывает в атмосферу огромного количества продуктов сгорания топлива, используемого в ТЭС. Также при минимизации риска аварий может располагаться в непосредственной близости от городов, не оказывая пагубного влияния на их экологию.
3. Огромная энергоёмкость станций. 1 килограмм урана с обогащением до 4%, используемого в ядерном топливе, при полном выгорании выделяет энергию, эквивалентную сжиганию примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти.
4. Так как расщепляющийся материал (уран-235) выгорает в ядерном топливе не полностью и может быть использован снова после регенерации (в отличие от золы и шлаков органического топлива). В перспективе возможен полный переход на замкнутый топливный цикл, что означает практически полное отсутствие отходов.
5. Возможность размещения АЭС варьируемой мощности на малых площадках позволяет устанавливать энергокомплексы на плавучие платформы, надводные суда, а также на подводные крейсера, благодаря чему данные объекты могут самостоятельно производить практически неограниченное количество электроэнергии.

Интенсивное развитие ядерной энергетики можно считать одним из средств борьбы с глобальным потеплением. К примеру, атомные станции в Европе ежегодно позволяют избежать эмиссии 700 миллионов тонн CO<sub>2</sub>. Действующие АЭС России ежегодно предотвращают выброс в атмосферу около 210 млн тонн углекислого газа. По этому показателю Россия находится на четвертом месте в мире.



## **ВЫВОДЫ**

Использование атомных электростанций в настоящее время является необходимым. Так как они имеют большие мощности и наносят меньший вред окружающей среде. У этого типа производства электроэнергии есть возможность выйти на первое место, но для этого очень важно постоянно дорабатывать нормативно правовые базы, регулирующие безопасность при строительстве и дальнейшей эксплуатации АЭС, необходимо минимизировать риски чрезвычайных ситуаций во время штатной работы и производственных испытаний, а также совершенствовать технологии утилизации и повторного использования топливных элементов.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. *Куксин И.А.* Атомная энергетика: социальная приемлемость или противостояние// Глобальная ядерная безопасность. 2011 г. с.119-121
2. *Архангельская А.И.* Будущее энергокомпаний и предприятий атомной энергетики в целом// Механизация строительства. 2013. №9 (831), с. 9-13
3. *Говердовский А.А.* Альтернативные стратегии развития ядерной энергетики в XXI в. // Теплоэнергетика. 2014 г. №5. с. 3-10
4. *Берберова М.А., Исламов Р.Т., Лебедеву К.Ю.* Оценка доз внешнего и внутреннего облучения населения, проживающего вокруг АЭС (на примере Ростовской АЭС)// Труды международной научной конференции сpt2015. Международная научная конференция Московского физико-технического института (государственного университета) Института физико-технической информатики. Институт физико-технической информатики. 2016. С. 256-259.
5. *Киданова А.Ю., Берберова М.А.* Исследование влияния воздействия радиоактивных веществ на результаты оценки экологического ущерба вокруг АЭС на примере Калининской АЭС Труды международной научной конференции по физико-технической информатике сpt2018 ЦарьГрад, 28-31 мая 2018. С. 271-281
6. Как работает АЭС? // Официальный сайт Росатома. <https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/powerplant/>
7. Система безопасности // Официальный сайт Росатома. <https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/safety-russian-npp/>

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Науменко Н.О.<sup>1</sup>, Жезмер В.Б.<sup>2</sup>, Новиков А.В.<sup>3</sup>, Сумарукова О.В.<sup>4</sup>

*1- магистрант, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Младший научный сотрудник, ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Отдел безопасности гидротехнических сооружений гидромелиоративного комплекса.*

*2- кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Отдел безопасности гидротехнических сооружений гидромелиоративного комплекса.*

*3- старший преподаватель, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра Общей и инженерной экологии.*

*4- старший преподаватель, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра Общей и инженерной экологии.*

### Аннотация

**Предмет исследования:** в работе рассмотрена возможность разработки первой в России автоматизированной системы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений. Данная система позволила бы решить целый комплекс ныне имеющихся проблем: рациональное водопользование, мониторинг гидрологических характеристик, реконструкция и восстановление гидротехнических сооружений, экологический мониторинг. Также будет дополнена сеть наблюдений за метеорологическими показателями

**Цели:** разработка и создание экспериментальной системы мониторинга ГТС (гидротехнических сооружений).

**Материалы и методы:** в основу системы входят основные показатели декларации безопасности гидротехнических сооружений. Анализ и обработка полученных данных будет происходить в программах на языках программирования: Python, C++ и HTML.

**Результаты:** в работе представлен принцип работы автоматизированной системы мониторинга безопасности ГТС. Поэтапно расписаны работы в области создания данной системы, а также указано на каком этапе ведется разработка.

**Выводы:** в ходе разработки автоматизированной системы были успешно завершены начальные этапы работы. В экспериментальном порядке планируется запуск данной системы к сентябрю 2019 года. Проводятся переговоры с управляющими компаниями о внедрении системы на нескольких объектах ГТС в Московской области.

### ВВЕДЕНИЕ

Многими специалистами ошибочно воспринимается, что декларирование ГТС является мониторингом. На самом деле это не так. Комплексный мониторинг безопасности гидротехнических сооружений на сегодняшний день в России отсутствует. Однако разработка автоматизированной системы мониторинга безопасности ГТС позволила бы решить текущую проблему.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В ходе работы были рассмотрены и изучены труды ученых, в том числе Отдела безопасности гидротехнических сооружений гидромелиоративного комплекса Всероссийского Научно-Исследовательского Института Гидротехники и Мелиорации имени А.Н. Костякова [1,2]. В работе так же использованы и свои собственные исследования, и работы, опубликованные в научных журналах России и Польши [3,4]. Кроме того, в ходе разработки системы мониторинга были изучены необходимые нормативные документы [5].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Будущая система мониторинга должна будет отвечать требованиям преддекларационной работы. То есть производить анализ показателей с установленных датчиков и составлять отчет по проведенным расчетам, согласно требованиям декларации безопасности гидротехнических сооружений (все имеющиеся методы прописаны в требованиях оформления декларации) [1,5]. В процессе разработки предполагается, что анализ и обработка полученных данных будет происходить в программах на языках программирования: Python, C++ и HTML.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка автоматизированной системы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений включает в себя несколько этапов:

Этап №1. На начальном этапе необходимо определить принцип работы автоматизированной системы, составить ее план-схему. После рассмотреть необходимость перспективных датчиков, которые будут установлены на объектах ГТС. А также возможность автоматической обработки показателей, полученных с датчиков. Рассмотреть возможность ручной корректировки данных для обработки и расчетов.

Для анализа и обработки данных необходимо определить наиболее функциональные и удобные для работы языки программирования, в которых будут производиться расчеты. Составить план написания программ с перспективой оптимизации написания декларации безопасности ГТС. Рассмотреть возможность создания базы данных, для хранения информации полученных с датчиков и расчетных программ [1,4].

Итог. Составлена план-схема принципа работы будущей автоматизированной системы мониторинга (Рис.1). Определен комфортный для автоматической обработки данных CSV формат файлов (датчики в большинстве своем передают данные в формате CSV реке TXT). Формат CSV можно с легкостью перевести в табличную форму Microsoft Excel или разместить в базе MySQL. Кроме того, программы, написанные на языках Python и C++ реке всего, выдают ошибки именно с этим форматом файлов.



Рис. 1. Схема принципа работы автоматизированной системы мониторинга

В идеале планируется на потенциальные объекты ГТС установить пьезометры, датчики уровней воды, модульные метеостанции и сейсмические датчики. Все показатели, в том числе расчетные будут храниться в базе данных системы мониторинга.

Что касается вспомогательных операций, для упрощения дальнейшей эксплуатации системы мониторинга было принято решение разделить написание расчетных программ на 3 категории:

- локальные (предназначены для расчетов отдельных показателей, с последующим выводом в табличной форме (Табл. 1));

**Табл.1.** Пример вывода данных локальной программы в табличной форме

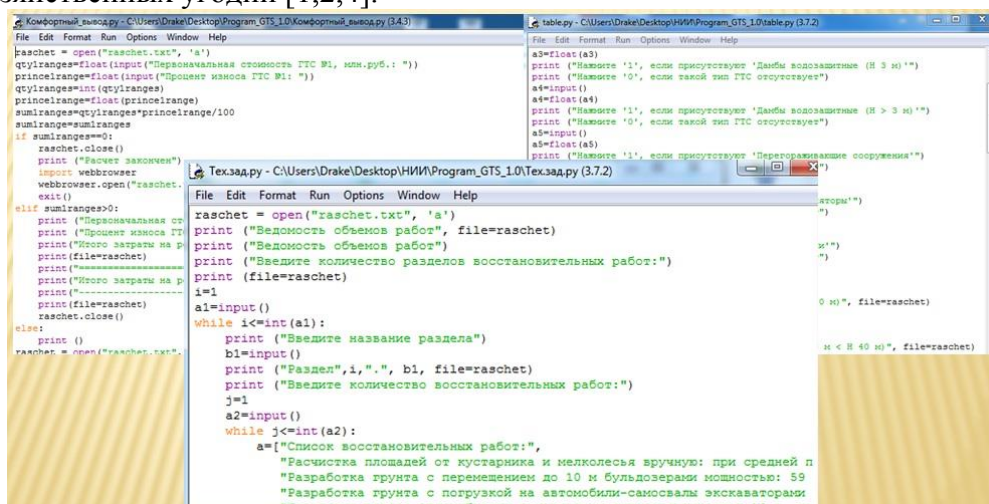
№ пп	Наименование	Ед. изм	Кол.
1 Раздел. Подготовительные работы			
1	Расчистка площадей от кустарников	100 м2	13,6
2	Разработка грунта	1000 м3	7,74
2 Раздел. Тело дамбы			
1	Применение песка для строительных работ	м3	1037
2	Планировка площадей бульдозерами	100 м2	67,1

- отчетные программы по разделам декларации (будут проводить анализ расчетов локальных программ, включенных в данный раздел и выводить отчет в виде полноценного раздела декларации);

- декларационная (на основе вывода отчетов программ 2-й категории, будет составлена декларация с рядом мер и предложений).

Все 3 категории программ будут рассчитаны на возможность ручной корректировки данных экспертами в области безопасности гидротехнических сооружений.

Этап №2. Предусматривает написание комплекса вспомогательных программ на языках Python и C++ для считывания и обработки данных (Рис. 2). Создание сайта, на котором будет размещена база данных. В перспективе рассмотреть создание интерактивных 3D моделей рельефов местности бассейнов водных объектов, для более детального анализа поступающих стоков, в том числе для прогноза поступления загрязняющих веществ в водные объекты с сельскохозяйственных угодий [1,2,4].



**Рис. 2.** Коды программ по восстановлению ГТС с ручной корректировкой, расчету затрат на восстановление ГТС и привязкой рекомендаций по восстановлению.

Итог. По отдельным разделам написан комплекс локальных программ, ведется написание программ 2-й категории. Создан шаблон сайта, который планируется разместить на сервере ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова. Доступ к данным размещенным на сайте, предпола-

гается в бесплатном режиме по показателям, полученным с датчиков и платным по расчетным показателям и отчетной документацией.

На сегодняшний день проводятся эксперименты по работе программ, было решено использовать цепной метод автоматического запуска расчетных операций. Так же ведутся работы по возможности детальной оцифровки рельефов местности. Произвести оцифровку предполагается на языке C++.

Этап №3. Заключение соглашения с управляющей компанией объектов ГТС в Московской области. Установка датчиков в случае их отсутствия на объектах ГТС. Запуск автоматизированной системы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений в режиме реального времени. При обнаружении каких-либо недостатков или недочетов системы в ходе эксперимента, их следует немедленно исправить. После успешного завершения эксперимента, начать привязку гидротехнических сооружений иных управляющих компаний, которые пожелают присоединиться к единой системе мониторинга.

На данный этап разработка автоматизированной системы мониторинга безопасности ГТС пока не вышла, однако уже ведутся переговоры с управляющими компаниями. Так же нами закупаются датчики изменения уровней воды и пьезометры. Рассматривается возможность разработки своих собственных датчиков, однако на первоначальном этапе на данную работу недостаточно сил и времени.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработка автоматизированной системы мониторинга безопасности ГТС на данный момент находится на втором этапе. Проводятся колоссальные работы в области программирования и привязки к программам законодательных и нормативных документов.

Летом 2019 года планируется произвести заключительное испытание системы и завершить 2-й этап разработки. При успешном прохождении испытаний уже в сентябре 2019 года к автоматизированной системе безопасности гидротехнических сооружений будет подключен один из объектов в Московской области.

В будущем автоматизированная система могла бы быть использована целым рядом ведомств, это: Министерство природных ресурсов и экологии, Министерство сельского хозяйства, МЧС, Ростехнадзор и многими другими [3]. Практическая значимость данной системы будет чрезвычайно высока, так как она позволит решить задачи не только по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, но и во многих других сферах, в том числе рационального водопользования и контроля стоков загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Жезмер В.Б., Матвеев А.В., Федотова Е.В., Дудаков Н.К. «Организация веб-системы автоматизированного ведения мониторинга ГТС». Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции 24 – 25 октября 2018 г. –М.: Изд. ВНИИ-Гим, 2019. 597 с.
2. Наумова Т.В., Пикалова И.Ф. «Оценка изменений скоростного режима на пойме при взаимодействии паводка с гидротехническими сооружениями». Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции 24 – 25 октября 2018 г. –М.: Изд. ВНИИГим, 2019. 597 с.
3. Науменко Н.О., Новиков А.В., Сумарукова О.В. Волга и ее жизнь: сборник тезисов докладов Всероссийской конференции, «Оценка негативного влияния на экосистему вследствие возможного прорыва плотины на Рыбинском водохранилище» 99 с. / Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22–26 октября 2018 г. – Ярославль: Филигрань, 2018. – 158 с.
4. Науменко Н.О., Новиков А.В., Сумарукова О.В. «ВЕБ-СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ», «Colloquium-journal» Wydrukowano w Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland, 2019. – 38 с.
5. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 623 и введен в действие с 1 января 2013 г. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 58.13330.2010 "СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения".

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ И МИГРАЦИЮ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

Коновалова А.В.<sup>1</sup>, Пономарев А.Я.<sup>2</sup>

*1- студент Российского государственного социального университета.*

*2- к.т.н., доцент, Российского государственного социального университета.*

### **Аннотация**

Предметом исследования представленных в статье материалов явились вопросы распространения загрязняющих веществ в атмосфере, воде и почве на основе исследования физико-химических свойств элементов, входящих в состав загрязняющих веществ, и условий природной среды, таких как движение воздушных масс, температура, кислотность и др., влияющие на степень миграции загрязнений.

Целью исследования явилось описание возможного состояния, поведения и миграции загрязняющих веществ в природных средах в зависимости от физико-химических свойств их элементов в условиях различной *pH* природной среды.

Для изучения экологической опасности химических загрязняющих веществ по способности их распространяться в природных средах и живых организмах применяли теоретические методы исследования.

Изучение экологической опасности загрязнения природной среды веществами антропогенного и природного происхождения включает рассмотрение путей их миграции и трансформации в природных средах и в живых организмах. Современный качественный и количественный химический состав естественной среды обитания живых организмов формировался на протяжении миллионов лет развития жизни на Земле. Между компонентами биосферы, живой и неживой природы установилось динамическое равновесие обмена веществом и энергией, которое достигалось путем миграции, непрерывного кругооборота жизненно необходимых (биогенных) макро- и микроэлементов.

Экологическая опасность химического элемента и его соединений, входящих в ксенобиотики, определяется, с одной стороны, токсическим действием на живые организмы, а с другой – физико-химическими свойствами, от которых зависит способность элемента к миграции в природных средах и живых организмах. Из соединений, обладающих одинаковым уровнем токсического действия, наибольшую экологическую опасность представляют те соединения, которые отличаются наибольшей миграционной способностью. Поэтому в практической деятельности важно учитывать, кроме токсических свойств элементов, обстоятельства, определяющие трансформацию и миграционную способность загрязняющих веществ в природных компонентах. Как поведет себя то или иное вещество в естественной среде обитания – об этом можно сказать на основе тщательного изучения физико-химических свойств элементов.

В атмосфере загрязняющие вещества переносятся большими и малыми воздушными потоками. Самые крупные, составляющие общую циркуляцию атмосферы, - это циклоны и антициклоны, т.е. вихри и волны размером в несколько тысяч километров, постоянно возникающие и разрушающиеся в атмосфере. При этом происходит окисление загрязняющих веществ кислородом воздуха с последующей гидратацией продуктов и образованием кислот, выпадающих вместе с осадками. Широко известный ныне термин «кислотные дожди» ввел в практику в 1872 году английский инженер Роберт Смит, опубликовавший книгу «Воздух и дождь: начала химической климатологии».

При анализе соединений, являющихся предшественниками кислотных дождей, а также при определении интенсивности кислотных дождей необходимо учитывать не только антропогенные, но и природные источники, например, лесные массивы, которые выделяют в процессе газообмена значительное количество органических веществ. Имеет значение и степень урбанизации отдельных регионов, производящих, например, выбросы из антропогенных источников аммиака, который существенно влияет на нейтрализацию кислотных компонентов [4].

К основным загрязнителям атмосферы, которые являются источниками образования кислотных дождей, относятся диоксид серы, оксиды азота и летучие органические соединения.

**Соединения серы из антропогенных и природных источников.** Сера содержится в полезных ископаемых, таких как уголь, нефть, медные, железные и другие руды. Одни из них используют как топливо, другие направляют на переработку в химическую и металлургическую промышленность. При переработке сера переходит в химические соединения, в большинстве случаев в диоксид серы и сульфаты.

Серосодержащие соединения образуются также в результате деятельности почвенных микроорганизмов и растений, как на суше, так и в верхних слоях Мирового океана. При этом выбросы состоят главным образом из восстановленных соединений серы, таких как диметилсульфид. Превращение их в предшественников кислотных дождей возможно в результате многочисленных химических реакций. Присутствующий в значительных количествах в антропогенных выбросах диоксид серы, достаточно быстро окисляется в условиях атмосферы до серной кислоты:



Биогенные механизмы образования диметилсульфида  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$  в океане в полной мере не изучены, но уже сейчас можно сказать, что его распределение в поверхностном слое вод Мирового океана аналогично распределению хлорофилла. Это особенно характерно для континентального шельфа, а также речных эстуариев [2].

Соединения серы, поступающие из Мирового океана в атмосферу, окисляются до сульфатов, которые сохраняются в атмосфере не более 5 дней. При извержениях вулканов в выделяющихся серосодержащих соединениях преобладает диоксид серы. В меньшем количестве в атмосферу поступает сероводород, карбонилсульфид, а также сульфаты в виде аэрозолей и твердых частиц [2].

#### **Соединения азота из антропогенных и природных источников.**

Природные источники оксидов азота играют более важную роль по сравнению с источниками серосодержащих соединений. Азот содержится в топливе многих видов ископаемых, например, в угле и в нефти. Однако основная часть оксидов азота образуется при высоких температурах в результате прямой реакции молекулярного азота и кислорода, содержащихся в воздухе. Эта реакция может протекать как в топочных устройствах, так и в атмосфере. В отличие от диоксида серы, образование оксидов азота и их количество в выбросах зависит не только от содержания примесей в топливе, но и от температуры в зоне сжигания. Это обстоятельство нужно учитывать в природоохранной деятельности [1].

Основные природные источники оксидов азота – грозовые разряды и молнии – источники высоких энергий в атмосфере, а также почвенные микроорганизмы, микрофлора пресных и океанических вод. Часть оксидов азота поступает в нижние слои атмосферы из стратосферы, в результате биогенного круговорота азота в природе. Исследования показывают, что по количеству выбросов природные источники в ряде случаев сопоставимы с антропогенными. В состав этих выбросов в основном входят оксид  $(\text{NO})$  и диоксид азота  $(\text{NO}_2)$ , которые обычно обозначают символом  $\text{NO}_x$  [1].

#### **Летучие органические соединения из антропогенных и природных источников.**

Наряду с кислотными оксидами, содержащимися в выбросах антропогенных и природных источников загрязнения, в образовании кислотных дождей участвуют и продукты жизнедеятельности растений, природные газы, выходящие из почвы, продукты горения биомассы (например, при пожарах) [3].

В состав летучих органических соединений входят реакционноспособные алканы 50% (пропан, н-бутан и др.), олефины 23% (этилен, пропилен и др.), ароматические углеводороды 18% (бензол, ксилолы и др.), альдегиды и кетоны 8% (формальдегид, ацетон и др.), карбоновые кислоты 1% (муравьиная, уксусная и др.). Как правило, наиболее высокое содержание летучих органических соединений в атмосфере наблюдается в районах с высокой концентрацией населения. Значительную роль в их образовании играют и другие факторы, прежде всего наличие предприятий химической и нефтехимической промышленности.

Летучие органические соединения, в отличие от оксидов серы и азота, поступают в атмосферу главным образом из природных источников, основным из которых являются растения. В результате их жизнедеятельности образуются непредельные соединения – терпеновые углеводороды общей формулой  $C_{10}H_{16}$  и производные изопрена  $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ .

При определении экологической опасности летучих органических соединений необходимо учитывать не только их количество, но и химическое строение и свойства. Особенно присутствующие ненасыщенные углеводороды, в основном изопрены и терпены, крайне реакционноспособны в атмосферных окислительных процессах и быстро превращаются в активные частицы – свободные радикалы. Они могут активно реагировать и с озоном, внося свой вклад в разрушение озонового слоя. Предельные углеводороды обладают гораздо меньшей реакционной способностью [3]. Миграция органических аэрозолей зависит от степени дисперсности частиц загрязняющего вещества.

Изменение атмосферного давления вносит коррективы в газообмен между почвой и приземными слоями воздуха. Известны случаи опасной загазованности подземных сооружений (погребов, убежищ) вредными веществами из глубоких слоев при резком изменении атмосферного давления, особенно в местах скопления отходов нефтепродуктов.

Загрязняющие вещества при попадании в водные среды подвергаются реакциям окисления-восстановления, гидролиза, гидратации и комплексообразования, что отражается на их способности к миграции и последующему попаданию в живые организмы. В почве загрязняющие вещества переносятся грунтовыми водами и почвенными растворами [6].

На миграцию загрязняющих веществ оказывают влияние *внешние и внутренние факторы*.

К *внутренним факторам* относятся химический состав и химические свойства вещества, растворимость, зависящая в свою очередь от величины ионного потенциала  $E$  (отношения заряда иона к его радиусу).

Микроэлементы с ионным потенциалом  $E < 1,4$  ( $Cs^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Li^+$ ) хорошо растворяются в воде, это сильные основания, мигрирующие в виде катиона.

Элементы с ионным потенциалом от 1,4 до 3 ( $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ) мигрируют в форме катиона и представляют собой истинные растворы их соединений. При подщелачивании образуют гидроксиды, в большинстве случаев выпадающие в осадок.

Элементы с ионным потенциалом от 3 до 7 ( $Be^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$  и др.) образуют амфотерные оксиды, обладающие высокой чувствительностью к кислотности среды, осаждаются в виде гидроксидов.

Элементы с ионным потенциалом более 7 ( $Mo^{3+}$ ,  $U^{3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $As^{5+}$ ,  $Cr^{6+}$ ) мигрируют в форме анионов соответствующих кислородных кислот ( $MoO_4^{2-}$ ,  $VO_3^-$ ,  $CrO_4^{2-}$ ) [6].

Растворимость соединений металлов зависит от химической природы соединений (см. табл.1).

Из данных таблицы следует, что соли сильных кислот азотной  $Me(NO_3)_2$ , соляной  $MeCl_2$  и серной  $MeSO_4$  хорошо растворяются в воде. Сульфиды  $MeS$ , углекислые соли  $MeCO_3$  и оксиды  $MeO$  – плохо растворяются в воде. Это обстоятельство оказывает влияние



на миграцию данных веществ. Либо нерастворимые вещества будут локализованы в месте их попадания в природную среду, либо будут мигрировать в растворенном состоянии вместе с поверхностными и грунтовыми водами.

**Табл. 1.** Растворимость соединений свинца, кадмия и цинка, г/100 г воды при 20 °С

Тип соединения	Формула	Растворимость, г/100г	Формула	Растворимость, г/100г	Формула	Растворимость, г/100г
Нитраты	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	52	Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	127	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	324
Хлориды	PbCl <sub>2</sub>	0,92	CdCl <sub>2</sub>	135	ZnCl <sub>2</sub>	732
Сульфаты	PbSO <sub>4</sub>	0,004	CdSO <sub>4</sub>	77	ZnSO <sub>4</sub>	54
Сульфиды	PbS	3*10 <sup>-5</sup>	CdS	1*10 <sup>-4</sup>	ZnS	Трудно раств
Углекислые соли	PbCO <sub>3</sub>	Не раств.	CdCO <sub>3</sub>	Не раств	ZnCO <sub>3</sub>	0,02
Оксиды	PbO	0,002	CdO	Трудно раств.	ZnO	2*10 <sup>-4</sup>

*Внешний фактор* – это свойства среды, в которой мигрируют загрязняющие вещества – химический состав природных вод, их кислотность и температура. Природные воды представляют сложные растворы различных веществ, включая растворенные газы, неорганические соли и органические соединения. Компоненты природных вод можно условно разделить на пять групп:

1. Макрокомпоненты: K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

2. Растворенные газы: кислород, азот, двуокись углерода, сероводород, метан и др. [1, 2]. Сероводород образует с металлами малорастворимые сульфиды – PbS, CdS и др., а метан при участии водных микроорганизмов взаимодействует с ртутью, образуя диметилртуть (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Hg. Это соединение растворимо в воде и поэтому очень хорошо мигрирует в природных средах. Попадая по пищевым цепям в живые организмы, ртуть накапливается в них и оказывает сильное токсическое действие.

Растворимость газов зависит от давления и от температуры воды. При повышенном давлении растворимость газов увеличивается, а вот температура показывает обратный эффект – с увеличением температуры содержание растворенного газа уменьшается. Растворимость в воде некоторых газов при различных температурах представлена в табл. 2.

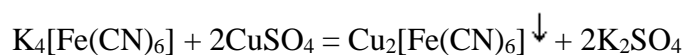
**Табл. 2.** Растворимость в воде некоторых газов при различных температурах, г/л

Газ	Температура, °С		
	0	20	40
Азот	0,0293	0,0164	0,0118
Аргон	0,058	0,037	0,027
Кислород	0,049	0,031	0,023
Углекислый газ	1,713	0,878	0,53
Хлористый водород	506	442	386

По данным таблицы видно, что содержание кислорода в воде при температуре 20 °С снижается в 1,6 раза, а при 40 °С – в 2,13 раза по сравнению с содержанием кислорода при 0 °С. Такое повышение температуры воды водоемов называют энергетическим загрязнением, которое влечет за собой снижение активности биохимических процессов, гибель живых организмов. Конечно же, это обстоятельство нужно учитывать в практической деятельности.

3. Биогенные вещества – соединения азота, фосфора, железа, находящиеся в природных водах в виде органических и неорганических соединений. Азот присутствует в виде ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ; фосфор – в форме анионов  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Цикл круговорота биогенных веществ, начатый в процессе фотосинтеза, заканчивается разложением останков растений и животных [3]. В результате биогенные вещества переходят из органических в неорганические соединения. Этот процесс перехода биогенных веществ из сложных органических соединений в минеральные формы называется регенерацией. Все химические элементы, используемые в процессах жизнедеятельности организмов, совершают постоянные перемещения, переходя из живых тел в соединения неживой природы и обратно. Возможность многократного использования одних и тех же атомов делает жизнь на Земле практически вечной при условии постоянного притока нужного количества энергии.

4. Органические соединения в виде кислот, сложных эфиров, фенолов и гумусовых веществ. Гумусовые соединения образуются в процессе гниения растительных остатков [4]. Основная часть гумусовых веществ представлена в пресных водах гуминовыми и фульвокислотами, строение которых еще окончательно не установлено, но известно, что они состоят из конденсированных ароматических колец. Органические вещества образуют с ионами металлов комплексные соединения, в виде которых в водной среде мигрируют многие металлы. Комплексные (координационные) соединения состоят из центрального атома-комплексообразователя и связанных с ним лигандов. Центральный атом и лиганды образуют внутреннюю сферу, которую при написании формул заключают в квадратные скобки  $\text{K}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$ ,  $\text{Na}_3[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$ . Как правило, комплексные соединения образуются в результате взаимодействия различных, менее сложных электронейтральных молекул в реакциях обмена. Например,



Молекулы или ионы, окружающие внутреннюю сферу, образуют внешнюю сферу. В живых организмах, в почве и природных водах присутствуют комплексные соединения Fe, Cu, Mg, Mo, Co с белками, кислотными остатками гумусовых кислот и др.

5. Пятую группу образуют микроэлементы, включая все металлы, кроме макроэлементов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Природная вода является специфической средой, в которой состояние химических элементов и проявление ими химических свойств существенно отличается от простых модельных систем, создаваемых в лаборатории на основе дистиллированной воды.

Роль органических гумусовых и фульвокислот в водной среде можно показать на примере их взаимодействия с катионами железа (рис. 1):

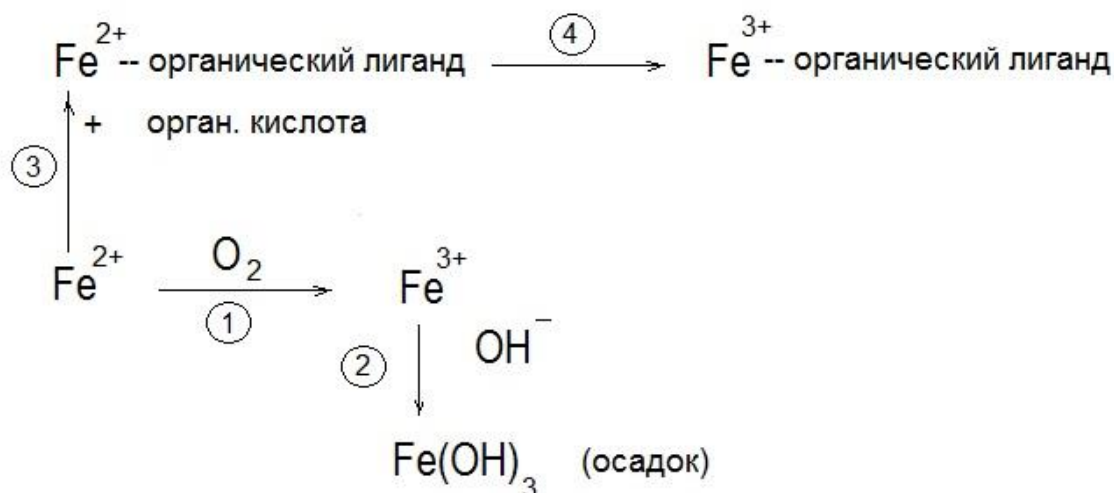


Рис. 1. Миграция катионов железа в природных водах в зависимости от внешних факторов.

При наличии в воде растворенного кислорода происходит окисление  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$  (реакция 1), трехвалентное железо взаимодействует с гидроксидом ( $\text{OH}^-$ ) и выпадает в осадок в виде гидроксида железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (реакция 2). При значительном количестве гумусовых кислот в воде происходит образование комплексного соединения железа, в котором в качестве лиганда выступает органическая кислота (реакция 3). Ионы железа  $\text{Fe}^{2+}$ , образовавшие комплекс, медленно окисляются до  $\text{Fe}^{3+}$  с образованием комплекса:  $[\text{Fe}^{3+} - \text{органический лиганд}]$  (реакция 4). И в таком виде катион железа транспортируется водными потоками. Одновременно перенос загрязняющих веществ в природных водах происходит при адсорбции загрязняющего компонента на поверхности мелкодисперсных частиц глины, находящихся во взвешенном состоянии.

Основополагающую роль в переносе загрязняющих веществ в природных водах играет кислотность водной среды. Большинство ионов металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  и др.) при  $pH > 6$  осаждаются в виде плохо растворимых гидроксидов, карбонатов, сульфидов и концентрируются в донных отложениях. При подкислении природных вод за счет выпадения кислотных дождей, сброса сточных вод, содержащих кислоты, происходит обратный процесс, металлы в виде катионов переходят в растворимое состояние. Зависимость состояния свинца в водной среде от ее кислотности представлена на схеме (см. рис.2):

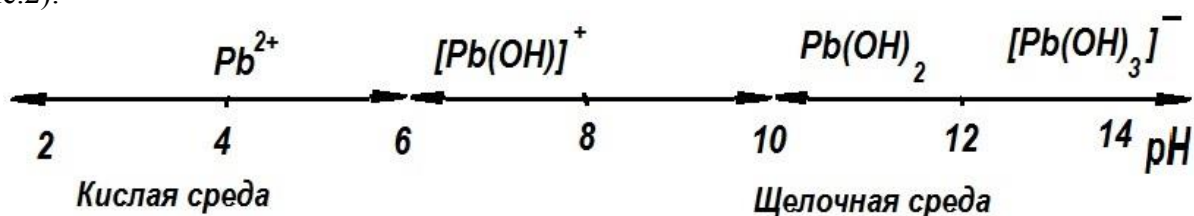


Рис. 2. Зависимость состояния свинца в водной среде от ее кислотности.

Для некоторых металлов существует два интервала значений  $pH$  при которых они находятся в растворимой форме, например, алюминий при  $pH$  меньше 3,5 растворяется в виде катиона  $\text{Al}^{3+}$ , а при  $pH$  больше 9 – в виде аниона  $\text{AlO}_2^-$ , в интервале  $pH$  от 3,5 до 9 – находится в виде нерастворимого гидроксида  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Микроэлементы переменной валентности в восстановительной среде мигрируют в форме катионов, в окислительных условиях среды находятся в форме анионов.

Повышение кислотности природных вод приводит к растворению многих токсичных тяжелых металлов. Во всех случаях вещества, хорошо растворимые в воде, быстрее и в больших количествах переносятся в природных средах от источника их образования к органам-мишеням живых организмов.

Природные воды, растворяя различные соединения, образуют почвенные растворы, перемещая при этом питательные вещества к корневой системе растений и загрязняющие вещества, которые оказались вовлеченными в это движение.

Почвенные растворы – это жидкая фаза почвы, ее наиболее подвижная, активная и изменчивая часть [6]. Формирование химического состава почвенного раствора определяется составом пород, образующих почву, растительного опада, атмосферных осадков и техногенной пыли. Почвенные раствор участвует во всех процессах превращения минеральных и органических веществ, в т.ч. и загрязнений антропогенного происхождения, их миграции. Изменение химического состава почвенного раствора позволяет судить о влиянии антропогенных загрязнений на биосферу. В состав почвенных растворов в регионах с повышенным антропогенным загрязнением имеет место повышенная концентрация ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и многих тяжелых металлов.

Снижение  $pH$  почвенного раствора, как и воды водоемов, приводит к тяжелым экологическим последствиям, которые заключаются в увеличении растворимости в кислой среде многих высокотоксичных металлов. В кислых почвенных растворах и в воде водоемов с

$pH < 6$  концентрация тяжелых металлов (Cu, Pb, Hg, As и др.) достигает 10 – 1000 мг/л, в то время как в «чистых» почвенных растворах и в водоемах их содержание измеряется микрограммовыми концентрациями [5].

Увеличение кислотности почв отражается на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и приводит к повышенному содержанию тяжелых металлов в растительности, в том числе и в овощах, употребляемых человеком. Антропогенное и природное закисление почв и загрязнение их тяжелыми металлами в подвижной форме тормозят процессы разложения растительных остатков и нарушают естественный кругооборот биогенных элементов. При закислении почвы уменьшается количество доступных для растений питательных элементов (Ca, Mg) в результате их взаимодействия с серной кислотой и образования малорастворимых солей ( $CaSO_4$ ,  $MgSO_4$ ). Одновременно в кислой среде алюминий переходит в растворимую форму и блокирует усвоение растениями биологически необходимого фосфора за счет связывания катионом алюминия фосфат-иона с образованием нерастворимого фосфата алюминия  $AlPO_4$ . При  $pH < 5$  погибают азотофиксирующие бактерии, что приводит к нарушению азотного питания растений.

Процессы, повышающие растворимость элементов в воде, существенно увеличивают их миграцию в природных средах и, как следствие, накопление этих элементов в растениях и в живых организмах. Так, опасность повышения концентрации ртути в тканях рыб обусловлена увеличением ее содержания в результате сброса промышленных вод и закисления водоемов. Биоаккумуляция ртути в тканях рыб наблюдается и в водных массивах, удаленных от промышленных производств. В этом случае она связана с выветриванием минералов, геотермальной и вулканической деятельностью и многими другими факторами [4].

Ртуть хорошо усваивается бактериями, после чего накапливается в водорослях в наиболее опасной форме – в виде метилртути. Этому процессу способствуют повышенные содержания растворимых органических соединений. Эти процессы непосредственно связаны с закислением озерных вод. Повышенная кислотность приводит к ускоренному накоплению ртути в тканях рыб, увеличение кислотности на 1 ед.  $pH$  в озерах приводит к повышению концентрации ртути в тканях рыб примерно на 0,14 мг/кг. В организмах гидробионтов концентрируются загрязнения, растворенные в воде водоемов, содержащиеся в водной растительности и планктоне. Например, планктон концентрирует в своей массе свинец в 12000 раз, кобальт – в 16000 раз, а медь в 90000 раз по сравнению с концентрацией в водоеме [5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения: Справочник. –Л.: Химия, 1992. -224с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп: Справочник. –Л.: Химия, 1989. - 542с.
3. Вредные химические вещества. Углеводороды, галогенпроизводные углеводородов: Справочник. –Л.: Химия, 1990. -422с.
4. Пономарев А.Я. Моделирование природных процессов при загрязнении / Вопросы охраны труда и окружающей среды. Сб. студ. статей, выпуск 8. –М.: Изд-во РГСУ, 2013. с. 279-286.
5. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.689-98. Минздрав России, 1998. –228с.
6. Пономарев А.Я. Особенности очистки коллоидных растворов сточных вод. / Перспективы развития науки и образования: сб. науч. труд. по мат Межд. науч.-пр. конф. Ч.9 –Тамбов: «Бизнес-Наука-Общество», 2014. –163с.

**ОХРАНА ТРУДА В ЛАБОРАТОРНО-ЛЕКЦИОННОМ ПОМЕЩЕНИИ****Солдатенков И.А.**<sup>1</sup>

*1 магистрант Кафедры инженерной экологии и охраны труда НИУ «МЭИ», г. Москва, Красноказарменная, 14*

*Научный консультант д.т.н., профессор, Медведев В.Т., кафедра инженерной экологии и охраны труда НИУ «МЭИ», г. Москва, Красноказарменная, 14*

**Аннотация**

В работе был произведен анализ негативного воздействия шума на здоровье работников, измерение эквивалентного уровня звукового давления шума в лабораторно-лекционном помещении, анализ полученных данных. Акустически необорудованное помещение при превышении санитарных норм может приводить к снижению восприятия, задержке интеллектуальных процессов как работников, так и учащихся. Сильный шум ведёт к снижению остроты слуха, развитию желудочно-кишечных заболеваний, нарушению обмена веществ. Продолжительный и интенсивный шум значительно снижает производительность труда и может являться причиной травматизма. По данным РосПотребНадзора за 2017 год было выявлено 1419 случаев тугоухости. К акустическому загрязнению среды относится не только звуки работающего оборудования, но и шум создаваемый учащимися, а также транспортом. Целью работы является определение характера шума и преобладающего частотного диапазона. В результате работы были предложены решения для создания комфортных акустических условий.

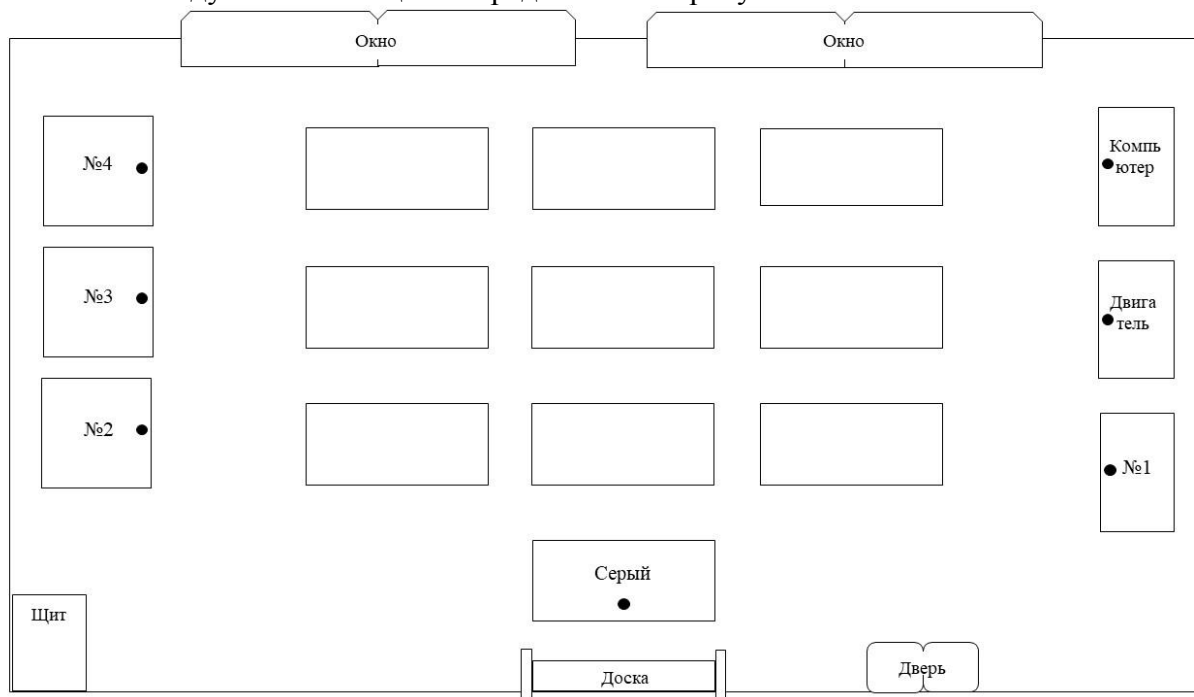
В образовательных учреждениях одной из главных ценностей является информация. Её получение может быть затруднено отвлекающими факторами, чем зачастую является шум. Шум — это беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры, совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум — это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук. Шум негативно влияет на центральную нервную систему, которая является информационной и управленческой системой организма и требует для своего функционирования достаточно много энергии. Если поток информации стационарен, то происходит привыкание (адаптация) к стационарным условиям и затраты организма на поддержание функционирования центральной нервной системы невысоки. Шум не является стационарным процессом, он контрастирует с полезным звуковым информационным полем и потому происходит перегрузка деятельности центральной нервной системы. Утомление работников из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению профессиональных заболеваний. Выполнение производственных функций часто связано с принятием речевой информации. Если информация поступает на фоне производственного шума, разборчивость речи ухудшается, что ведет к дополнительной нагрузке на центральную нервную систему и увеличивает напряженность труда. Ухудшение разборчивости речи возрастает у лиц, уже имеющих постоянную потерю слуха. Оптимальные условия для обеспечения приемлемой (>80%) разборчивости речи достигаются при соотношении уровней звукового давления «уровень речевого сигнала" - " уровень шума»>12 дБ. Как физиологическое явление звук ощущается органами слуха в диапазоне частот 20Гц...20 кГц. Вне этих пределов находятся неслышимые человеком инфра- и ультразвуки. В гигиенической практике звуковой диапазон частот ограничен октавными полосами 31.5 - 8000 Гц. Наиболее чувствительно ухо человека к колебаниям в области средних частот: от 1 до 4 кГц, следовательно, во время проведения работ по устранению негативного воздействия шума на

человека, задача ставится таким образом, чтобы не допустить превышения нормируемых показателей, прежде всего в пределах данного диапазона частот. При этом следует учесть, что интенсивность звука, соответствующая нижнему порогу слышимости, при частоте колебаний 1 кГц, равна  $10 - 12 \text{ Вт/м}^2$ , а верхнему  $10 \text{ Вт/м}^2$ . При интенсивности звука больше верхнего порогового значения в органах слуха человека вместо звукового возникает болевое ощущение. У работающих в условиях воздействия шума возникают жалобы на снижение восприятия речи, головокружения, ухудшение памяти, повышенную утомляемость, раздражительность, сонливость, нарушения сна, головные боли различной интенсивности, снижение аппетита, тахикардию и лабильность артериального давления. Эти явления характеризуют реакцию центральной нервной системы на действие шума и, как правило, исчезают после отдыха. В дальнейшем, на фоне продолжающегося воздействия, развиваются симптомы невротического характера, которые укладываются в картину нарушения деятельности вегетативной нервной системы. Их роль при патологии носит либо доминирующий, либо незначительный характер, но в любом случае они являются вторичной реакцией на повреждение тканей и систем организма. Продолжительный и интенсивный шум значительно снижает производительность труда.

Одним из основных источников шума в лабораторно-лекционном помещении кафедры инженерной экологии и охраны труда НИУ МЭИ является электромеханическое устройство (электродвигатель 4АА56В2 У3). В качестве объекта изучения был взят лекционно-лабораторный кабинет в НИУ МЭИ.

Превышение любого нормируемого параметра считается превышением ПДУ.

План исследуемого помещения представлен на рисунке 1.



**Рис. 1.** План помещения

Были произведены измерения уровней звукового давления фонового шума, (суммы всех сигналов, за исключением того, что подлежит исследованию) и при работе электродвигателя в режиме холостого хода. Измерения уровня шума производилось в контрольных точках, а именно на местах лабораторных занятий студентов у каждого из учебных стендов и на рабочем месте преподавателя. Во время выполнения лабораторной работы студент находится в сидячем положении, а значит для измерений микрофон устанавливают вертикально в фиксированной контрольной точке в центральной плоскости сиденья на высоте  $0,80 \text{ м} \pm 0,05 \text{ м}$

над его поверхностью при регулировках сиденья посередине диапазонов перемещения по вертикали и горизонтали за лабораторным стендом. Продолжительность каждого измерения составляла 32 секунды.

Проведение измерения эквивалентного скорректированного по шкале А уровня звука в контрольной точке осуществлялось в соответствии с методикой прямых измерений МИ ПКФ (Методика Выполнения Измерений Приложение к руководствам по эксплуатации) 12-006, являющейся составной частью используемого шумомера Октава 101АМ.

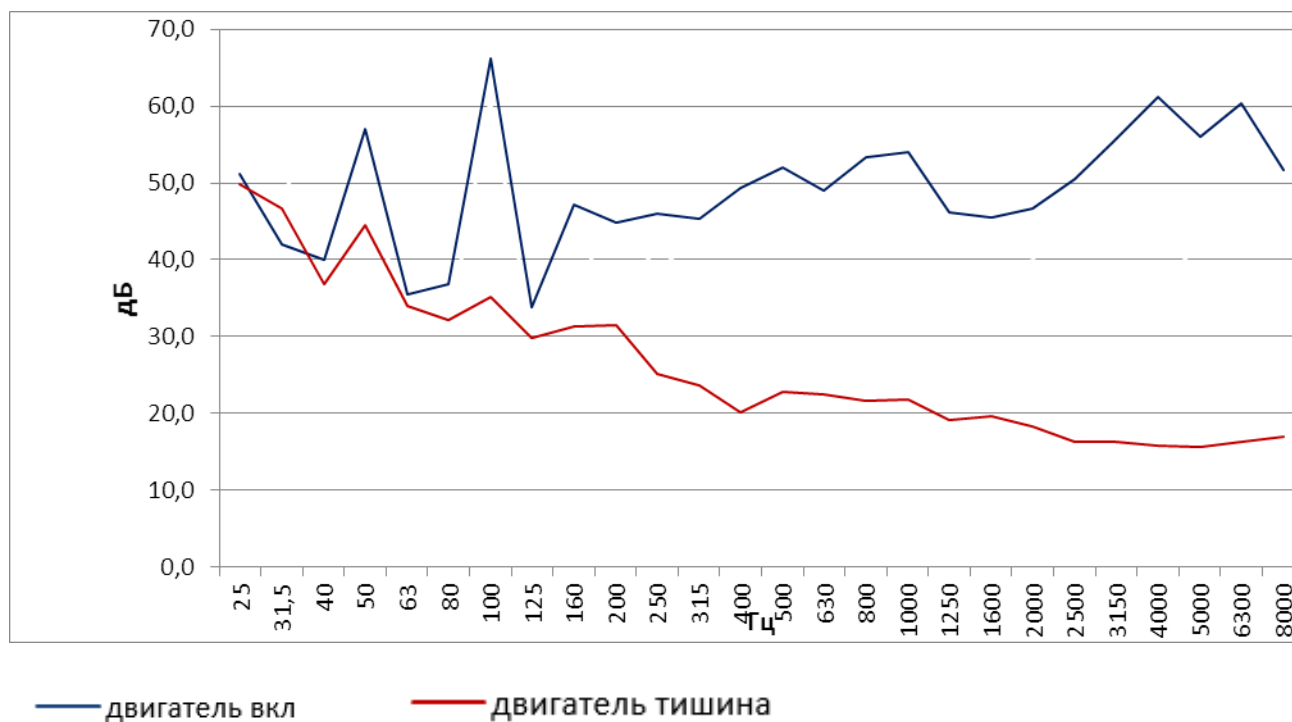
Результаты измерений уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот 31,5 - 8000 представлены в таблице 1 и рисунке 2.

**Табл. 1.** Результаты измерений

Место измерения	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах частот, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
№1 вкл	56,52	46,61	60,58	48,75	50,99	51,54	46,85	47,56	40,45
№1 выкл	55,76	41,28	31,8	28,47	19,23	17,73	17,48	19,28	21,92
№2 вкл	55,45	51,32	50,55	40,24	44,75	43,97	43,4	44,58	39,34
№2 выкл	50,51	42,75	33,38	31,76	20,52	18,06	17,34	19,21	21,99
№3 вкл	54,26	54,76	61,22	40,89	46,03	45,07	42,34	45,13	37,91
№3 выкл	55,31	47,27	37,82	35,48	28,21	18,99	17,78	19,55	22,03
№4 вкл	54,77	50,47	48,48	41,88	44,03	43,18	41,35	44,62	39,62
№4 выкл	55,75	42,3	35,2	27,67	19,44	17	17,07	19,16	21,96
<b>Двигатель работает</b>	51,94	57,11	66,32	50,21	55,1	57,1	52,93	63,2	60,98
<b>Фоновый шум</b>	51,7	45,15	37,46	32,91	26,7	25,81	23,05	20,67	22,01
Комп. вкл	55,08	53,91	66,57	48,79	54,11	50,95	48,68	52,57	44,3
Комп. выкл	50,27	41,66	37,08	32,13	20,84	18,52	17,67	19,29	22
Серый вкл	54,98	44,88	62,43	42,2	42,68	45,33	43,55	44,19	39,87
Серый выкл	56,05	37,93	39,64	33,36	23,89	21,47	19,88	18,83	21,6

Низкочастотные гармонические составляющие шума обусловлены дисбалансом ротора, шум случайного характера в широком диапазоне частот происходит от подшипников электродвигателя. Также вносят изменения звуки уличного транспорта и людей за пределами кабинета. На частоте 50 Гц наблюдается шум характерный для промышленных сетей. В странах Европы и СНГ принят стандарт электросетей 220-240 В 50 Гц, на этой частоте и возни-

кает шум от кондиционеров, вентиляции и других постоянно работающих устройств в помещении. Данные параметры учтены при измерении фонового уровня шума.



**Рис. 2.** Уровни звукового давления в октавных полосах частот

Для уменьшения шумового воздействия предлагается обеспечить акустическую эффективность использования защитных экранов, защитного кожуха, антивибрационных креплений, смазки или замены подшипников, улучшения показателей двигателя с помощью балансировки ротора или замены двигателя, а также переходом на цифровую технику.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев В.Т., Геча В.Я., Малышев В.С. Вибрации и шум электрических машин, трансформаторов и реакторов. - М.: Издательство МЭИ, 2018.
2. Медведев В.Т., Скибенко В.В., Макаров А.К., Новиков С.Г. и др. Инженерная Экология. - М.: Гардарики, 2002.



## К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Холдина М.С.<sup>1</sup>

*1-магистрант, кафедра «Промышленная теплоэнергетика», Московский политехнический университет, г. Москва, Б. Семеновская ул., д.38.*

*Научный консультант: к. т. н, зав. каф. промышленное и гражданское строительство, Зайцев А.Н. Московский политехнический университет, г., Москва, Б. Семеновская ул., д.38.*

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Резкий рост потребления в последнее время привел к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО). По среднестатистическим данным на каждого жителя России в год образуется от 1 до 1,4 куб. метров ТБО.

Исследования показали [1], что бытовой мусор способен самопроизвольно выделять содержащиеся в нем летучие компоненты (а их около 55 %), то он весьма активно влияет на загрязнение и заражение окружающей среды. Кроме того, при самовозгорании бытового мусора в жаркое летнее время выделяется огромное количество продуктов неполного сгорания, среди которых образующиеся при реагировании этих продуктов с содержащимся в составе мусора хлором особо опасные для здоровья человека и окружающей среды диоксины, фураны, фосген. Исследования, проводящиеся в районе свалок мусора и на окраинах городов, подтверждают значительное превышение концентраций этих веществ по сравнению с предельно допустимыми значениями.

Проблема обезвреживания и утилизации бытовых отходов к настоящему времени занимает одно из первых мест среди городских проблем, а для курортных зон и городов – она наиболее актуальна. И это не случайно, так как Россия, как и остальные государства на постсоветском пространстве, отстали от большинства стран мира по решению этой проблемы на многие десятилетия. Особенную тревогу вызывают наши мегаполисы – Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону и другие, так как свободных территорий земли для увеличения свалок и полигонов у них нет, а поэтому стоимость каких-то свободных участков чрезвычайно высока.

Сложность решения проблем утилизации бытовых отходов обуславливается необходимостью применения капиталоемкого оборудования и трудностью решения многофакторной задачи экологического, технического и экономического характера.

ТБО включают в себя различного рода отходы жизнедеятельности человека. Примерный состав бытовых отходов приведен в таблице 1.

**Табл. 1.** Состав бытовых отходов

№п.п.	%	Фракция
1	35.9%	Пищевые отходы
	5.9%	Бумага
3	2.5%	Металл
4	7.9%	Полимерная упаковка
5	0.4%	Многослойная упаковка
6	1.1%	Дерево

7	2.9%	Текстиль
8	7.4%	Стекло
9	1.4%	Кожа, резина
10	1.1%	Камни
11	0.1%	Кости
12	25.3%	Отсев
13	0.6%	Опасные отходы
14	3.9%	Строительный мусор

Сегодня Россия существенно отстает от более развитых европейских стран в плане переработки твердых бытовых отходов. Это связано в первую очередь с тем, что в нашей стране практически не применяются современные системы сортировки мусора возле его непосредственного источника.

Все существующие способы утилизации ТБО в той или иной мере предполагают раздельный сбор и предварительную сортировку, однако, учитывая специфические особенности состава и практическую невозможность механизированной сортировки (разделения по компонентам) бытового мусора, содержащего по весьма приблизительным подсчетам более 1500 компонентов, требуется особый подход к утилизации ТБО.

Существует несколько известных способов переработки ТБО: анаэробная переработка биоразлагаемой части отходов при их захоронении на полигонах, аэробная переработка биоразлагаемой части ТБО (компостирование), сжигание в специальных печах, пиролиз - газификация, плазменная переработка.

Захоронение на полигонах и компостирование относятся к биотермическим (механо-биологическим) способам переработки, осуществляемым с помощью анаэробных или аэробных бактерий. При захоронении на полигонах ТБО выделяют летучие вещества, поэтому он является загрязнителем окружающей среды. Очень часто на полигонах происходит самовозгорание бытового мусора, особенно в жаркое время года, что еще больше загрязняет воздушную среду. Кроме того, полигоны для захоронения ТБО занимают большие площади, которые невозможно использовать в народном хозяйстве.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования [2], в России на начало 2010 года зафиксировано 7518 объектов размещения отходов, в том числе 1699 полигонов твердых бытовых отходов. В Москве ежегодно образуется примерно 10 млн. т промышленных и бытовых отходов, которые вывозятся на специализированные свалки. Таких свалок в Подмосковье свыше 80, каждая площадью от 3 до 10 га.

По данным Росприроднадзора, ежегодно в России образуется порядка 35-40 млн. тонн твердых бытовых отходов, и практически весь этот объем размещается на полигонах ТБО, санкционированных и не санкционированных свалках, и только 4-5% утилизируется иными способами из-за отсутствия как необходимой инфраструктуры, так и самих предприятий – переработчиков. В стране насчитывается лишь 243 комплекса по переработке ТБО, 53 комплекса по сортировке и только 10 мусоросжигательных заводов [3].

Сжигание бытового мусора является наиболее привычным и широко распространенным способом утилизации ТБО.

В настоящее время уровень сжигания бытовых отходов в отдельных странах различен. Так, из общих объемов бытового мусора доля сжигания колеблется в таких странах, как Австрия, Италия, Франция, Германия от 20 до 40%; Бельгия, Швеция – 48–50%; Япония – 70%,

Дания, Швейцария – 80%, Англия и США – 10%. В нашей стране сжиганию подвергаются пока лишь около 2% бытового мусора, а в Москве – около 10%.

Преимуществами данного метода являются:

– возможность возвращения для повторного использования образующегося тепла. Вырабатываемая тепловая энергия за счет сжигания ТБО используется на нужды централизованного теплоснабжения или для электрификации населенных пунктов;

– снижение риска загрязнения отходами не только почв, но и грунтовых вод;

– сокращение объема отходов более чем в 10 раз, массы в 3 раза. Данный метод позволяет существенно уменьшить количество хранимого на полигонах мусора, и также существенно увеличить уровень энергоресурсов. Само собой, сжигание ТБО нельзя назвать идеальным методом утилизации отходов. Рассматриваемый метод имеет низкий уровень экологичности, что в свою очередь оказывает пагубное влияние на окружающую среду.

Экологическое воздействие мусоросжигательных заводов (МСЗ) в основном связаны с загрязнением воздуха, в первую очередь – мелкодисперсной пылью, оксидами серы и азота, фуранами и диоксинами.

Другим способом утилизации бытовых отходов является пиролиз. Принцип пиролиза заключается в необратимом химическом изменении ТБО под действием повышенной температуры без доступа или с ограниченным доступом кислорода с выделением горючего пиролизного газа (пирогаза). По степени температурного воздействия на горючую массу мусора пиролиз как процесс условно разделяется на низкотемпературный (до 650°C) и высокотемпературный (650°C – 900°C).

Повышение температуры приводит к увеличению выхода пирогаза и уменьшению выхода жидких и твердых продуктов. С помощью пиролиза можно перерабатывать такие составляющие отходов как автопокрышки, пластмассы, отработанные масла, осадки сточных вод и т.п. После пиролиза не остается биологически активных веществ, образующийся коксовый остаток имеет высокую плотность, что резко уменьшает объем отходов, подвергающийся полигонному складированию, которое не наносит вреда окружающей среде.

Технологическая схема высокотемпературного пиролиза предполагает получение из биологической составляющей (биомассы) ТБО вторичного синтез-газа с целью использования его для получения пара, горячей воды, электроэнергии и др. продуктов.

Преимуществом высокотемпературного пиролиза является возможность достаточно выгодно и технически относительно просто перерабатывать твердые бытовые отходы без их предварительной подготовки, т. е. сортировки, сушки и т. д.

Серьезным недостатком данной технологии является удаленность полигонов ТБО, что не дает возможности эффективно использовать продукты газификации для потребителя. Низкая теплотворная способность газа, наличие диоксинов и фуранов требует использование продуктов высокотемпературного пиролиза на месте их производства в подготовленной для этого инфраструктуре, что в массовом порядке далеко не всегда экономически оправдано либо по другим причинам затруднено. В установках высокотемпературного пиролиза можно получить температуру, близкую к разрушению диоксинов, но не исключен момент повторного их синтеза на пыли и несгоревших частицах углерода в потоке отходящих газов, где температура снижается до 300 °C., что затрудняет использования синтез газа и примесей в нём в котельных, находящихся в черте населенных пунктов.

Низкотемпературный пиролиз – это технология переработки углеродсодержащих отходов при нагреве сырья в шахте до температур 350°C – 450°C. в отсутствие кислорода (воздуха). Стабильный уровень температур, отсутствие в реакторе свободного кислорода и азотного балласта полностью исключает возможность протекания процесса горения, что создает идеальные условия для интенсивного протекания термохимических реакций. Отсутствие в шахте свободного кислорода исключает образование оксидов типа SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> и др, чем достигается экологическая безопасность этой технологии. При низкотемпературном пиролизе из всех видов углеродсодержащего сырья, входящего в состав отходов в любом соотношении

отдельных компонентов, образуется пиролизный газ практически одинакового состава, представляющий собой смесь горючих (монооксида углерода – CO, метана – CH<sub>4</sub>, этилена – C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, водорода – H<sub>2</sub>, сероводорода – H<sub>2</sub>S) и в значительно меньшем количестве негорючих (диоксида углерода – CO<sub>2</sub> и азота – N<sub>2</sub>) газов.

В сравнении с известными промышленными технологиями переработки ТБО (сжигание ТБО на мусоросжигательных заводах) технология пиролиза обладает важными преимуществами, такими как, практически полной утилизации твердого содержимого городских свалок в энергетические и материальные ресурсы, при этом городские свалки выступают в роли сырья для производства товарной продукции – строительных материалов.

К недостаткам технологии низкотемпературного пиролиза можно отнести сложность конструкций печей с непрерывной подачей ТБО и их высокую стоимость. В настоящее время в основном находят применение печи с циклической загрузкой перерабатываемых ТБО и разгрузкой его остатков, что является недостаточной технологичностью процесса. Сюда же можно отнести требование к подготовке отходов, очистка пирогаза от загрязняющих веществ (соединений хлора, фтора, серы, цианидов) с целью повышения его экологических показателей и энергоемкости. Существуют достаточно жесткие требования к подготовке бытовых отходов, направляемых на пиролиз (газификацию). Это сортировка отходов с целью извлечения балластных фракций (стекло, металлы, камни, мелкая фракция), предварительная сушка и их дробление.

Последние требование приводит к снижению надежности мусороперерабатывающих предприятий, использующих технологию пиролиза, поскольку наличие крупных нераздробленных фракций, часто встречающихся в ТБО, нарушает работу установки и выводит оборудование из строя.

Плазменная или плазмохимическая технология переработки ТБО является высокотемпературной разновидностью технологии пиролиза (газификации). По этой технологии в реакционной камере осуществляется пиролизный процесс с образованием при высоких температурах (от 1300 °C) пиролизного газа, который дожигается в реакторе либо в специальной камере дожигания. Плазменный нагрев ТБО при недостатке кислорода приводит к образованию водорода и окиси углерода, при этом степень разложения в зоне плазмы токсичных веществ, таких, например, как диоксины и фураны, достигает 99,9998% с образованием CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, HCL, HF.

Плазменная переработка за счет высокой температуры позволяет утилизировать высокотоксичные опасные отходы, в том числе медицинские. Плазменный метод уничтожения отходов подвергает их воздействию таких высоких температур, что органическая составляющая отходов газифицируется и подвергается разделению на молекулы, а неорганическая составляющая образует стекловидный шлак.

Экономическая составляющая такого метода переработки ТБО очень высока, так как температуру более 1300°C можно достичь только с помощью значительного количества дополнительного высококалорийного ископаемого топлива, и как показали расчеты, экономически не оправданно. 1 кг отходов приходится 2–3 кВт затрат электроэнергии и это без учета амортизации и стоимости сервисного обслуживания наукоемкой установки. Так же необходима установка фильтров для утилизации хлора, фтора и серы.

В связи с отмеченными проблемами способ плазменной переработки отходов применяется в настоящее время только на небольших установках для специальных видов отходов. Применение для утилизации ТБО ограничивается требованиями специальной подготовки загружаемых отходов, высоким энергопотреблением, малой надежностью и трудностями очистки продуктов сгорания от тяжелых металлов.

Одним из перспективных методов переработки ТБО является технология безотходного процесса многоступенчатой термической переработки твердых бытовых и подобных им промышленных отходов, разработанной ООО «ТЭПЭнерго» [1]. Конечным результатам многоступенчатой переработки процесса является готовая продукция в виде электрической энер-

гии, слитков «чистых» металлов и высокопрочных строительных материалов, таких, как, например, гравий, пригодный для любых видов строительства.

При использовании данной технологии обезвреживанию подлежат все без исключения бытовые отходы, в том числе крупногабаритные (стиральные и швейные машины, холодильники, кровати, битые кузова легковых автомобилей и др.). Одним из основных преимуществ данной технологии является отсутствие какой-либо предварительной сортировки.

Эта технология переработки ТБО предусматривает пять ступеней каскадной термической переработки отходов: одна ступень горения при сравнительно низкой температуре и коэффициенте избытка воздуха  $\alpha \leq 1,4$ ; две ступени дожигания продуктов неполного сгорания, содержащиеся не только в газовом потоке, но и в твердом остатке (шлаке); две ступени деструктуризации (разрыва молекулярных связей), образовавшихся первичных и вторичных канцерогенных вредных веществ (при  $t=1200^\circ\text{C}$  и не менее 2-х секундах пребывания дымовых газов в этих ступенях).

Такая многоступенчатая термическая переработка существенно повышает КПД процесса, а также позволяет практически полностью обезвредить дымовые газы, выбрасываемые в атмосферу. Получаемые побочные продукты - безвредный шлак и зола – можно использовать для изготовления товарной продукции - строительных материалов (остеклованной плитки, высокопрочного гравия) и слитков металлов, содержащихся в исходных бытовых отходах, а также получить значительное количество электрической энергии. Вся указанная товарная продукция безвредная. Это подтверждают документы, полученные из различных органов Министерства здравоохранения России.

В уходящих дымовых газах такие вредные вещества, как диоксины и фураны, практически отсутствуют. Остальные вредные вещества (такие, как HCl, HF, SO<sub>2</sub>, пыль, пары ртути, летучая зола) улавливаются с довольно высокой степенью очистки (порядка 99,0%) в устанавливаемых батарейных циклонах (для отбора крупнозернистой золы и пыли с целью осаждения на их поверхности тяжелых металлов), высокоэффективных роторных фильтрах, во внутрь которых вдувается известковая пушонка с целью реагирования с хлорсодержащими компонентами и образования карбидов кальция. Последние могут использоваться в изготовлении строительной продукции. Что касается окислов азота (NO<sub>x</sub>), то они с помощью 2-х ступенчатой установки нейтрализуются при КПД=92%. Остаточные концентрации вредных веществ приведены в таблице 3.

**Табл. 3.** Остаточные концентрации вредных веществ

Наименование вредного вещества	Размерность	Ориентировочная остаточная концентрация вредного вещества	Предельно-допустимая величина концентрации (ПДК)
1. Пыль, летучая зола и тяжелые металлы.	мг/м <sup>3</sup>	0,000674	0,5
2. Окислы серы (SO <sub>2</sub> )	мг/м <sup>3</sup>	0,0000885	0,5
3. Окислы азота (NO <sub>x</sub> )	мг/м <sup>3</sup>	0,000152	0,085
4. Фтористый водород (HF)	мг/м <sup>3</sup>	0,00628	0,02
5. Хлористый водород (HCl)	мг/м <sup>3</sup>	0,0000363	0,2
6. Диоксины, фураны	мг/м <sup>3</sup>	0	0,5x10 <sup>-9</sup>

Таким образом, дымовые газы, выбрасываемые в атмосферу, будут практически полностью очищены от вредных веществ, а диоксины и фураны не будут образовываться в «хо-

лодных» газоходах после дымососов и в дымовой трубе, так как для такого образования необходимые условия исключены. Надёжную стабилизацию технологического процесса термической переработки бытовых отходов будут обеспечивать нагретый первичный воздух в конвективных поверхностях до 450°C и нагретый вторичный воздух в тех же конвективных поверхностях до 250°C, а также дополнительное газообразное топливо в количестве около 12% от расхода бытовых отходов.

Вырабатываемый перегретый пар направляется в паровые конденсационные турбины для выработки электрической энергии. Часть пара из регулируемых отборов турбины направляется на удовлетворение собственных нужд.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рост промышленного и сельскохозяйственного производства, строительства, транспорта, сферы услуг сопровождается непрерывным ростом объемов и усложнением состава отходов. Экологические проблемы загрязнения окружающей среды, выброс отходов является проблемой номер один не только для Министерства по охране окружающей среды, но и для государства в целом.

Твердые бытовые отходы засоряют окружающий нас природный ландшафт, а также являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни людей, а также будущим поколениям.

По официальным данным ежегодно в России образуется более 3,5 млрд. тонн отходов, в том числе 35–40 млн. тонн коммунальных (твердых бытовых) отходов (ТБО). В настоящее время на территории Р. Ф. в отвалах и хранилищах накопилось более 94 млрд. т твердых отходов.

С другой стороны, сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходными и потребление. Поэтому проблема переработки ТБО приобретает за последние годы первостепенное значение. Кроме того, в связи с постепенным истощением природных источников сырья (газа, нефти, каменного угля и т.д.) возникает проблема поиска дополнительных энергетических ресурсов. Среди эффективных способов получения энергии может стать получение энергии из отходов.

В условиях рыночной экономики перед исследователями и промышленниками, ставится задача обеспечить максимально возможную безвредность технологических процессов и полное использование всех отходов. Сложность решения всех этих проблем утилизации твердых бытовых отходов объясняется отсутствием их четкой научно-обоснованной классификации, необходимостью применения сложного капиталоемкого оборудования и отсутствием экономической обоснованности каждого конкретного решения.

Сравнение рассмотренных способов утилизации отходов позволяет признать наиболее доступной и менее затратной технологии утилизации ТБО, технологию пятиступенчатой каскадной термической переработки несортированных ТБО с выработкой электричества и тепла, что подтверждается выводами доклада [3].

Однако, уловленные в процессе каскадной термической переработки несортированных ТБО вредные вещества, такие как фтористый водород, хлористый водород, окислы серы, пыль, пары ртути, в свою очередь требуют утилизации, что является предметом дальнейших исследований.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Пурим В.В.* Безотходная ТЭС на бытовом мусоре с использованием новой технологии горения. Теплоэнергетика № 11 2009, с. 25-29.
2. Заключение от 30 апреля 2013 года по итогам экспертизы приказа Минприроды России от 01.09.2011 г. № 721 «Об утверждении порядка учета в области обращения с отходами».
3. *Мальшевский А.Ф.* Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России. М.: 2012 г.

УДК 504.058

## НЕКОТОРЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ НОГАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Аллабергенова Э.М.

*1-аспирантка 3 курса каф. ИИиГЭ, НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26.*

*Научный консультант: д.г.-м.н. проф. кафедры ИИиГЭ Лаврусевич А.А., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26.*

### **Аннотация.**

В данной статье рассматриваются вопросы некоторых гидрогеологических аспектов опустынивания Ногайского района Республики Дагестан. Опустынивание территории Ногайского района Северного Дагестана может быть напрямую связано с повсеместным снижением уровня грунтовых вод. На основе результатов анализа работ отечественных ученых и проведенных исследований, выявлена взаимосвязь гидрогеологических проблем равнинного Дагестана с развитием опустынивания. Рассматриваются проблемы нерационального использования подземных вод Ногайского района. Применение принудительных откачек в артезианских скважинах и переход на разработку более глубоких водоносных пластов усиливает общую депрессию. Учитывая, что в Ногайском районе напорные воды можно считать основным источников пополнения или питания грунтовых вод, длительное стихийное использование водных ресурсов может привести к истощению подземных вод, что требует безотлагательных мер.

**Предмет исследования:** гидрогеологические аспекты опустынивания в Ногайском районе.

**Цели:** изучение гидрогеологических причин опустынивания в Ногайском районе.

**Материалы и методы:** изучение литературы по проблеме исследования, изучение и обобщение собранного материала, анализ и синтез.

**Результаты:** в ходе изучения литературы по данной проблеме удалось выяснить, что деградация ногайских земель связана с бессистемно добываемыми грунтовыми и подземными водами, которые не используются и выбрасываются на поверхность земли. Подземные воды, хотя и являются одними из самых защищенных ресурсов от техногенного загрязнения извне, тем не менее подвержены техногенному воздействию.

**Выводы:** опустынивание территории Ногайского района Северного Дагестана может быть напрямую связано с повсеместным снижением уровня грунтовых вод в результате длительного периода эксплуатации Северо-Дагестанского артезианского бассейна. Такие факторы как удаленность территории от основных областей питания, климат и т.д., могут в дальнейшем усугубить процесс снижения грунтовых вод.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Опустынивание - потеря местностью сплошного растительного покрова или уничтожение биологического потенциала Земли (почвы) которое приводит к возникновению условий аналогичных условиям пустыни [1].

Ногайский район является частью Северо-Западного Дагестана и расположен на Прикаспийской низменности. Он граничит на севере с Республикой Калмыкия, а на западе – со Ставропольским краем, на юге - с Чеченской Республикой и на востоке – с Тарумовским районом. С северо-западной части его обрамляет р. Кума, через центральную часть проходит Сухокумский канал, а с юго-востока – Караногайский коллектор.

Опустынивание в Ногайском районе Республики Дагестан является одним из наиболее тревожных процессов, ведущих к полной деградации окружающей среды. Особую роль в усилении процесса опустынивания играет гидрогеологическое состояние рассматриваемой территории. Восточная часть Терско-Кумской низменности (Ногайский район), по исследованиям [2] относится к морской террасированной равнине, где наиболее интенсивны процессы засоления почв. В [3] отмечена связь засоления почв с развитием опустынивания и деградации в засушливых и полусухих регионах.

В Ногайском районе основным источником водоснабжения являются подземные воды Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ), входящего в состав более крупного Восточно-Предкавказского артезианского бассейна. Это связано с историей геологического развития территории и практически полным отсутствием поверхностного стока в этой части Дагестана. Однако, проходка многочисленных скважин (в 70-х годах XX столетия) и многолетние отборы больших объемов артезианских вод привели к нарушению естественного баланса гидродинамической системы артезианского бассейна, что, в свою очередь, привело к развитию ряда сложных геологических проблем [4, 5]. В числе основных можно назвать истощение запасов пресных и слабоминерализованных вод, ухудшение их качества, оседание дневной поверхности в результате выработки месторождений подземных флюидов, а также опустынивание земель [6].

До середины XX века на территории Ногайского района не проводились серьезные исследования в области гидрогеологии. По данным [7] в междуречье Терека-Кумы было сделано первое гидрогеологическое открытие, касающееся Ногайского района, в том числе, о том, что ТКАБ является гидродинамически открытым, а не наоборот, как считалось ранее. Таким образом, крупнейший на юге страны ТКАБ (21,2 тыс. км<sup>2</sup>) перестал быть малоперспективным [8]. Это означало начало научных исследований гидрогеологии и ресурсов пресных термальных, минеральных и редкометаллических промышленных вод ТКАБ [9, 10, 11].

В последующие несколько десятков лет из-за более 60, а по некоторым данным – более 100, круглосуточно и бесконтрольно фонтанирующих пробуренных артезианских скважин (рис. 1) образовалась крупная депрессионная воронка, которая стала причиной повсеместного снижения уровня грунтовых вод (до 17 м в районе Южно-Сухокумса). А это является одним из факторов опустынивания [12, 13]. Интенсивная бессистемная эксплуатация артезианских скважин не позволяют рассчитывать на быстрое восполнение объемов воды. В Ногайском районе при потребности 34,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут отбирается в 1,9 раз больше вод [14]. Таким образом, процесс снижения уровня грунтовых вод может принять необратимый характер.



**Рис. 1.** Самоизливающиеся скважины вод в Ногайском районе.

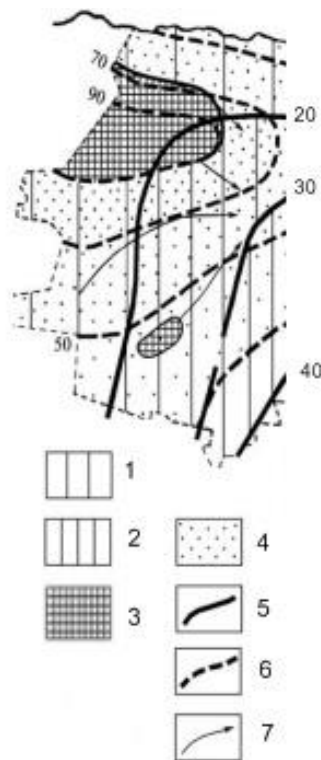
В гидрогеологическом отношении северная часть ТКАБ состоит из следующих водоносных горизонтов: средне-верхнечетвертичного аллювиального водоносного горизонта, нижнечетвертичного аллювиального бакинського горизонта, морского верхне-апшеронского, морского нижнеапшеронского и акчагыльского [15]. Бакинские водоносные горизонты водобильны на всей территории Северо-Дагестанского артезианского бассейна (СДАБ). По данным [16] геологический разрез СДАБ представлен чередованием мощных высокопроницае-



мых песчаных и водоупорных глинистых горизонтов. Области питания бассейна находятся в предгорных районах.

Натриевые и сульфатные кальциевые воды области питания подземных вод Ногайского района при движении на север и северо-восток замещаются гидрокарбонатными, а измененный минерализации при этом не наблюдается. Смешанные сульфатные и гидрокарбонатные воды, натриевые и кальциевые, характерны для юго-западной части Ногайского района. На большей же части равнинного Дагестана апшеронские воды имеют гидрокарбонатно-натриевый состав и минерализацию 0,4-0,6 г/л.

Дальнейшие исследования, посвященные гидродинамике равнинного Дагестана, выявили, что Ногайский район характеризуется широким распространением песчаных отложений апшеронского горизонта, это мелко-, средне- и крупнозернистые пески, мощность которых составляет 50-60 м. Дебиты большинства скважин изменяются в пределах 2-15 л/сек., в некоторых случаях – 50 л/сек., при высоте самоизлива в начальный момент эксплуатации 16-19 м [18, 19]. Средние дебиты 90% артезианских скважин Ногайского района в начальный момент эксплуатации изменялись в пределах от 2 до 10 л/сек. Избыточные напоры в артезианских скважинах западной части бассейна в начальный период эксплуатации не превышает 25 м, в среднем изменяясь от 5 до 20 м (рис. 2).



**Рис. 2.** Карта-схема деградации территории Ногайского района на примере [17].

1 – величина оседания поверхности от 30 до 40 см, 2 – величина оседания поверхности от 40 до 50 см, 3 – области техногенного загрязнения артезианских вод, 4 – области деградации растительного покрова, 5 – изолинии поверхностного оседания, изолинии снижения уровня грунтовых вод, 7 – направления распространения загрязнения с артезианскими водами.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи с вышеизложенным, можно сделать вывод, что деградация ногайских земель связана с бессистемно добываемыми грунтовыми и подземными водами, которые не используются и выбрасываются на поверхность земли. Подземные воды, хотя и являются одними из самых защищенных ресурсов от техногенного загрязнения извне, тем не менее подвержены техногенному воздействию (рис. 3).



**Рис. 3.** Схема последствий бессистемной и длительной добычи подземных вод.

## ВЫВОДЫ

Во избежание дальнейшего расширения и усиления процессов загрязнения подземных вод СДАБ, большинство артезианских скважин подлежат капитальному ремонту или ликвидации. Также требуется провести повсеместную оценку состояния уровня загрязнения на территории Ногайского района для сравнительного анализа и выявления динамики роста или снижения загрязнения подземных вод. Так как из-за изношенности и коррозии оборудования скважин наблюдается сброс воды на поверхность территории в больших объемах (35 тыс. м<sup>3</sup>/сут), необходимы гидрогеологические и экологические обследования скважин территории с дальнейшим созданием зон санитарной охраны [20, 21]. Установившийся гидродинамический режим эксплуатаций артезианских скважин в Ногайском районе способствует падению пьезометрических уровней, а также просачиванию соленых вод в водоносные горизонты, которые ведут к развитию опустынивания. С целью преодоления геоэкологических проблем, связанных с опустыниванием в Ногайском районе, необходимы всесторонние работы по изучению, мониторингу и предотвращению ресурсов подземных вод.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Лаврусевич А.А. Природоведческий словарь для строителей. М.: НИУ МГСУ. 2016. С. 508.
2. Стасюк Н.В. Особенности вековых изменений почвенного покрова Дагестана // Аридные экосистемы. 2006. № 29. С. 16-26.
3. Королев В.А., Блудушкина Л.Б. Испарение воды из песчаных грунтов / Инженерно-геологическое и эколого-геологическое изучение песков и песчаных массивов под редакцией В.Т., Трофимова В.А. Королева. М. 2018. С. 31-36.
4. Разумов В.В., Молчанов Э.Н., Глушко А.Я., Разумова Н.В. К проблеме подтапливания земель на юге европейской части России // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. № 73. С. 3-28.
5. Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Ибрагимова Т.И., Омаров К.М., Ибрагимова З.И. Влияние техногенной нагрузки на подземные воды Восточно-Предкавказского артезианского бассейна в пределах Республики Дагестан // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 66. С 329-333.
6. Щербуль З.З. Опустынивание как следствие снижения уровня грунтовых вод // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2006. № 50. С. 168-170.
7. Курбанов М.К. Становление и развитие гидрогеологической науки в Дагестане // Труды института геологии Дагестанского Научного центра РАН. 2006. № 50. С. 101-107.
8. Сулейманов В.К., Юрченко С.А. О прогнозных эксплуатационных запасах вод и водообеспеченности Северного Дагестана // Труды института геологии Дагестанского Научного центра РАН. 2009. № 55. С. 52-55.
9. Абдулмуталимова Т.О. Рамазанов О.М., Гусейнова А.Ш. Низкопотенциальные геотермальные воды как источник питьевого водоснабжения населения аридных районов Северного Дагестана / сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 80-летию Магомедову М-К.М. Махачкала. 2016. С. 289-293.

10. *Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И.* Загрязнение мышьяков подземных вод равнинной части Дагестана // *Экология и промышленность России*. 2015. № 5. С. 61-63.
11. *Абдулкаримова А.М.* Состояние окружающей среды как фактор здоровья населения Республики Дагестан / сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза. 2017. С. 345-347.
12. *Щербуль З.З.* Гидродинамические аспекты проблемы опустынивания на примере Северо-Дагестанского артезианского бассейна // *Вестник Дагестанского научного центра РАН*. 2008. № 31. С. 16-19.
13. *Габунцина Э.Б.* Деграционные процессы в Северо-Западном Прикаспии // *Вестник Калмыцкого Института гуманитарных исследований*. 2011. № 1. С. 189-194.
14. *Сулейманов В.К., Юрченко С.А.* О прогнозных эксплуатационных запасах подземных вод и водообеспеченности Северного Дагестана // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра*. 2009. № 55. С. 52-55.
15. *Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Мамаев А.С.* Геоинформационные базы данных гидрогеологических параметров артезианских скважин Терско-Кумского артезианского бассейна // *Геология и геофизика юга России*. 2018. № 3. С. 51-63.
16. *Курбанов Л.М.* Проблемы микрокомпонентного загрязнения Северо-Дагестанского артезианского бассейна // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2012. № 58. С. 185-187.
17. *Щербуль З.З.* Экологические последствия самоизлива подземных вод в Северном Дагестане // *Труды географического общества Республики Дагестан*. 2013. № 41. С. 105-109.
18. *Щербуль З.З.* Влияние изменения геофильтрационного поля Северодагестанского артезианского бассейна на экологическую ситуацию региона // *Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2003. № 49. С. 32-37.
19. *Алхасов А.Б., Каймаразов А.Г.* Современное состояние и перспективы освоения низкопотенциальных геотермальных ресурсов Восточного Предкавказья // *Юг России: Экология, развитие*. 2012. № 4. Т.7. С. 7-18.
20. *Ахмедов К.М., Карпукович В.А., Литвин В.Н.* Современные проблемы рационального использования и охраны подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2009. № 55. С. 55-57.
21. *Газалиев И.М., Самедов Ш.Г., Курбанова Л.М.* Проблемы экологической реабилитации подземных вод Дагестана // *Труды географического общества Республики Дагестан*. 2013. № 41. С. 154-157.

## ОЦЕНКА АВАРИЙНОГО РИСКА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.

Боландова Ю.К.<sup>1</sup>, Попов В.Г.<sup>2</sup>

*1- ассистент, аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва*

*2- д.т.н., профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва*

### Аннотация

**Предмет исследования:** Теория, методы и практическая реализация оценки аварийного риска при движении поездов при воздействия природных процессов на инфраструктуру и инженерные сооружения железнодорожного транспорта.

**Цели:** Цель настоящего исследования состоит в совершенствовании методов, позволяющих количественно оценить риск от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера воздействующих на инженерные сооружения и инфраструктуру железнодорожного транспорта.

**Результаты:** Авторами исследования произведена оценка аварийного риска по маршруту Кривенковская-Адлер от воздействия четырех основных опасных явлений, способствующих деформациям верхнего строения пути и предложены условия, позволяющие снизить негативное воздействие на путь со стороны *экстремальных природных явлений*.

### ВВЕДЕНИЕ

Состояние и функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта находится в тесной взаимосвязи с окружающей природной средой. Рост количества осадков и увеличение их суточных максимумов влекут за собой необходимость принятия дополнительных мер по обеспечению безопасного пропуска поездов. При обложных дождях, когда за сутки или за несколько дней выпадает месячная и более норм осадков, при загрязненной балластной призме образуются выплески, что приводит к перекосам и просадкам пути, а иногда и к оползанию откосов насыпи. Так, в результате выпадения обильных осадков 24–25 октября 2018 (275–330 мм) в 3 муниципальных образованиях Краснодарского края были повреждены 2 автомобильных и один железнодорожный мост, участки автомобильных дорог «Туапсе – Майкоп» и «Джубга – Сочи», железнодорожное полотно на перегонах «Туапсе – Кривенковская» и «Туапсе – Адлер». Были отменены 36 и задержаны 39 пассажирских поездов. Железнодорожные пассажирские, грузовые, контейнерные перевозки не должны создавать угрозы людям и имуществу, а также транспортным средствам. Экстремальным природным явлениям, как правило, присущ случайный характер распределения во времени, в этом случае целесообразно проводить оценку риска их воздействия на инженерные сооружения железнодорожного транспорта не по детерминированным зависимостям параметров внешней среды от географических координат и времени года, а использовать вероятностные характеристики к наиболее повторяемым факторам внешней среды [1].

Проблема анализа, оценки и прогнозирования рисков, обусловленных отдельными неблагоприятными явлениями или событиями, достаточно успешно решается применительно к населению и объектам хозяйства, однако во многих методах оценки безопасности железнодорожного транспорта не учитывается возможность воздействия экстремальных погодных условий на земляное полотно, инфраструктуру, инженерные сооружения, линии связи и электропередач. Цель настоящего исследования состоит в совершенствовании методов, позволяющих количественно оценить риск от чрезвычайной ситуации (ЧС) природного воздействующих на инженерные сооружения и инфраструктуру железнодорожного транспорта.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

За последние 15 лет в области оценки аварийного риска был проведен ряд исследований, выполненный российскими и зарубежными учеными. В области железнодорожных перевозок проводились исследования следующими учеными: В.М. Пономаревым, В.Г. Поповым, Ф.И. Суховым, С. В. Петровым, М.М Железновым (Российский университет транспорта(МИИТ); также К.Н. Луценко (Дальневосточный государственный университет путей сообщения); Н.Н. Слюсарь (Пермский государственный технический университет); в области взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта И.В. Мартынюк (Ростовский государственный университет путей сообщения [2-11]

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использованы методы статистического анализа, теории вероятности, математической статистики.

Для характеристики чрезвычайной ситуации (ЧС) природного и техногенного характера введены следующие обозначения:

$C_{j,i,m}$  - событие, представляющее собой ЧС  $m$ -го вида, природного и техногенного характера, произошедшее в географическом районе России, на территории которого находится  $i$ -й участок  $j$ -ой железной дороги;

$D_{j,i,m}$  – событие, характеризующее воздействие ЧС природного и техногенного характера (событие  $C_{j,i,m}$ ) на социотехническую систему железнодорожного транспорта и приводящее к аварийному транспортному происшествию.

$V_{j,i,m} = D_{j,i,m} \times C_{j,i,m}$  – аварийное транспортное происшествие (сход или столкновение поезда с определенными последствиями) [12];

$N_{j,i,m}$  – среднее годовое число природных ЧС  $m$ -го вида, происходящих в географическом районе России, на территории которого находится  $i$ -й участок  $j$ -ой железной дороги ( $m=1,2, \dots M$ ), 1/год;

$L_{j,i,m}$  –характерный пространственный масштаб природного ЧС  $m$ -го вида, происходящего в географическом районе России, на территории которого находится  $i$ -й участок  $j$ -ой железной дороги ( $m=1,2, \dots M$ ), км;

$T_{j,i,m}$  – характерное время действия природного ЧС  $m$ -го вида, происходящего в географическом районе России, на территории которого находится  $i$ -й участок  $j$ -ой железной дороги ( $m=1,2, \dots M$ ), ч;

Оценка риска аварийного транспортного происшествия при движении поездов в четном направлении по  $i$ -у участка  $j$ -ой железной дороги, вызванного природной ЧС  $m$ -го вида, производится по формуле:

$$R''(V_{j,i,m}) = R''(D_{j,i,m} \times C_{j,i,m}) = P''(C_{j,i,m}) \cdot P''(D_{j,i,m} | C_{j,i,m}), \quad (1)$$

где  $P''(D_{j,i,m} | C_{j,i,m}) = P''(L_{j,i,m} | C_{j,i,m}) \cdot P''(T_{j,i,m} | C_{j,i,m})$ .

$P''(C_{j,i,m})$  – вероятность возникновения ЧС  $m$ -го вида, природного и техногенного характера, произошедшей в географическом районе России, на территории которого находится  $i$ -й участок  $j$ -ой железной дороги за среднее время нахождения поезда, движущего в четном направлении на  $i$ -ом участке  $j$ -ой железной дороги [13];

$$P''(C_{j,i,m}) = 1 - \exp\left(-\frac{N_{j,i,m} \cdot t_{j,i}'' \cdot L_{j,i}}{365 \cdot 24 \cdot L_{j,i,m}}\right), \quad (2)$$

где  $V''_{j,i}$  – участковая скорость движения поездов на  $i$ -м участке  $j$ -ой железной дороги в четном направлении, км/час;

$L_{j,i}$  – длина  $i$ -го участка  $j$ -ой железной дороги, км;

$P''(L_{j,i,m} | C_{j,i,m})$  – условная вероятность воздействия на социотехническую систему железнодорожного транспорта события  $C_{j,i,m}$  характерного пространственного масштаба  $L_{j,i,m}$ , и

приведшего к аварийному транспортному происшествию с поездом, движущимся в четном направлении на  $i$ -м участке  $j$ -ой железной дороги [13];

$$P''(L_{j,i,m} | C_{j,i,m}) = 1 - \exp(-k_x \lambda_x'' L_{j,i,m}) \sum_{k=0}^{k_x-1} \frac{(k_x \lambda_x'' L_{j,i,m})^k}{k!}, \quad (3)$$

где  $k_x$  – порядок нормированного распределения Эрланга;

$$\lambda_x'' = \frac{k_x}{\Delta \bar{X}_{j,i}''};$$

$\Delta \bar{X}_{j,i}'' = V_{j,i}'' \times \Delta \bar{T}_{j,i}''$  – средний пространственный интервал между поездами, движущимися в четном направлении на  $i$ -м участке  $j$ -ой железной дороги;

$\Delta \bar{T}_{j,i}''$  – средний временной интервал между поездами, движущимися в четном направлении на  $i$ -м участке  $j$ -ой железной дороги;

$P''(T_{j,i,m} | C_{j,i,m})$  – условная вероятность воздействия на социотехническую систему железнодорожного транспорта события  $C_{j,i,m}$ , характерного временного масштаба  $T_{j,i,m}$ , и приведшего к аварийному транспортному происшествию с поездом, движущимся в четном направлении на  $i$ -м участке  $j$ -ой железной дороги [5];

$$P''(T_{j,i,m} | C_{j,i,m}) = 1 - \exp(-k_t \lambda_t'' T_{j,i,m}) \sum_{k=0}^{k_t-1} \frac{(k_t \lambda_t'' T_{j,i,m})^k}{k!}, \quad (4)$$

где  $k_t$  – порядок нормированного распределения Эрланга;

$$\lambda_t'' = \frac{k_t}{\Delta \bar{T}_{j,i}''}.$$

В выражении (1), записанном для оценки риска аварийного транспортного происшествия при движении поездов в нечетном направлении по  $i$ -му участку  $j$ -ой железной дороги  $R'(B_{j,i,m})$ , соответствующие значения  $P''(C_{j,i,m})$ ,  $P''(L_{j,i,m} | C_{j,i,m})$ ,  $P''(T_{j,i,m} | C_{j,i,m})$  определяются по формулам аналогичным для четного направления движения поездов при соответствующей замене данных.

Тогда, риск возникновения хотя бы одного аварийного транспортного происшествия  $R(B_{j,i,m})$  при движении поездов в четном и нечетном направлениях по  $i$ -у участку  $j$ -ой железной дороги, вызванного опасным воздействием природного ЧС  $m$ -го вида, можно определить по формуле (с учетом совместности событий):

$$R(B_{j,i,m}) = R''(B_{j,i,m}) + R'(B_{j,i,m}) - R''(B_{j,i,m}) \times R'(B_{j,i,m}) \quad (5)$$

Из формул (1), (5) можно получить риска хотя бы одного аварийного транспортного происшествия при движении поездов по  $I$  ( $i=1, 2, 3, \dots, I$ ) участкам  $j$ -ой железной дороги, вызванного опасными состояниями объектов окружающей среды, а именно, природной или техногенной чрезвычайной ситуацией (ЧС)  $m$ -го вида, произведем по следующим формулам:

при движении поездов в четном направлении

$$R''(B_{j,m}^I) = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - R''(B_{j,i,m})] \quad (6)$$

при движении поездов в нечетном направлении

$$R'(B_{j,m}^I) = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - R'(B_{j,i,m})] \quad (7)$$

при движении поездов в четном и нечетном направлении

$$R(B^I_{j,m}) = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - R(B_{j,i,m})] \quad , (8)$$

где  $B^I_{j,i}$  – аварийное транспортное происшествие (сход или столкновение поезда с определенными последствиями) - событие, последовавшее после воздействия ЧС  $m$ -го вида природного или техногенного характера на социотехническую систему железнодорожного транспорта на  $I$  ( $i=1,2,3,\dots,I$ ) участках  $j$ -ой железной дороги.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для апробации предложенного метода предлагается оценить риск для трех участков СевероКавказской железной дороги, проходящих по Черноморскому побережью. Особенности атмосферной циркуляции и рельефа СевероКавказского региона способствуют активизации циклонической деятельности (частый циклогенез, регенерация заполняющихся циклонов, обострение атмосферных фронтов) и внутримассовых конвективных процессов, что приводит к частому возникновению на территории Краснодарского края различных опасных явлений погоды. Это очень сильные дожди и ливни, крупный град, сильный ветер 30 м/с и более (в том числе шквалы), смерчи, паводки на реках, селевые потоки и другие явления. Авторами исследования произведена оценка аварийного риска по маршруту Кривенковская-Адлер от воздействия четырех основных опасных явлений, способствующих деформациям верхнего строения пути. Результаты оценки приведены в таблице 1

Табл. 1.

Наименование опасного явления	m	Кривенковская-Туапсе	Туапсе-Сочи	Сочи-Адлер	R
i		1	2	3	i=1,2,3
Очень сильный ветер (в том числе шквал, ураганный ветер)	1	$1,22 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2,64 \cdot 10^{-4}$	$5,48 \cdot 10^{-3}$
Сильный ливень (сильный ливневый дождь)	2	$1,83 \cdot 10^{-2}$	$7,68 \cdot 10^{-2}$	$9,47 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-1}$
Сильная жара более $36^{\circ} \text{C}$	3	$2,73 \cdot 10^{-3}$	$2,71 \cdot 10^{-2}$	$3,48 \cdot 10^{-3}$	$3,31 \cdot 10^{-2}$
Наводнение	4	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$5,21 \cdot 10^{-3}$	$4,22 \cdot 10^{-4}$	$5,89 \cdot 10^{-3}$

## ВЫВОДЫ

При анализе полученных результатов аварийный риск от сильного дождя на участке Туапсе-Сочи был охарактеризован как нежелательный, и требующий принятия управленческих и технических решений для его снижения.

Необходимо выделить факторы, позволяющие снизить негативное воздействие на путь со стороны экстремальных природных явлений, этими факторами могут служить:

- оптимизационное моделирование геометрических параметров пути выявленном участке;

- мониторинг геометрических параметров пути и инфраструктуры на выявленном участке;
- мониторинг влияния природно-техногенных факторов, ухудшающих состояние пути и инфраструктуры (отслеживание изменения геометрии потенциально опасных объектов на прилегающих территориях к пути);
- совершенствование метеорологического предупреждения и прогнозирования ОАО РЖД;
- обеспечение доступа к климатическим данным руководителям дорог, поездным диспетчерам в режиме реального времени;
- обеспечение немедленного реагирования на смену погодных условий;
- использование габионных конструкций для укрепления грунта и защиты его от размыва, так как применение габионных конструкций при возведении защитных сооружений на дорогах позволяет создать высокую экологическую и инженерную безопасность при их проектировании, строительстве и эксплуатации [14].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Железнодорожная климатология [Текст]: монография / Б.Д. Фишбейн [и др.]; под ред. д.т.н., проф. Б.Д. Фишбейна. – Самара-раб СамГУПС, 2007. – 508 с.
2. Пономарев В.М. Повышение безопасности и устойчивости функционирования железнодорожного транспорта в чрезвычайных ситуациях. Монография. М: МИИТ, 2011 - 174 с.
3. Попов В.Г., Сухов Ф.И. Индекс прогноз и индекс отклик // Журнал «Мир транспорта». 2007. Т.5. № 3. -С. 130-133.
4. Попов В.Г. Метод оценки уровня безопасности движения и аварийного риска при перевозке грузов по железным дорогам // Журнал «Транспорт: наука, техника, управление». 2008. № 7. -С. 1-5.
5. Попов В.Г., Петров С.В. Метод оценки аварийного риска при перевозке нефти и нефтепродуктов по железным дорогам. // Журнал «Безопасность жизнедеятельности». 2010. №11. -С. 39-43.
6. Попов В.Г., Сухов Ф.И., Петров С.В. Оценка риска от аварийных происшествий. // Журнал «Мир транспорта». 2012. Т.10. № 6. -С. 150-155.
7. Zhelezynov, M. M. Developing innovative technologiesto be implemented with the track maintenance IT system [Text] / М. М. Zhelezynov // Vniizht Bulletin. - 2013. - №1. - P. 15-18.
8. Луценко, А.Н. К вопросу повышения безопасности перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом и влияния на окружающую среду [Текст] / А.Н. Луценко, В.Д. Катин // Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования: тр. Всерос. науч.-практ. конф. (Хабаровск, 21-23 апр. 2010). - Хабаровск: ДВГУПС, 2010. - Т. 6. - С. 42-45.
9. Мартынюк И.В. О разработке принципов и методов прогнозной оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте // Наука и техника транспорта, 2006. - №4. - С. 52-58.
10. Мартынюк И.В. Выбор оптимальных маршрутов перевозок опасных грузов по результатам оценки рисков возникновения нарушений безопасности движения и ущербов от них // Вестник РГУПС. - Ростов н/Д; 2006. - №3. - С. 103-106.
11. Слюсарь Н.Н. Методы оценки потенциального экологического риска при транспортировке опасных веществ / Н.Н. Слюсарь, Я.И. Вайсман // Вопросы охраны окружающей среды: Сб. науч. тр. / Венский технический университет. -Вена, 2004. - С. 201-207.
12. Об утверждении положения о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта. Приказ Министерства транспорта РФ №344 от 18 декабря 2014 г.
13. Попов В.Г. Оценка аварийного риска при движении поездов в результате воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера, возникающих в окружающей среде [Текст]/Попов В.Г., Сухов Ф.И, Боландова Ю.К. // Журнал «Наука и техника транспорта». 2018. № 4. С. 115-120.
14. Скутина О.Л. Проектирование земляного полотна железных дорог. Применение геосинтетических материалов при строительстве и реконструкции земляного полотна железных и автомобильных дорог: учеб. пособие по части курса / О. Л. Скутина. – Екатеринбург: УрГУПС, 2015. – 70, [2] с.
15. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. В 5-ти книгах. Книга №5. /Под ред. В.А. Котляревского и А.В. Забегаева. -М.: Изд-во АСВ. 2001.- 416 с.
16. Акулиничев В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог. - М.: Транспорт. 1981.-223 с



## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ОХРАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Джумалиева Г.Т. <sup>1</sup>

*1 аспирант первого года обучения Астраханского государственного университета  
Научный консультант доц. кафедры географии, картографии и геоинформатики  
Шарова И.С. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань*

**Аннотация:** Заповедные территории в той или иной форме существовали с древности. Считается, что некоторые из них были связаны с культовыми отправлениями, другие были предназначены для сохранения охотничьих или других ресурсов в интересах их владельцев. В условиях повсеместного нарушения естественного состояния природной среды, создания антропогенных ландшафтов, расширения урбанизированных территорий роль особо охраняемых природных территорий, заповедников, национальных парков, заказников, государственных памятников природы неуклонно возрастает. Создание и развитие сети ООПТ очень актуально для Астраханской области, где многочисленны природные объекты с уникальными и своеобразными особенностями. Особо охраняемые природные территории являются основой стабильности и экологического равновесия любого региона и создаются с целью сохранения всего разнообразия природных комплексов как единого целого. Важнейшей их задачей является способность компенсировать отрицательные воздействия деятельности общества на окружающую среду и создавать возможности для естественного функционирования экосистем, рационального использования биоресурсов, сохранения здоровой среды обитания человека.

Особо охраняемые природные территории - в соответствии с действующим законодательством участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния. С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий и статуса, находящихся на них природоохранных учреждений, различаются следующие категории указанных территорий: а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные б) национальные парки; в) природные парки; г) государственные природные заказники; д) памятники природы; е) дендрологические парки и ботанические сады; ж) лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Современная сеть охраняемых природных территорий в области, включающая государственные заказники, охотничьи хозяйства и государственные памятники природы, складывалась в 70-80-е годы 20 века. В настоящее время сеть особо охраняемых природных территорий Астраханской области состоит из 2 государственных природных заповедников, 4 государственных природных заказника, 3 государственных биологических заказника, 36 памятников природы. Всего 45 объектов ООПТ общей площадью 258,7 тыс. га.

Из них три ООПТ имеют федеральное значение и находятся в ведении МПР России:

1. Биосферный государственный природный заповедник «Астраханский», площадью 67,9 тыс. га, расположен в интразональном ландшафтном районе прикаспийской провинции, в пустынной зоне на территории трех административных районов области – Икрянинском, Камызякском и Володаровском.

2. Государственный природный заповедник «Богдинско-Баскунчакский», площадью 18,5 тыс. га, расположен в полупустынной зоне на территории Ахтубинского административного района области. Создан в целях сохранения уникального ландшафтного комплекса, сформировавшегося в окрестностях горы Большое Богдо и озера Баскунчак, а также охраны видов животных, занесенных в Красную книгу Российской Федерации.

В условиях повсеместного нарушения естественного состояния среды, создания антропогенных ландшафтов, расширения урбанизированных территорий роль особо охраняемых природных территорий - заповедников, национальных парков, заказников, государственных памятников природы - неуклонно возрастает. В то же время в Волжском бассейне отсутствует единая система таких территорий, не выработана концепция ее развития. Экологический парламент Волжского бассейна принял решение включить раздел "Особо охраняемые природные территории и объекты" в программу "Возрождение Волги".

Стратегической целью исследований по этому направлению должно стать создание оптимальной системы охраняемых природных территорий в Поволжье. В частности, разрабатывается система охраняемых природных территорий в рамках международного проекта "Дельта Волги".

Для решения такой сложной задачи, как сохранение охраняемых территорий в условиях все более широкого землепользования, требуется гибкое законодательство. Существующая система охраняемых территорий принципиально ориентирована на охрану природы и проведение научных исследований. Тем не менее, все более растет потребность в том, чтобы позволить развитие других видов экономической деятельности, и прежде всего туризма.

В плане реализации международного проекта "Дельта Волги" подготовлен перечень вновь создаваемых особо охраняемых природных территорий. В этот список включены следующие объекты:

1. Ильменно-бугровой государственный природный заповедник на базе заказника.

2. Пойменный (Волго-Ахтубинский) государственный природный заказник (Ахтубинский и Черноярский районы).

В качестве более дальней перспективы можно рассматривать расширение территории Государственного заповедника "Черные земли" (Калмыкия) на земли, находящиеся под контролем Астраханской области. Возможно, также, расширение территории (создание самостоятельного заповедника-двойника) Богдинско-Баскунчакского заповедника на территории Казахстана.

Планируется создание природоохранных территорий во всех природных районах области. Цель их создания - сохранение эталонов естественной природной среды, уникальных ландшафтов, генофонда растений и животных, биоразнообразия экосистем, организация экологических экскурсий, научных исследований естественного хода природных процессов и явлений, обеспечение рационального использования биоресурсов.

Краткая характеристика создаваемых особо охраняемых природных территорий.

Заповедник "Ильменно-бугровой". Создается на базе заказника для сохранения в качестве эталона уникального ильменно-бугрового ландшафта, генофонда растительного и животного мира. Основные охраняемые виды животных - журавль-красавка, орлан-белохвост, авдотка, перевязка, барсук.

Заповедник "Пойменный". Создается в Волго-Ахтубинской пойме на севере Астраханской области с целью сохранения в качестве эталона участка пойменного ландшафта, среды обитания сообществ диких животных и растений, в т.ч. редких и находящихся под угрозой исчезновения, комплекса водно-болотных местообитаний, мест нереста осетровых (осетр, белуга, севрюга, стерлядь), сохранения высокой биологической продуктивности и биоразнообразия пойменной экосистемы.

Заповедник "Черные земли". Создается для восстановления и сохранения полупустынной экосистемы правобережья Волги, мест отела и путей миграции сайгака калмыцкой популяции и мест гнездования хищных птиц (степной орел, курганник, могильник).

Территориальное расположение его предполагается таким образом, что он будет примыкать к уже созданному в Калмыкии государственному природному заповеднику. Это позволит увеличить общую площадь данной заповедной территории до 200000 га и повысить эффективность работ по улучшению среды обитания сайгака и состояния его популяции, повысить продуктивность степной и полупустынной экосистем.

Национальный парк "Дельта Волги". Организуется для охраны водноболотных угодий низовьев дельты Волги, включенных в Рамсарскую конвенцию, обитающих и произрастающих в них животных и растений. Основные охраняемые объекты - птицы водного комплекса и их местообитания, а также другие представители животного и растительного мира, в т.ч. 23 вида, занесенные в Красную книгу РФ. Территория национального парка должна примыкать к участкам Астраханского государственного биосферного заповедника и служить буфером, необходимым для наилучшей организации охраны заповедных экосистем. На территории и акватории национального парка будет осуществляться хозяйственная и рекреационная деятельность, не противоречащая задачам сохранения и рационального использования природных экосистем.

Рассматривая перспективы дальнейшего развития системы охраняемых природных территорий Астраханской области следует отметить, что назрела необходимость расширения Обжоровского участка Астраханского заповедника. Это вызвано изменениями природных условий в дельте Волги.

Необходимо уделить пристальное внимание Богдинско-Баскунчакскому природному комплексу. В первую очередь рассмотреть вопрос о придании статуса государственного памятника природы с ограниченным промышленным использованием озеру Баскунчак. Интенсивное и не рациональное использование ресурсов приведет в ближайшие годы к неизбежному истощению "Всесоюзной солонки" и прекращению добычи соли с его поверхности. Для предотвращения этого необходимо резко снизить объем ее добычи, привести в порядок санитарно-защитную зону озера, чтобы предотвратить дальнейшее его загрязнение жидкими стоками, мусором и твердым стоком, выносимым с поверхностным стоком через балки и овраги, специальные заградительные сооружения, которые пришли в негодность.

К северной оконечности оз. Баскунчак прилегает Северное гипсовое поле, которое характеризуется интенсивными карстовыми процессами. Самая крупная из известных здесь пещер Баскунчакская имеет протяженность 1480 м и глубину 32 м. Известен целый ряд других малоизученных пещер: Сюрприз, Новая, Органная. Девять Дыр. Недавно спелеологами Астраханского отдела Географического общества РФ найдена и описана новая пещера - Кристальная. Планируется придание статуса государственных памятников природы и этим объектам. В целом весь комплекс существующих ныне и планируемых памятников природы может составить основу создания здесь ландшафтного заказника или участка биосферного заповедника.

Необходимо расширение сети геологических памятников природы, в частности придания статуса государственных памятников ряду наиболее сохранившихся бугров Бэра, обнажений и разрезов. Недостаточно по количеству и площади охраняемых природных территорий в природных областях Западный правобережный Прикаспий и Волго-Уральское междуречье. Здесь необходимо сохранить типичные примеры характерных ландшафтов, местообитания редких видов животных, в том числе насекомых.

В заключении хотелось бы отметить, что схема развития системы особо охраняемых природных территорий включает все имеющиеся на сегодняшний день охраняемые территории и предусматривает организацию новых природных заповедников, а также национального парка в низовьях дельты Волги.

## ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бармин, А.Н. Региональные проблемы особо охраняемых территорий (на примере Астраханской области). (Монография) / Бармин А.Н., Июлин М.М., Ермолина А.С. Изд-во ООО «ЦНТЭП», Астрахань, 2006. – 137 с.
2. Виноградов В.В. Природные экосистемы Волги. – Л.: 1994.

3. *Исаков Ю.А., Криницкий В.В.* Система особо охраняемых природных территорий, структура и перспективы развития. – М.:1990.
4. *Чуйков Ю.С.* Охраняемые территории Астраханской области. – Астрахань.: 1990.
5. Астраханский государственный природный биосферный заповедник // [Электронный ресурс]. - <http://astrakhan.zapoved.ru> (дата обращения: 10.05.2019)

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ГАЗОПРОВОДА НА ОПОЛЗНЕВОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Прасолов А.А.<sup>1</sup>

*1- магистрант 2 года обучения геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, ООО Научно-производственное предприятие "Сингеос", геолог, Москва, ул. Ольховская, д. 45, стр. 1*

*Научный консультант к.г.-м.н., проф. Трофимов В.Т., МГУ имени М.В. Ломоносова*

### Аннотация

**Предмет исследования:** исследование проведено в области оценки геологических параметров оползневых процессов, необходимых для проведения обоснования и рекомендаций инженерной защиты газопровода, направлено на рассмотрение параметров оползневых процессов, оперируемыми как геологами, так и проектировщиками.

**Цели:** количественная оценка устойчивости оползневых берегов Куйбышевского водохранилища в районе г. Новоульяновск геологическое обоснование инженерной защиты газопровода от оползневых процессов с рекомендациями их проведения.

**Материалы и методы:** в работе использованы аналитический метод расчёта устойчивости склонов (метод Шахунянца) с использованием критерия прочности Кулона-Мора и численный конечно-разностный с критерием прочности Друкера-Прагера.

**Результаты:** исследованиями определена возможность использования параметров для интегральной оценки протекания оползневых процессов и применения к последующему проектированию мероприятий инженерной защиты газопровода.

**Выводы:** полученные результаты позволяют грамотно производить выбор мер инженерной защиты газопровода от оползневых процессов.

### ВВЕДЕНИЕ

Оползни являются крайне распространённым и опасным геологическим процессом. Изменение устойчивости склонов и оползневого давления важно при проведении мероприятий защиты от них, являясь актуальной проблемой в настоящее время. Для грамотного выбора схем инженерной защиты от оползней требуется геологическое обоснование, учитывающее основные факторы их развития. Решение этой задачи является важным в практической деятельности при проектировании инженерных сооружений.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Объектом изучения являлись склоны правого оползневого берега Куйбышевского водохранилища около г. Новоульяновск в связи со строительством газопровода Старая Бинарадка-Ульяновск. Они сложены гравийным и суглинистым четвертичным аллювием поймы голоцена и трёх надпойменных террас среднего-верхнего плейстоцена, а также плиоценовыми песками, верхнемеловыми мергелями и нижнемеловыми глинами.

При проведении противооползневых защиты берега использовались склоноукрепительные сооружения с использованием планировки рельефа и контрбанкетов. Они оборудованы бетонным креплением из сборных блоков, снабжённых дренажными отверстиями. Контакт между креплением и массивом породы забутован камнем. Определённую роль в снижении обводнённости и стабилизации склона играет дренаж, находящийся на границе водоносных лёгких песчаных альбских глин и слабопроницаемых аптских. Также в пределах рассматриваемой территории чуть севернее был отсыпан контрбанкет, на месте которого до настоящего времени оползней не возникало. Впоследствии были сооружены и другие контрбанке-

ты, часть из которых была расположена неудачно с опорой на головную часть старого оползня [1].

Также в качестве инженерной защиты в изучаемом районе использовалась планировка рельефа, заключающаяся в уменьшении крутизны приречного уступа склона и удалении неустойчивого слоя рыхлого грунта. На участках берега, не защищённых от размыва, происходит прогрессирующая активизация оползней блокового типа, поэтому в основании оползневого склона для защиты от гидродинамического давления волн водохранилища созданы крупные контрбанкеты с укреплённым тетраподами внешним откосом [2].

В ходе проведённых исследований и данных изысканий прошлых лет [3] было выделено 19 инженерно-геологических элементов (ИГЭ), которые по расчётным показателям физических и физико-механических свойств слагающих их грунтов были объединены в 15 расчётных грунтовых элементов (РГЭ), на основе которых проводились расчёты (табл. 1).

**Табл. 1.** Состав и расчётные свойства формаций правого оползневого берега Куйбышевского водохранилища.

№ РГЭ	№ ИГЭ	Индекс	Грунт	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , °	C, кПа
1	1+1a	$mK_{22}t-s_1$	Мергель	20	21	27
2	2+2в	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая и тугопластичная	11	4	28
2'	2'	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая	11	13	50
2a	2a	$mK_1al_2$	Глина тугопластичная	20	13	37
2a'	2a'	$mK_1al_2$	Глина тугопластичная	11	13	37
2б	2б	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая	10	4	44
2б'	2б'	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая	11	4	44
2г	2г	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая	11	4	13
2д	2д	$mK_1al_2$	Глина полутвёрдая	20	13	50
3	3	$mK_1a_{1-2}$	Глина полутвёрдая	19,2	9	76
4	4	$mN_2\delta l$	Песок мелкий	18	27	0
5	5+5a'	$a_{1-3}Q_3$	Суглинок мягкопластичный	18,5	10	10
5a	5a	$a_2Q_3$	Суглинок мягкопластичный	10	10	10
6	6	$aQ_H^2$	Гравий	20	31	0
6a	6a+6a'	$aQ_H^{1-2}$	Гравий	11	31	0

Вероятность схода оползней в этих створах крайне высока. Для рассматриваемого района Криушинского залива чуть южнее г. Новоульяновск развиты оползни-сплывы, оползни-обвалы, оползни-потоки и оползни скольжения. Оползни будут развиваться в изучаемом районе и в дальнейшем ввиду большой крутизны склона и толщи слабых дисперсных отложений в верхней части склона. Поэтому необходимо применить обоснованные инженерно-геологическими расчётами мероприятия по инженерной защите исследуемой территории для большей устойчивости склонов с обязательным учётом факторов и вероятности их возникновения, приводящих к их неустойчивости.

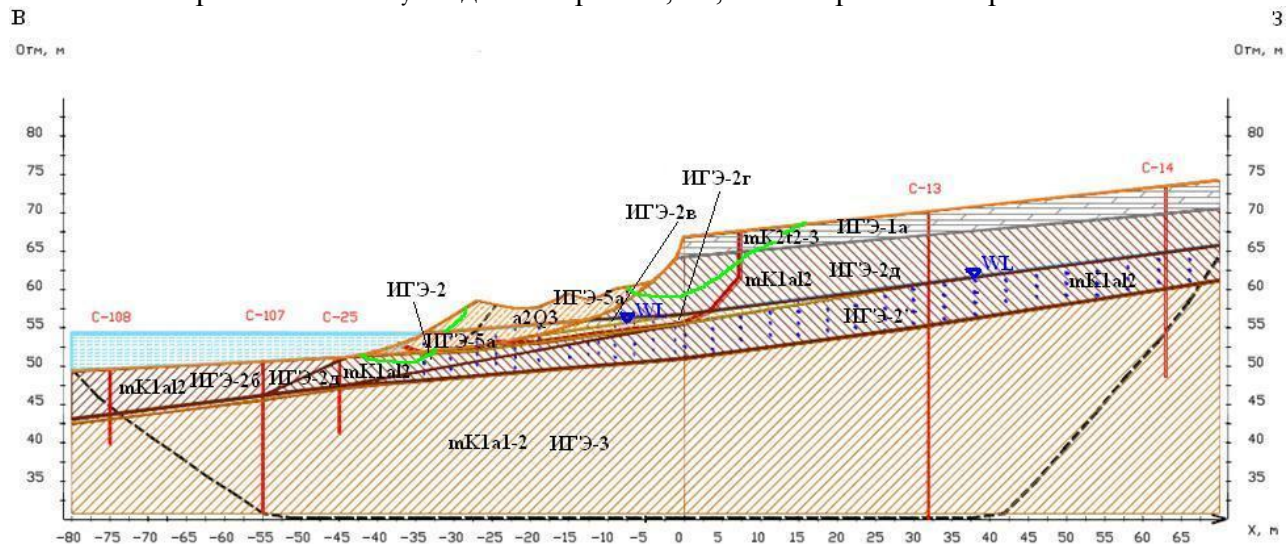
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ввиду сложности проведения подобных мер защиты необходимо наиболее достоверно оценить опасность потери устойчивости склонов оползневого берега Куйбышевского водо-

хранилища, а также обязательно обратить внимание на вероятность возникновения и развития тех или иных негативных факторов в течение времени эксплуатации газопровода, влияющих на возможные трудности для его функционирования вследствие развития оползневой процесса, вызываемого как природными, так и техногенными причинами. Также существенную роль играет выбор методов проведения инженерно-геологических расчётов и критериев прочности грунтов при создании геомеханической модели изучаемых створов.

На основе полученной исходной информации [3] для разрезов 6Б, 8Б и 9Б проводились расчёты устойчивости склонов как аналитическим методом Шахунянца с критерием прочности Кулона-Мора, так и численным конечно-разностным методом с критерием прочности Друкера-Прагера с вписанной поверхностью текучести ввиду преобладания деформаций сдвига и учётом пластического деформирования грунтов. Модель Друкера-Прагера основана на модифицированном критерии прочности Мизеса-Шлейхера и рассматривает эффективное напряжение в точках на октаэдрических площадках, в то время как критерий прочности Кулона-Мора рассматривает предельное касательное напряжение на площадке для плоской задачи при максимальном и минимальном нормальных напряжениях.

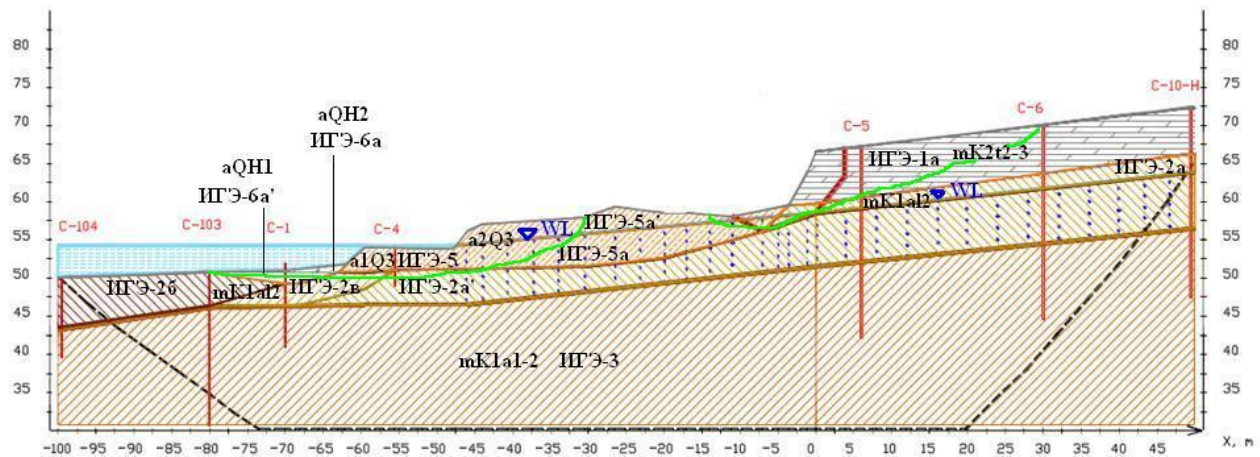
Для разреза 6Б также рассматривался вариант с урезом нижней части склона, отмеченный пунктиром. Определённые при расчётах (численным методом по критерию прочности Друкера-Прагера и аналитическим по Шахунянцу с критерием Кулона-Мора) поверхности скольжения при значениях  $k_y < 1$  для створов 6Б, 8Б, 9Б отображены на рис. 1-3.



**Рис. 1.** Инженерно-геологический разрез 6Б по материалам [3]: зеленым цветом отмечены поверхности скольжения по численному методу (конечно-разностному с критерием прочности Друкера-Прагера), красным - по аналитическому (Шахунянца с критерием прочности Кулона-Мора).

Отн, м

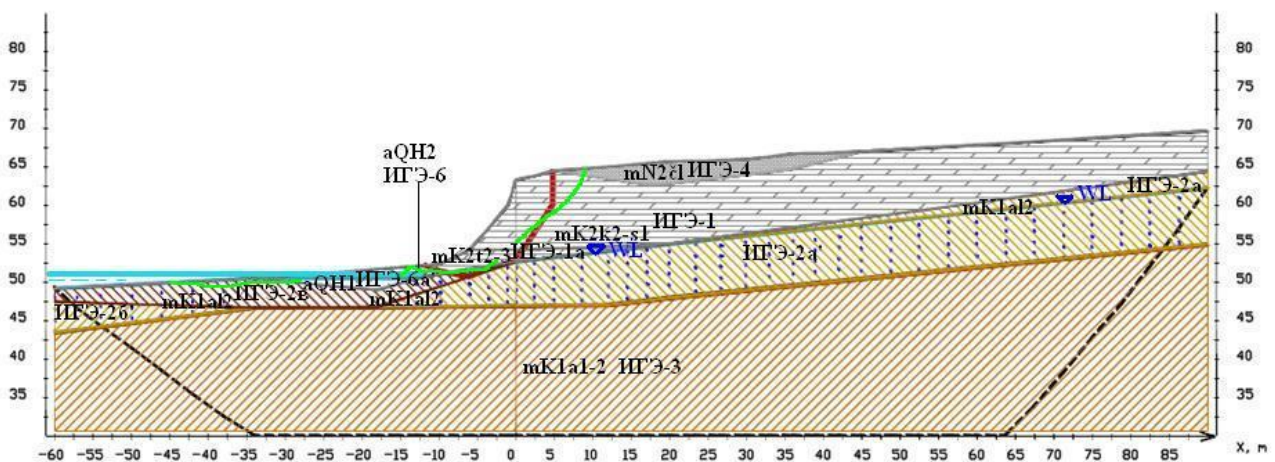
Отн, м



**Рис. 2.** Инженерно-геологический разрез 8Б по материалам [3]: зелёным цветом отмечены поверхности скольжения по численному методу (конечно-разностному с критерием прочности Друкера-Прагера), красным - по аналитическому (Шахунянца с критерием прочности Кулона-Мора).

Отн, м

Отн, м



**Рис. 3.** Инженерно-геологический разрез 9Б по материалам [3]: зелёным цветом отмечены поверхности скольжения по численному методу (конечно-разностному с критерием прочности Друкера-Прагера), красным - по аналитическому (Шахунянца с критерием прочности Кулона-Мора).

Для каждого склона проводился расчёт в стандартных условиях. Под ними подразумевается расчёт устойчивости склона с учётом гидродинамического давления вод водохранилища при нормальном уровне, а также гидродинамического давления подземных вод. Влияние остальных факторов: сейсмического воздействия, энергии волн водохранилища по методу Кондратьева, карстовой полости по методу Бирбаумера и затопления берега принимались с соответствующей вероятностью. Далее по полученным расчётам определялись поверхности скольжения с коэффициентом устойчивости  $k_y < 1$ , по которым определялся дефицит устойчивости согласно формуле 5.1 СП 116.13330.2012 для разного сочетания нагрузок за срок эксплуатации сооружения в 50 лет (коэффициент сочетания нагрузок  $\psi = 1$ ), с учётом проектного землетрясения (6 баллов) и другими видами воздействий за 100 лет (коэффици-



ент сочетания нагрузок  $\psi=0,95$ ) и с учётом максимального расчётного землетрясения (7 баллов) и прочих нагрузок за 1000 лет (коэффициент сочетания нагрузок  $\psi=0,90$ ). Далее по формуле 63 из “Руководства по проектированию и устройству заглубленных инженерных сооружений” (1986) определялась высота удерживающей панельной подпорной стенки, и рассчитывалось среднее оползневое давление, воздействующее на эту стенку.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эти параметры позволяют наиболее точно сравнить мероприятия инженерной защиты для каждого склона, так как они учитывают и геометрию оползневых тел (в том числе максимальную мощность), но и силовое воздействие на защитное сооружение, позволяющее подобрать наиболее точные характеристики при их проектировании. Силовое воздействие, вызванное дефицитом устойчивости, также будет неравномерным, для него следует более детально выявить эпюры напряжений, которые могут возникнуть в результате оползневого воздействия, эти расчёты позволят проектировщикам детально определить конструкцию защитного сооружения для наиболее рационального распределения напряжений. Средние значения оползневого давления являются интегральными показателями при сравнении оползневых склонов, зависящими кроме крутизны склона и глубины неустойчивой части грунтового массива также и от длины оползневого тела. При анализе результатов (табл. 2) можно сделать следующие выводы.

**Табл. 2.** Расчёты мероприятий инженерной защиты (удерживающие подпорные панельные стенки) по численному и аналитическому методам.

Раз-рез	Вероятность (1 раз за промежуток времени)	Численный конечно-разностный метод (критерий прочности Друкера-Прагера) (первое число для оползневого тела ближе к реке, второе - дальше)			Аналитический метод Шахунянца (критерий прочности Кулона-Мора)		
		Мощность оползневого тела (max) $h_{оп}$ , м	Высота подпорной стенки $h_c$ , м	Среднее оползневое давление, $E_{оп}$ , кПа	Мощность оползневого тела (max) $h_{оп}$ , м	Высота подпорной стенки $h_c$ , м	Среднее оползневое давление, $E_{оп}$ , кПа
6Б	50 лет	2/-	15,6/-	24,9/-	12	17,5	30,2
	100 лет	2/-	15,8/-	25,1/-	12	17,8	31,9
	1000 лет	-/3	-/16,3	-/25,4	12	20,3	36,5
6Б с урезом	50 лет	2/-	5,3/-	24,8/-	12	16,1	6,4
	100 лет	2/-	5,5/-	25,0/-	12	17,2	8,9
	1000 лет	2/-	5,7/-	25,4/-	12	18,5	12,6
8Б	50 лет	3/-	6,9/-	30,1/-	9	12,6	18,7
	100 лет	3/-	7,2/-	30,7/-	9	13,2	20,5
	1000 лет	-/5	-/7,5	-/31,3	9	18,6	22,2
9Б	50 лет	5/-	12,1/-	40,8/-	10	17,1	22,8
	100 лет	5/-	13,3/-	41,0/-	10	17,8	26,8
	1000 лет	-/7	-/14,3	-/43,3	10	19,5	32,0

Численные методы позволяют точнее определить влияние поверхностных сил воздействия водохранилища на НДС грунтового массива, тем самым точнее выявить контуры оползневых тел. Кроме того, согласно численным расчётам можно установить, какие участки будут раньше становиться менее устойчивыми, и лучше выбрать места проектирования удерживающих панельных стен с меньшей высотой, но большим оползневым давлением. Так, при воздействиях раз в 50 лет и 100 лет наиболее неустойчивые участки расположены

ближе к водохранилищу, в то время как при воздействиях раз в 1000 лет наибольшее воздействие будет оказывать землетрясение интенсивностью в 7 баллов (для г. Новоульяновск по картам ОСР-2015-С). Аналитические методы могут определять неблагоприятные участки на ранней стадии изысканий для последующего изучения.

## **ВЫВОДЫ**

По полученным результатам наиболее рационально возведение удерживающих панельных стен по расчётному методу с подрезкой нижней части склона для разреза ББ, так как они будут установлены на участках с более вероятными начальными проявлениями оползневого процесса с учётом размера потенциальных оползневых тел и их оползневого давления. В то время как на участках, выявленных аналитическим методом, следует организовать сеть мониторинга с целью анализа изменения НДС грунтового массива с анализом факторов, которые могут привести к активизации сейсмического воздействия.

Таким образом, выбор метода оценки оползневого процесса, а также характеризующих его параметров существенно влияет на геологическое обоснование мероприятий инженерной защиты разных сооружений. Полученные данные далее смогут помочь наиболее грамотно оценивать геологические риски, в том числе экономические, социальные и экологические.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Геологическое пространство как экологический ресурс / Под ред. *В.Т. Трофимова*. М.: Геомаркетинг, 2014. – 566 с.
2. Инженерная геология России. Том 2. / Под ред. *В.Т. Трофимова* и *Э.В. Калинина*. М.: КДУ, 2013. – 816 с.
3. *Самарин В.Ф.* Руководство по обеспечению общей устойчивости строительных откосов и склонов. М., 2016. – 145 с.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АБРАЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Самсонова А.О.<sup>1</sup>, Сидорова С.Ю.<sup>1</sup>

*1-студент 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант к.г.м.н доц. Смирнова Т.Г., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** проблема процесса абразии, условия ее возникновения, способы изучения, методы защиты от неё.

**Цели исследования:** ознакомление с методами исследования морских берегов, процессами абразии, ее причинами и последствиями, а также изучение методов мониторинга и защиты от разрушения побережий.

**Материалы и методы:** теоретическое изучение темы на основе анализа литературных источников литературы.

**Вывод:** подробное изучение данного вопроса важно при возведении сооружений в прибрежных зонах, а также при строительстве гидротехнических сооружений.

Абразионная деятельность моря представляет значительную угрозу для различных сооружений, расположенных на прибрежных территориях. Актуальность выбранной темы обусловлена частыми разрушениями морских берегов, что приводит к безвозвратным потерям полезных площадей, экономическим, социальным и экологическим проблемам, развитию опасных геологических процессов. Изучение берегов и абразионных процессов позволяет выбирать эффективные методы прогнозирования, динамики и защиты побережий. В современных условиях опасность разрушения берегов возрастает также по причине развивающихся антропогенных факторов. Данная тема имеет большое значение для экологической безопасности, строительной отрасли, в частности, возведения гидротехнических сооружений. Важнейшей задачей являются мониторинг и мероприятия по защите берегов от абразии.

Морским берегом называется зона взаимодействия океана или моря с сушей, прилегающей к береговой линии, на которой имеются формы рельефа, созданные морем при современном многолетнем уровне. Со стороны моря на неприливных морях к береговой линии примыкает полоса морского дна, называемая береговым склоном. Совокупность суши, берега и подводного берегового склона образует береговую зону [1]. Морские берега отличаются большим разнообразием и существует множество их классификаций. По типологии советских геологов А.И. Ионина, П.А. Каплина и В.С. Медведева (1961 г.) выделяются такие виды морских берегов:

- берега, сформированные субаэральными и тектоническими процессами и мало измененные морем:

- а) берега тектонического расчленения: далматинские берега – причудливые архипелаги вытянутых вдоль общего направления берега островов и полуостровов; сбросовые берега – ограничены крутыми обрывами по линиям тектонических сдвигов, имеют ровные очертания; бухтовые берега – характеризуются извилистой береговой линией, контур которой проходит по бухтам и мысам различных форм;

- б) берега эрозионного расчленения: риасовые берега – характеризуются наличием извилистых заливов и крутых склонов; лиманные берега – характеризуются клиновидными бухтами с крутыми абразионными берегами;

- в) берега ледникового расчленения: фиордовые берега – для них характерны фиорды – узкие длинные извилистые заливы с высокими крутыми берегами;

г) берега вулканического расчленения, образовавшиеся в результате интенсивной вулканической активности. Характеризуются высокими абразионными берегами, сложенными застывшими лавами;

д) берега эолового расчленения, образованные выступающими песчаными накоплениями – дюнами. Встречаются редко и отличаются неустойчивостью, быстро размываются;

- берега, формирующиеся преимущественно под воздействием неволновых факторов:

а) дельтовые берега – низкие, равнинные берега, сложенные речными наносами, принесенными рекой и отложенные на внешнем крае дельты;

б) приливные берега – характерны широкими полосами накопления песчаного или илистого материала, окаймляющими отмельные берега;

в) биогенные берега связаны с жизнедеятельностью различных рифостроителей или прибрежной растительности, чаще всего кораллов, образующих коралловый известняк, из которого образуются различные рифовые постройки;

г) термоабразионные берега – берега, сложенные мерзлыми породами или льдом. На них происходит термическая абразия за счет теплового воздействия морской воды.

- берега, формирующиеся преимущественно волновыми процессами (различные типы абразионных, аккумулятивных и абразионно-аккумулятивных берегов).

Приведенная выше типология максимально охватывает все типы берегов, рассматривает условия их образования, отражает современную динамику развития берега и позволяет составлять берега по их типу. [2]

Берегозащитные сооружения призваны защищать берега, подверженные абразии. Поэтому ниже подробно рассмотрим абразионные процессы. Абразионные процессы являются опасной угрозой при пользовании прибрежных территорий. Абразия (abrasio - соскабливание, сбривание) - процесс механического разрушения волнами и течениями коренных пород. Особенно интенсивно абразия проявляется у самого берега под действием прибоя.

Различают три вида абразии — механическую, химическую и термическую. При механической абразии происходит разрушение пород, слагающих берега, под действием ударов волн и прибоя и бомбардировки обломочным материалом, переносимым волнами и прибоем. Это основной вид абразионной работы моря, который всегда присутствует при химической и термической абразии. При химическом типе разрушаются коренные породы, слагающие берег и подводный береговой склон, в результате растворения их морской водой. Основным условием проявления химической абразии, подобно карсту, является растворимость пород, слагающих берег. Термической абразией является разрушение берегов, сложенных мерзлыми породами или льдом, в результате отепляющего действия морской воды на лед, содержащийся в мерзлой породе или слагающий прибрежные ледники. [3]

Важнейшей предпосылкой развития абразионного берега является крутой уклон исходного профиля подводного берегового склона. При этом условии расход энергии волны при прохождении ее над подводным береговым склоном происходит лишь в пределах узкой зоны дна, поэтому к береговой линии волны приходят с большими запасами энергии. При разрушении волн, т. е. при прибое, который в данных условиях имеет особенно бурный характер, максимальное механическое воздействие на слагающие берег породы приходится на участок, непосредственно прилегающий к береговой линии. В результате здесь образуется выемка — волноприбойная ниша. Дальнейшее углубление ниши приводит к обрушению нависающего над ней карниза. В зону прибоя поступает масса обломков породы. Они служат теперь материалом, временно защищающих берег от разрушения. Процесс выработки волноприбойной ниши и обрушения, нависающего над ней карниза, повторяется неоднократно. Постепенно вырабатывается вертикальный или почти вертикальный уступ — абразионный обрыв, или клиф. По мере отступления клифа под ударами волн и прибоя перед его подножием вырабатывается слабо наклоненная в сторону моря площадка, называемая бенчем. Бенч начинается у самого подножья клифа, т. е. у волноприбойной ниши, и продолжается также ниже уровня моря. [3]

Существует несколько факторов, влияющих на скорость абразии:

1. Характер скальных пород. Наиболее медленно разрушение протекает на участках берегов, сложенных скальными породами типа гранита, гнейса и др. Быстрее всего разрушаются берега, сложенные рыхлыми осадочными отложениями. Игрет роль трещиноватость пород.

2. Характер напластования. Разрушительная работа волн особенно значительна у крутых, обрывистых берегов, где глубина моря сравнительно большая. Достаточно устойчивы берега с горизонтальным залеганием слоев. В этом случае волны скользят по поверхности слоев, причиняя им незначительные разрушения, так как пологие берега гасят ударную силу волны, и абразия проявляется в меньшей степени.

3. Экспозиция берега по отношению к волнообразному фронту. Максимально подвержены размыванию мысы, а территории, расположенные между ними, приобретают характер аккумулятивных берегов.

4. Искусственные сооружения. В некоторых районах абразия берега вызывается различными искусственными сооружениями, в частности молами, волноломами и бунами [4].

Чем больше идет отступление клифа, тем более пологой становится та часть бенча, которая прилегает к клифу. Благодаря этому поперечный профиль абразионного берега постепенно приобретает вид выпуклой кверху кривой. Выположенная верхняя часть профиля становится все шире, и со временем волнам, для того чтобы достигнуть берега, приходится преодолевать очень широкую полосу образовавшегося мелководья. Большая затрата волновой энергии при прохождении над мелководьем приводит в конечном счете к затуханию, а затем и к полному прекращению абразии. Таким образом, абразия сама, по мере своего развития, создает условия, создающие чередование абразионного и аккумулятивного процессов [3].

Скорость абразии зависит от многих факторов и редко бывает постоянной. Обычно во время шторма в течение нескольких часов могут произойти гораздо большие разрушения берега, чем за длительный период хорошей погоды.

Кроме механического разрушения морская вода оказывает химическое воздействие. Она растворяет породы и строительные материалы. Значительное разрушительное воздействие оказывают многие морские организмы и растения. Например, планктон, создавая слой обрастания, может разрушать бетон и камень.

Изучение морских берегов имеет важное значение для строительства гидротехнических сооружений, навигации, в курортных целях и добычании строительных материалов. Исследования ведутся в следующих направлениях: изучение морфологии берега и побережья, анализ динамики береговой линии, анализ особенностей расчленения берега [5].

Основным методом является изучение с помощью разнообразных съемок. Важную роль составляют съемки подводного берегового склона с помощью косвенных методов, таких как эхолотирование. Часто его сочетают с сейсмоакустическими методами. Но нередко косвенных методов недостаточно, и важное место занимают подводные изучения с помощью водолазной техники и фотографирования дна. Изучение динамики наносов представляет собой основной способ исследования динамики берегов. Для этого применяют широкий набор методов, такие как способы индикации движения наносов мечеными частицами, естественной индикации, изменения гранулометрического состава [6,7].

Из-за трудных погодных условий используется метод лабораторного моделирования. В последние годы благодаря обширным техническим возможностям применяют математическое моделирование динамики рельефа. Но компьютерные способы не могут полностью описать динамику берегов, поэтому возможности их изучения ограничены.

Важнейшее место в изучении морских берегов имеет картографирование. Исследование и анализ пространственного положения объектов геоморфологического картографирования морских берегов и побережий позволяет как восстановить процессы формирования рельефа, так и дать прогноз его динамики.

Разработка методов прогнозов развития берегов и организация мониторинга за динамикой их изменения являются важнейшими проблемами в интересах хозяйственного освоения и использования прибрежных районов. Для достоверных результатов необходимо объединение теоретических и прикладных методов исследования. Отдельное внимание уделяется изучением литодинамических систем, выводы которых превосходят региональные рамки [8].

Критериями оценки динамики берегов являются: скорость разрушения береговых уступов, отступления береговой линии, выдвигания береговой линии на участках аккумуляции, изменения профиля подводного склона; наличие зон размыва и аккумуляции; состояние берегозащитных сооружений и пр. При освоении изучаемого участка изучаются рельефы берегов и дна, анализируются съемки, собираются данные изысканий прошлых лет, выявляют оценку риска воздействия геологических процессов на проектируемые сооружения, составляют рекомендации для строительства. Одним из наиболее простых методов управления рисками является феноменологический метод, который базируется на определении возможности или невозможности протекания процессов, исходя из законов природы (абразия, оползни и др.). Важно, чтобы мониторинговые работы проводились также на протяжении всего периода эксплуатации сооружений. В ином случае пренебрежение ими повышает риск возникновения опасных ситуаций и увеличивает затраты на их предотвращение или ликвидацию их последствий [9].

При рассмотрении вопроса о защите берегов от абразии следует иметь в виду только берега, сложенные породами, легко поддающимися размыву. Сопротивление прочных скальных пород размыву вполне достаточно для того, чтобы противостоять абразии. Естественной защитой от абразии служит достаточно развитый пляж. Он поглощает энергию волн и не позволяет волнам обрушиваться непосредственно на стенки клифов или на поверхность бенча. Любой метод, позволяющий искусственно воспроизвести эту форму, представляется наиболее желательным при поисках путей предотвращения или прекращения абразии.

Способом защиты берега и сооружений является возведение береговых волноотбойных стен. Такие стены одновременно можно использовать для прогулок отдыхающих. Также применяются железобетонные тетраподы, представляющие собой фигуру с четырьмя ответвлениями в форме усеченных конусов, симметрично размещенных в пространстве. Благодаря такой форме тетраподы заклиниваются в наброске или грунтах и хорошо держатся в крутых откосах [3].

Еще одним способом защиты является возведение бун – поперечные по отношению к берегу сооружения. Главная их задача – накапливать и удерживать пляжевый материал, то есть создавать и консервировать пляж. Наиболее эффективно буны работают при наличии вдольберегового потока наносов. Эффективность работы бун резко возрастает, если в межбунное пространство отсыпать или намыть искусственный пляж. При этом крупность его материала должна быть больше крупности естественного пляжа в данном месте.

Наряду с бунами возводятся подводные волноломы, которые представляют собой вытянутые вдоль берега и расположенные на некотором расстоянии от него сооружения, гребень которых находится ниже уровня воды. Подводные волноломы рекомендуется применять на приглубинных берегах с искусственными пляжами и на оползневых участках берега.

Еще одним методом является сооружение томболо – коса, соединяющая ближайший остров с материком, которая возникает в результате ослабления энергии волнового поля, перемещающего береговые наносы. Также томболо может насыпаться искусственно.

## **ВЫВОДЫ**

В результате изучения вопроса абразионных процессов можно сделать вывод, то исследования берегов, подверженных разрушению, их мониторинг и прогнозирование динамики позволяет избежать проблем во многих сферах жизни, предотвратить опасные последствия при их отсутствии и обеспечить безопасное эксплуатирование сооружений. Применение но-

вейших технологий значительно упрощает проведение мониторинга, для дальнейшего прогнозирования абразионных процессов и выбора наиболее эффективных методов защиты от них.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Смирнова Т.Г., Правдивец Ю.П., Смирнов Г.Н.* Берегозащитные сооружения. учебник – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 303 с.
2. *Якушко О.Ф.* Основы геоморфологии: учебное пособие. – Минск: Высшая школа, 1997.
3. *Леонтьев О.К., Рычагов Г.И.* Общая геоморфология. – Высшая Школа, Москва, 1979. – 287 с.
4. *Ананьев В.П., Потапов А.Д.* Инженерная геология. Учеб. для строит. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высш. шк., 2005. – 575 с.
5. *Шамраев Ю.И., Шишкина Л.А.* Океанология. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 382 с.
6. *Зенкович В.П.* Морской берег. – Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 74 с.
7. *Сафьянов Г.А.* Геоморфология морских берегов. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 400 с.
8. *Косьян Р.Д.* Основные моменты разработки прогноза развития аккумулятивных берегов бесприливных морей. //Геленджик: ООО Интертехнологии, 2014. – 116 с.
9. *Ермолов А.А.* Морфолитодинамические исследования в составе инженерных изысканий для строительства. // Журнал «Инженерные изыскания», №9-10, 2014. – с.86-89
10. *Бурова В.Н.* Закономерности формирования и оценка опасности переработки берегов водохранилищ: автореферат дис. кандидата геолого-минералогических наук. – Москва, НИИ по инженерным изысканиям в строительстве, 1998. – 25 с.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Царева В.И.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант к.ф.м.н, доцент Осипов Ю.В., НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

### Аннотация

**Предмет исследования:** работа посвящена задаче фильтрации - составной части подземной гидромеханики. Процессы фильтрации необходимо исследовать при проектировании туннелей, подземных и гидротехнических сооружений. При переносе потоком жидкости мелких частиц в пористом грунте частицы осаждаются в порах и меняют структуру пористого каркаса. При укреплении рыхлого фундамента и при создании водонепроницаемых подземных стен хранилищ опасных отходов в пористый грунт закачивается жидкий раствор бетона. Зерна бетона глубоко проникают в пористую породу и при застывании укрепляют фундамент. Поскольку на процесс фильтрации оказывают влияние многие силы и факторы, полное математическое описание задачи фильтрации отсутствует.

**Цели:** целью работы является исследование математической модели фильтрации суспензии в пористой среде, основанной на механико-геометрическом механизме взаимодействия твердых частиц и пор.

**Методы:** для решения задачи фильтрации используются аналитические и численные методы.

**Результаты:** в работе построено асимптотическое решение задачи вблизи фронта концентраций взвешенных и осажденных частиц. В качестве малого параметра выбрано время после прохождения фронта. Численное решение задачи получено методом конечных разностей. Расчеты показывают близость асимптотики к численному решению.

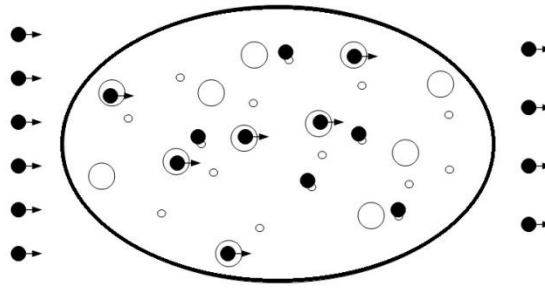
**Выводы:** аналитические решения задачи фильтрации позволяют установить зависимость решения от внешних параметров. Это позволяет производить тонкую настройку лабораторных экспериментов и решать обратную задачу фильтрации для определения параметров математической модели. Численное решение является основным инструментом исследования сложных моделей фильтрации, не имеющих аналитического решения.

### ВВЕДЕНИЕ

Задача фильтрации является актуальной в строительстве: укрепление фундамента является важным этапом при возведении конструкций на рыхлом грунте. При заливке мелкозернистого бетона в пористую почву, бетонные зерна фильтруются в порах почвы. Процесс фильтрации зависит от соотношения размеров пор грунта и твердых частиц закачиваемого бетона. Также данная задача имеет важное значение для многочисленных химических, экологических и нефтяных технологий [1-3]. Численный расчет задачи и сопоставление его решения с асимптотическим является целью данной работы, выполненной на основе [4-6].

Математической моделью однородной задачи фильтрации является взаимодействие, основанное на геометрическом соотношении пор и частиц различной величины. Частица, диаметром больше поры, застревает, образуя при этом осадок, и проходит, если она меньше размера пор. Взаимодействия твердых частиц и пористой среды, включая диффузию, влияние вязкости и электрических сил не учитывается [7].





**Рис. 1.** Осажденные и взвешенные частицы в пористой среде фильтра

Обозначим  $C(x,t)$ ,  $S(x,t)$  -концентрации взвешенных и осажденных частиц. Задачу рассматриваем в области  $\Omega = \{0 \leq x \leq 1, t \geq 0\}$ . Приведенная ниже система [8] содержит уравнение непрерывности, являющиеся аналогом уравнения баланса масс взвешенных и осажденных частиц:

$$\frac{\partial(C+S)}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

и уравнение роста осадка:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \Lambda(S)C, \quad (2)$$

$$\Lambda(S) = 1 - S,$$

Где  $\Lambda(S) > 0$  при  $S > 0$

В начальный момент времени  $t = 0$  и на входе фильтра  $x = 0$  для системы ставятся краевые условия:

$$C|_{x=0} = 1 \quad (3)$$

$$C|_{t=0} = 0 \quad (4)$$

$$S|_{t=0} = 0 \quad (5)$$

Уравнения (1) и (2) образуют квазилинейную гиперболическую систему с характеристиками  $x = 0$  и  $t = x$ . Краевые условия (3) и (5) не «сшиваются» в начале координат, следовательно, решение имеет разрыв в области  $\Omega$ . Этот разрыв проходит по характеристике  $t = x$ . Концентрация взвешенных частиц  $C(x,t)$  имеет сильный разрыв:

$$C(x,t) \begin{cases} = 0, t < x \\ > 0, t > x \end{cases}$$

Концентрация осажденных частиц  $S(x,t)$  непрерывна во всей области  $\Omega$  и является гладкой везде, кроме характеристики  $t = x$ , на которой имеет слабый разрыв:

$$S(x,t) \begin{cases} = 0, t < x \\ > 0, t > x \end{cases}$$

Решение задачи считаем за фронтом  $t > x$ , где оно положительно. Для этого задаем граничное условие  $S = 0$  на фронте  $t = x$ .

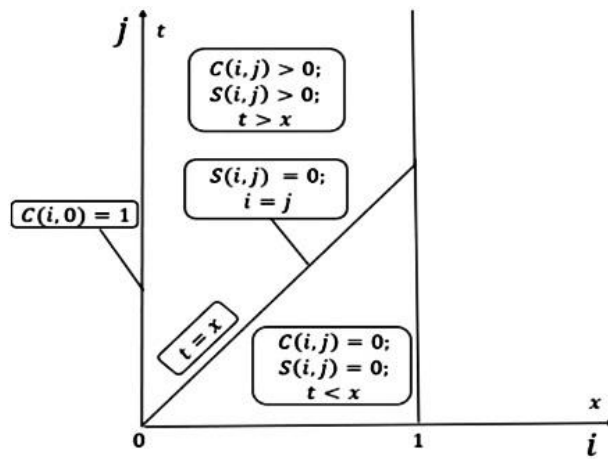


Рис. 2. Область численного решения задачи

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Численное решение и асимптотика.** Численное решение задачи находим с помощью метода конечных разностей. Формулы конечно-разностной аппроксимации частных производных имеют вид [9]:

$$\left. \begin{aligned} C(i, j) &= C(i-1, j-1) - h \cdot (1 - S(i, j)) \cdot C(i, j-1) \\ S(i, j) &= S(i, j-1) + h \cdot (1 - S(i, j-1)) \cdot C(i, j-1) \end{aligned} \right\}$$

Искать решение задачи (1)-(3) будем в полукрестности волнового фронта движущихся частиц  $0 < t - x < \varepsilon$  в виде ряда по степеням  $(t - x)$  с коэффициентами, зависящими только от переменной  $x$ :

$$S(x, t) = (t - x)v_0(x) + (t - x)^2 v_1(x) + (t - x)^3 v_2(x) + (t - x)^4 v_3(x) + \dots \quad (6)$$

$$C(x, t) = c_0(x) + (t - x)c_1(x) + (t - x)^2 c_2(x) + (t - x)^3 c_3(x) + \dots \quad (7)$$

Подставляем (6), (7) в уравнения (1), (2) и приравниваем выражения при одинаковых степенях  $(t - x)$ . Решая рекуррентную систему линейных дифференциальных уравнений для неизвестных  $C_i(x)$  и подставляя найденные коэффициенты в разложения (6), (7), получаем асимптотику решения задачи (1) – (3) [10].

Графическое решение получено с помощью пакета Matlab. Чтобы увидеть, насколько численное решение отличается от асимптотического, увеличиваем масштаб рассматриваемого интервала.

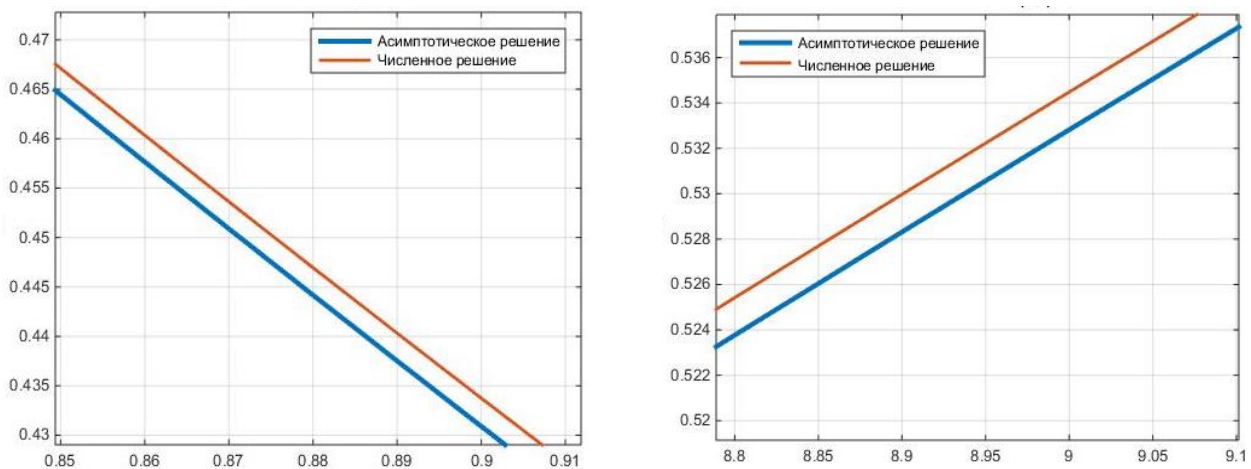


Рис. 3. Сравнение асимптотики с численным решением а)  $C(x, t)$ ; б)  $S(x, t)$ ;

## ВЫВОДЫ

Найденная асимптотика дает возможность исследовать свойства уравнения фильтрации и построить решение вблизи фронта концентрации. Расчеты показывают близость асимптотического решения к численному. Дальнейшее развитие: решение обратной задачи фильтрации через асимптотику прямой задачи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Mays D.C., Hunt J.R.* Hydrodynamic aspects of particle clogging in porous media // *Environmental Science & Technology*. 2005. Vol. 39. pp. 577–584.
2. *Bedrikovetsky P.* Mathematical theory of oil and gas recovery: with applications to ex-USSR oil and gas fields // *Springer Science & Business Media*. 2013. pp. 600.
3. *Yoon J., Mohtar C.S.* Groutability of Granular Soils Using Bentonite Grout Based on Filtration Model // *Transport in Porous Media*. 2014. Vol. 102(3). pp. 365–385.
4. *Kuzmina L.I., Osipov Y.V., Galaguz Y.P.* A model of two-velocity particles transport in a porous medium // *International J. // Non-Linear Mechanics*. 2017. Vol. 93. pp. 1–6.
5. *Kuzmina L.I., Osipov Y.V.* Asymptotic Model of Filtration in Almost Stationary Mode // *International J. for Computational Civil and Structural Engineering*. 2016. Vol. 12(1). pp. 158-163.
6. *Kuzmina L.I., Osipov Y.V.* Particle Transportation at the Filter Inlet. // *International J. for Computational Civil and Structural Engineering*. 2014. Vol. 10(3). pp. 17-22.
7. *Bedrikovetsky P, You Z, Badalyan A, Osipov Y.V., Kuzmina L.I.* Analytical model for straining-dominant large-retention depth filtration // *Chemical Engineering Journal*. 2017. Vol. 330. pp. 1148-1159.
8. *You Z., Osipov Y.V., Bedrikovetsky P., Kuzmina L.I.* Asymptotic model for deep bed filtration // *Chemical Engineering Journal*. 2014. Vol. 258. pp. 374-385.
9. *Osipov Y.V., Safina G, Galaguz Y.P.* Calculation of the filtration problem by finite differences methods // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 251. 04021.
10. *Osipov Y.V., Kotov N.* Asymptotic model of size-exclusion grouting // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 365. 042006.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛЕДНИКОВ И ЕЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Щукин М. А.<sup>1</sup>

*1-студент 1 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант стар. препод. кафедры ИИиГЭ Абенэ А. И. НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

### ВВЕДЕНИЕ

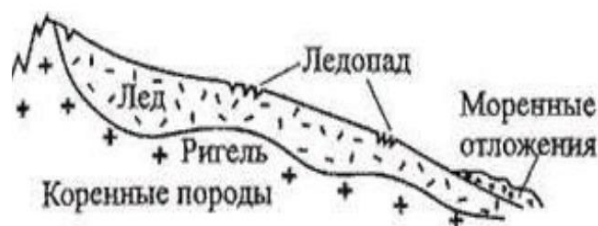
На нашей планете лед и ледяные образования играют огромную роль. Ледниковые процессы и отложения оказывают влияние на формирование климата, рельефа, а также на распределение пресной воды. Ледники не только чувствительны к изменениям температурного режима планеты, но и прямо воздействуют на него, в силу непрерывности связей в природе. Температура воздуха и грунтовых массивов вблизи поверхности земли во многом определяется наличием ледяного и снежного покровов.

Актуальность данной статьи обусловлена активным влиянием ледников на климат планеты, температурный режим и его колебания в воздушной и грунтовой среде, уровень Мирового океана.

В процессе работы была поставлена задача сбора, обработки и обобщения информации из литературных источников, при написании работы использовался аналитический метод обработки информации.

### Геологическая деятельность ледников.

Геологическая деятельность ледников на нашей планете приводит к разрушению горных пород или экзарации поверхности, и формированию ледниковых и водноледниковых отложений. Движение и огромное давление льда, оказываемое ледником на подстилающие горные породы, видоизменяет первоначальный рельеф. На своём пути ледник может встретиться с выступающими более твердыми породами — ригелями (рис. 1.), которые образуют уступы и способствуют растрескиванию ледникового тела. Речные долины, подвергшиеся ледниковому выпаживанию, приобретают корытообразную форму. Такие формы рельефа называются трогами (рис. 2).



**Рис. 1.** Продольный разрез горно-долинного ледника с ригелем в средней части долины. ([https://studbooks.net/imag\\_/32/169894/image010.jpg](https://studbooks.net/imag_/32/169894/image010.jpg))



**Рис. 2.** Троговая долина, Байкал  
(<http://nature.baikal.ru/phs/norm/31/31356.jpg?1295667748>)

В зависимости от рельефа, разности абсолютных отметок поверхности земли, типа оледенения (горно-долинный или покровный), мощности ледниковой толщи и ее температуры скорость движения ледника варьируется от нескольких сантиметров до нескольких десятков километров в год. В разные периоды года она составляет от 0,1 - 0,5 м/сут на Кавказе, до 16 м/сут и в Альпах. В Гренландии некоторые ледники развивают скорость до 30 м/сут. Большие скорости до нескольких км в час приобретают непредсказуемые пульсирующие ледники, например, ледник Колка, расположенный на склонах горы Джимирай-хох на Большом Кавказе [1,4].

Большинство озер в северных широтах земного шара своим возникновением обязаны деятельности покровного ледника последнего оледенения. В Карелии существуют сотни озер ледникового происхождения, ориентированные преимущественно в меридиональном направлении. Протяженные борозды выпахивания установлены и на дне Баренцева моря, ныне они заполнены четвертичными морскими осадками. В позднем плейстоцене во времена вюрмского (валдайского) оледенения покровный ледник покрывал территорию России до озера Валдай и все западные шельфовые моря Северного Ледовитого океана. Из района Скандинавии и Кольского полуострова ледники перемещались как на север, так и на юг формируя современный рельеф и троговые долины.

Движение льда в пределах ледника поддерживает относительное равновесие между зонами накопления и абляции. Минимальная скорость движения ледника отмечается на конце языка ледника. Перемещение ледяных масс осуществляется либо путем вязкопластического течения, либо скольжением отдельных глыб по ложу, с разрывами и раскалыванием ледника. Стоит заметить, что соотношения между этими способами переноса вещества в леднике может быть различным. Например, в примерзших к ложу холодных ледниках преобладает первый способ перемещения. На скорость движения большое влияние оказывает температурное поле ледника, потому как высокие значения температуры способствуют увеличению пластичности льда, что ускоряет скорость движения льда. Тёплые ледники имеют более высокую скорость, чем холодные.

**Аккумулятивная деятельность.** Тело ледника представляет собой льдогрунтовую массу. Содержащиеся на поверхности и в теле ледника горные породы (полосы камней на поверхности и в теле ледника и в его придонной части) называются **мореной** [2,3]. Вообще, мореной называется любой материал, который транспортируется льдом и впоследствии отлагается в виде ледниковых отложений (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Виды морен  
[http://dp-adilet.kz/wp-content/img/1/3b16e8e0\\_6b77\\_0132\\_797e\\_12313c0dade2.jpg](http://dp-adilet.kz/wp-content/img/1/3b16e8e0_6b77_0132_797e_12313c0dade2.jpg)



**Рис. 4.** Срединная морена ледника Федченко  
[http://pogoda-dnem.ru/wp-content/uploads/2012/12/iceworlds\\_fedchenko\\_glacier21.jpg](http://pogoda-dnem.ru/wp-content/uploads/2012/12/iceworlds_fedchenko_glacier21.jpg)

Наиболее устойчивыми к процессу ледникового выпахивания (экзарации) являются долины, сложенные гранитоидными породами, наименее — долины, сложенные кристаллическими сланцами и осадочными породами. Таким образом, горно-долинные ледники являются агентом сглаживания земной поверхности с одной стороны и перемещают огромные массы твердого вещества из высоких в низкие ярусы гор.



**Рис. 5.** Озеро в кармане морены ледника Юном, Центральный Кавказ  
[http://www.mountain.ru/article/article\\_img/1793/f\\_30.jpg](http://www.mountain.ru/article/article_img/1793/f_30.jpg)

Моренные отложения формируются за счет боковой морены, которая находится по краям ледника, срединной, находящейся в середине на поверхности и в толще льда, донной и конечной моренами.

Наиболее интенсивно формирование ледниковых (моренных) отложений происходит на самом краю (конце) языков ледника на всех стадиях его движения (наступление, стационарное положение, отступление) в виде конечных морен.

Конечные и боковые морены часто располагаются в устьях трогов, но обнаруживаются и в пределах ледниковой долины, и вне ее. Конечные морены — это изогнутые гряды или валообразные возвышенности, простирающиеся на сотни километров в длину и ширину. Конечные морены могут быть сложены песком, глиной, щебнем и крупными обломками коренных пород. Процесс отложения у конца ледника занимает долгое время в периоды балансирования между скоростями наступания и абляции льда.

Помимо конечной формируется основная или донная морена в основании ледника в подледных условиях. Процесс ее образования представляет собой отрыв и дробление пород ложа. Основная морена формируется при отступании ледника, представлена плотным материалом. Древние уплотненные морены, имеющие плохую сортированность получили собственное название — тиллиты.

Толщи морены на Европейской территории Российской Федерации различны по составу, сложены в основном суглинисто-глинистыми ледниковыми отложениями, с включениями

до 25-30% гравийно-щебнистого и валунного материала. Мощность ледниковых отложений в районе г. Москвы могут достигать 30 м [5].

**Водно-ледниковые отложения.** Реки талой воды текут на поверхности ледника, вытекают и за границы распространения льда, производя огромную работу, связанную с аккумуляцией и транспортировкой морены. После таяния ледника образуются внутриледниковые формы рельефа: озы, камы, друмлины. Озы (рис. 6) — крутосклонные протяженные гряды высотой 20-30 м, ориентированные по направлению движения ледника. Своему происхождению озы обязаны водным потокам внутри тела ледника, переносившим песчано-гравийно-галечный материал с включениями валунов.

Камы беспорядочно разбросаны по перигляциальной области, имеют куполовидную форму и редко возвышаются более чем на 10-20 м от поверхности Земли. Камы сложены чередующимися слоями песков, супесей, глин с редкими включениями гальки и валунов. Отложения сформированы вследствие аккумуляции мелкого обломочного материала в озерных котловинах, выточенных на поверхности ледника (рис. 7).



**Рис. 6.** Озы, Швеция

(<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3e/Fulufjalletesker.jpg/1024px-Fulufjalletesker.jpg>)



**Рис. 7.** Кам, Шотландия

([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Kame\\_below\\_Wester\\_Pearsie\\_-\\_geograph.org.uk\\_-\\_605724.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Kame_below_Wester_Pearsie_-_geograph.org.uk_-_605724.jpg))

Друмлины — это овальные холмы длиной в несколько сотен метров, шириной около 100-500 м и высотой до 45 м, ось которых совпадает с направлением движения ледника. Они редко встречаются поодиночке, образуя целые скопления из десятков и даже сотен холмов. Друмлины формируются из основной морены, глины и валунов и иногда имеют ядро из коренных горных пород.

## ВЫВОДЫ

1. Ледники представляют собой массы глетчерного льда с большим количеством (до 30%) обломков горных пород (от частиц пыли до крупных валунов).
2. Деятельность ледников является важнейшим агентом формирования современного рельефа северных территорий Северной Америки, Евразии и Антарктиды.
3. Современные ледники и древние оледенения способствуют образованию на поверхности континентов различных по мощности ледниковых (моренных), озероледниковых, ледовоморских, водноледниковых образований.
4. Изучение физических и механических свойств ледниковых и водноледниковых отложений (суглинков, глин, супесей и песчаных грунтов) позволяет утверждать, что по своим физико-механическим свойствам эти грунты являются более предпочтительными по отношению к другим генетическим типам таких же грунтов, как грунты основания для любых типов фундаментов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. *Ледники*. М.: Мысль, 1989. 447 с.
2. Короновский Н. В. *Общая геология: Учебник*. М.: КДУ, 2006. 528 с.
3. Котляков В.М. *Снежный покров Земли и ледники*. Л., ГИМИЗ, 1968, 475 с.
4. Серебрянный Л.Р., Орлов А.В. *Ледники в горах*. М.: Наука, 1985, 158 с.
5. *Четвертичная геология: курс лекций*. — Вологда: ВоГТУ, 2013. 108 с.



УДК 624.131.3

## ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЛОЩАДНЫХ ГРУНТОВЫХ НАСЫПЕЙ ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ.

Демидова А.А.<sup>1</sup>

*1-студент 5 курса НИУ МГСУ, г Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

*Научный консультант: к.г.-м.н. проф. кафедры ИИиГЭ Лаврусевич А.А. НИУ МГСУ, г Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26*

### **Аннотация.**

**Актуальность работы:** в современном строительстве важным звеном технологического процесса устройства строительных сооружений является получение требуемой плотности грунта по всей толщине уплотняемого слоя, так как уплотнение грунта обеспечивает прочность, стабильность и несущую способность возводимых сооружений. Некачественное производство работ по уплотнению грунтов приводит к разрушению возводимых сооружений, а часто и к аварийным ситуациям. Так же это приводит к огромным материальным затратам. Особенно актуальной является эта задача в связи со сложными инженерно-геологическими условиями рассматриваемого мною объекта.

**Предмет исследования:** предметом исследования является Имеретинская низменность. Имеретинская низменность, согласно СП 11-105-97 относится к территории со сложными инженерно-геологическими условиями (III категория сложности). Это, в первую очередь, наличие значительных по распространению и мощности толщ лагунных глинистых и заторфованных грунтов пластичных и текучих консистенций (модуль деформации перечисленных грунтов основания находился в пределах от 0,3 – 1,9 до 0,4 МПа), суглинков, супесей и песков содержащих пылеватую фракцию, которые при сейсмическом воздействии могут быть подвержены разжижению. Широкое распространение заболоченных земель и подтопленных территорий. Высокая сейсмическая активность района. В связи с этим на территории необходимо было провести множество земельных работ.

**Цель работы:** основной целью моей работы является оценка и исследование системы автоматического управления процессом уплотнения грунтов.

**Методики исследования:** при выполнении выпускной квалификационной работы мной были использованы следующие методы исследования:

- метод математического моделирования технологических процессов и электроприводов;
- теория автоматического управления (ТАУ);
- метод оптимизации систем автоматического управления;
- анализ научной литературы;
- метод обработки и синтеза информации.

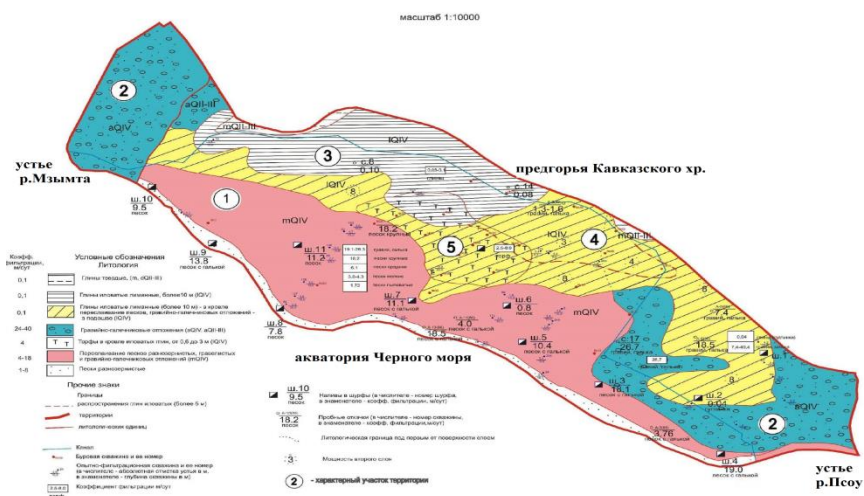
Теоретической основой для выполнения данной выпускной квалификационной работы стали труды Кашеева А.А., Тихонова А.Ф., Лаврусевича А.А., Бакалова А.Ю., Биттеева Ш.Б., Рубцова О.И. и других учёных.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Имеретинская низменность – самая крупная и единственная равнина в городе Сочи. Ее площадь составляет 1300 га. Последние годы она стала центром курортного развития города, здесь были построены крупнейшие инфраструктурные и спортивные объекты Олимпийских игр, Сочи-Парк и целый отельный город.

Имеретинская низменность расположена на южном склоне Большого Кавказского хребта в междуречье рек Мзымта и Псоу (Адлерский район г. Сочи Краснодарского края). Она вытянута вдоль моря приблизительно на 8 км и простирается вглубь берега на 0,8 – 2,0 км. Общая площадь, вовлеченная в строительство, составила порядка 12 км<sup>2</sup>. На западе и востоке границами Имеретинской низменности являются приустьевые участки рек Мзымта и Псоу. Значительные ее площади до освоения, были заболочены и подвержены подтоплению из-за того, что большая часть территории находилась практически на уровне моря. Поверхность низменности была лишь частично приподнята над уровнем моря в среднем от 1,5 м до 4,0 м, значительные ее площади были заболочены и подвержены подтоплению.

Подтопленная территория занимала около 40 % общей площади, находясь в основном, в центральной части. Отложения, слагающие верхнюю часть геологического разреза, представлены аллювиальными и морскими дисперсными грунтами от гравийно-галечникового состава до илов.



**Рис. 1.** Выделенные характерные по литологии участки в пределах Имеретинской низменности (по данным ОАО "Росстройизыскания", 2004г). На западе территория ограничена долиной и приустьевой частью р. Мзымта, на востоке – р. Псоу, на юге водами Черного моря, на севере предгорьями Большого Кавказа.

Таким образом, на территории Имеретинской низменности, в пределах сжимаемой толщи грунтов основания объектов инженерной защиты, были выделены 5 характерных участков (Рис. 1): 1 – участок, сложенный переслаивающимися песчаными и гравийно-галечниковыми отложениями; 2 – участок, сложенный гравийно-галечниковыми отложениями; 3 – участок, сложенный иловатыми глинами; 4 – участок, сложенный иловатыми глинами, переслаивающимися песками; 5 – участок, сложенный торфами в кровле иловатых глин.

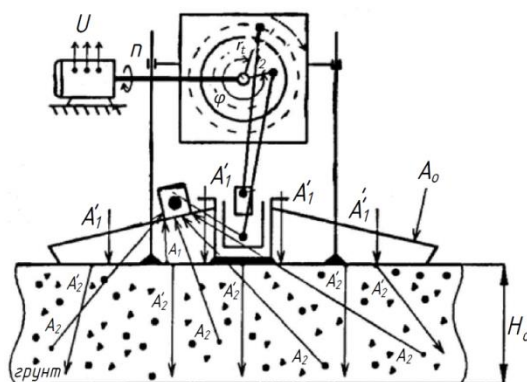
## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В связи с этим было необходимо провести определённые мероприятия инженерной защиты. В данной статье рассказывается про отсыпку и уплотнение техногенной грунтовой насыпи.

При строительстве объектов на Имеретинской низменности для отсыпки слоя инженерной защиты поступал в основном щебень и дрова из мергеля известкового с прочностными показателями 40-60 МПа, которые относятся к категории малопрочных. Для получения необходимой плотности насыпного грунта проводилось уплотнение с помощью кулачковых комбинированных катков с вибраторами. Уплотнение обеспечивается за счёт комбинации статического давления и вибрационного давления на грунт.

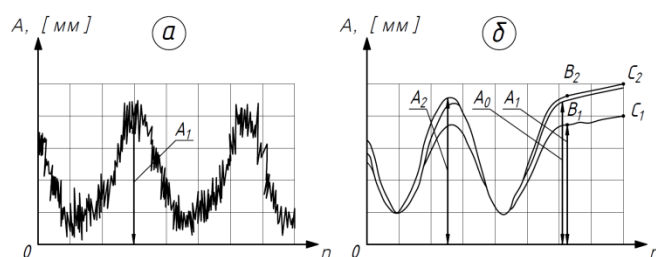
В процессе уплотнения грунта при воздействии вибродинамических нагрузок от (РМ) формируются гармонические колебания поверхности грунтовых оснований с определённой амплитудой и частотой в зависимости от степени уплотнения [1].

В зависимости от регулируемых параметров РМ изменяется по величине предельная деформация грунта, что приводит к различным значениям гармоник [1].



**Рис. 2.** Структурная схема формирования амплитуд гармонических колебаний грунта при работе виброуплотняющего механизма с регулируемым импульсом удара.

$A'_1$  - от вибромеханизма до поверхности слоя (1-ая гармоника);  $A_0$  - на рабочем механизме;  $A'_2$  - от вибромеханизма по высоте уплотняемого слоя  $H_0$  (2-ая гармоника);  $A_1$  и  $A_2$  - от поверхности слоя (1-ая гармоника) и от глубины (2-ая гармоника).

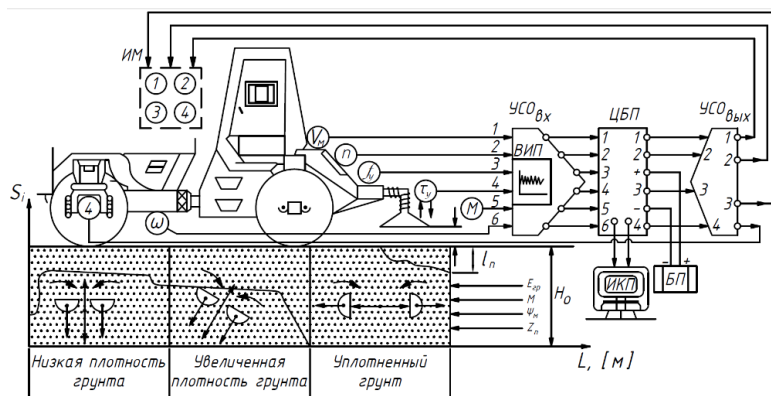


**Рис. 3.** Характеристики синусоидальных входных вибрационных сигналов в зависимости от числа проходов грунтоуплотняющей машины  
а – в начальный период; б – на заключительном этапе уплотнения

Малоуплотненный грунт имеет наименьший модуль деформации, характеризующий степень упругости грунта и поэтому гармоники вибрационных колебаний имеют очень слабый сигнал. По мере увеличения степени уплотнения (грунт становится более «жестким») появляются основные гармоники колебаний поверхности грунта  $A_1$  и  $A_2$ .

Установленный на опоре вальца виброкатка акселерометр воспринимает вертикальную составляющую вибрации.

По мере уплотнения грунта усиливается воздействие на вибровалец, выходной сигнал датчика изменяется, и форма сигнала из синусоидальной превращается в наклонную нелинейную характеристику, так как в спектре сигнала появляются гармоники, кратные основной частоте  $A_2$ . В устройстве выделяются из входного сигнала основная частота - первая и вторая гармоники этой же частоты. После детектирования этих сигналов вычисляется отношение второй гармоники к первой, которое и характеризует степень уплотнения грунта в зависимости от числа проходов [2].



**Рис. 4.** Функциональная схема автоматизированного управления технологическим процессом уплотнения грунтов.

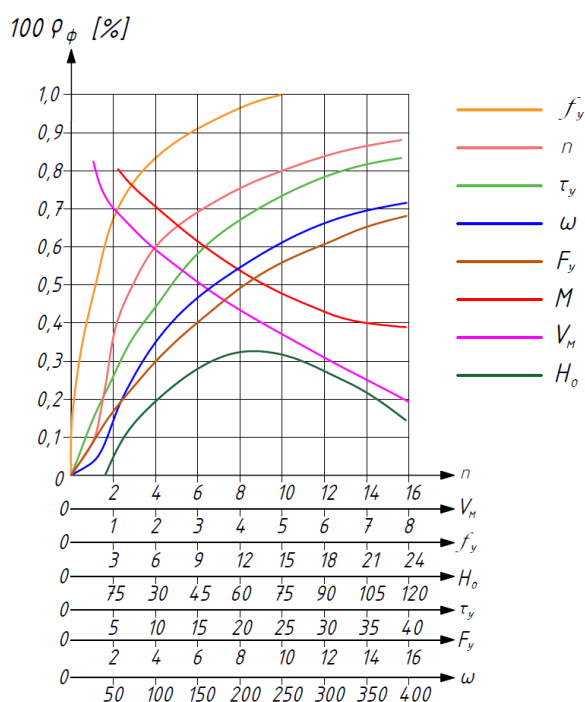
На схеме представлен виброуплотняющая машина (виброкаток). На опоре вальца виброкатка установлен акселерометр, который воспринимает вертикальную составляющую вибрации. Так же система включает в себя два устройства связи с объектом (УСО<sub>вх</sub> и УСО<sub>вых</sub>). УСО служит для объединения аналоговых и цифровых параметров объекта. УСО<sub>вх</sub> осуществляет сбор входных параметров. Затем информация обрабатывается в центральном блоке процессора (ЦБП). Следом сигнал поступает на интерфейс команд пользователя (ИКП) (к диспетчеру, водителю) и на УСО<sub>вых</sub>. УСО<sub>вых</sub> формирует и посылает команды на исполнительные механизмы (ИМ) 1, 2, 3 и 4, которые предназначены для регулирования: скорости движения машины, силы нанесения уплотняющего удара, частоты удара рабочего органа и частоту вращения валов кривошипа.

Технологический процесс уплотнения насыпных грунтов, как объекта автоматизированного управления можно представить в виде взаимосвязанной структуры формирования управляемых регулируемых параметров для компенсации внешних случайных воздействий, что обеспечивает заданную степень уплотнения грунта [3].

К внешним возмущающим относятся:  $M$  – влажность уплотняемого грунта,  $H_0$  – высота (толщина) слоя;  $\psi_n$  – гранулометрия и химический состав уплотняемого материала;  $Z_n$  – условия строительного участка, например рельефность связанная с перепадами высот, выемками, колеями и низинами;  $E_{гр}$  – степень упругости грунта, связанная со свойством сыпучей породы и переменной прочности в зависимости от степени его уплотнения.

К регулируемым (компенсирующим) воздействиям, которые создаются исполнительным механизмом уплотняющей машины при автоматизированном управлении в процессе непрерывного уплотнения грунта, относятся  $n$  - число проходов машины по одной захватке;  $V_n$  - скорость движения машины;  $\omega$  - частота вращения валов кривошипа (частота вибрации);  $\tau_y$  - время уплотнения на локальном участке;  $F_y$  - сила нанесения уплотняющего удара;  $f_y$  - частота удара рабочего органа.

Решение вопросов по определению влияний регулируемых параметров и неконтролируемых воздействий в такой взаимосвязанной динамической системе позволяющей автоматизировать технологический процесс уплотнения, возможно только с внедрением микропроцессорной системы управления с гибким программным обеспечением, для создания которой на базе активного эксперимента получены показатели регулируемых параметров и внешних воздействий, влияющих на основной параметр  $\rho_\Phi$  [4].



**Рис. 5.** Обобщенные характеристики зависимости степени уплотнения грунта от различных регулируемых параметров и внешних воздействий.

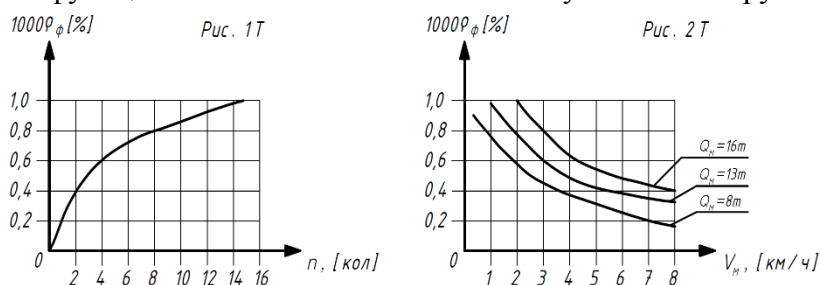
Обобщенные характеристики позволяют обеспечить заданное значение  $\rho_{\phi}$ , при одновременном изменении нескольких параметров. На одной захватке при уплотнении, значение  $\rho_{\phi} = 0,8$  было достигнуто получить числом проходов  $n = 10$ , но это увеличивало  $\tau_y$ , что снижало  $\Pi_y$ . А если уменьшить  $n$  до 4 ( $\rho_{\phi} = 0,6$ ) и одновременно включить параметр  $\omega = 100$  об/мин. то это дает дополнительно  $\rho_{\phi} = 0,35$  и суммарное значение составит  $\rho_{\phi} = 0,95 > 0,8$ . А с учетом влажности исходного материала, которая снижает  $\rho_{\phi}$  до 0,5, то необходимо для компенсации  $M$  увеличить  $\omega$  до 250 об/мин и т.д.

Эксплуатационная производительность и высокая степень уплотнения во многом определяют технико-экономические показатели при выполнении строительных работ. Эксплуатационная производительность определяется:

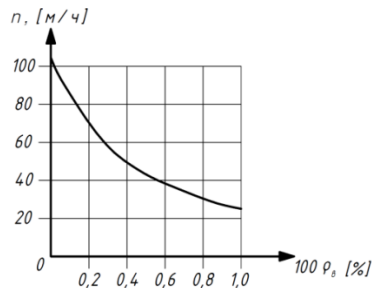
$$\Pi_{\Sigma} = \frac{1000(B - b)V_M \cdot H_0}{n} \cdot K_B, \quad [\text{м/час}]$$

где  $B$  – ширина полосы уплотнения, [м];  $b = 0,1\text{м}$  – ширина перекрытия смежных полос;  $V_M$  – скорость перемещения машины во время уплотнения, [м/час];  $n$  – число проходов машины на одной захватке.

В выражении коэффициенты  $B$ ,  $b$ ,  $K_B$ ,  $H_0$  не зависят от режима работы машины, но коэффициенты  $V_M$  и  $n$  функционально связаны со степенью уплотнения грунта  $\rho_{\phi}$



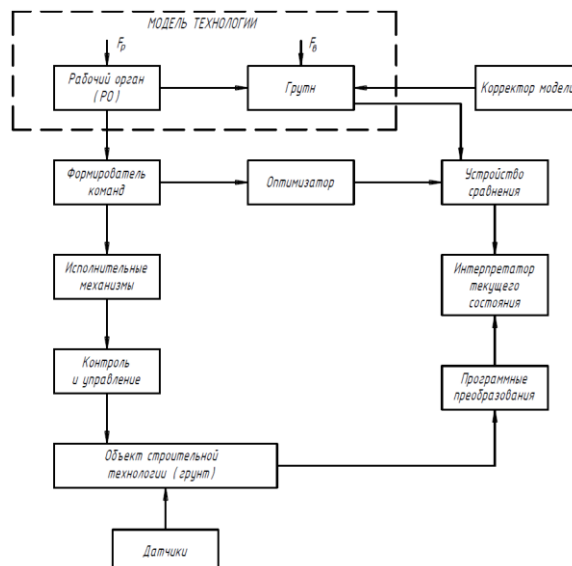
**Рис. 6.** Зависимость степени уплотнения от числа проходов и скорости машины.



**Рис. 7.** Зависимость производительности машины от прочности грунта.

Увеличение значения « n » приводит к снижению  $\Pi_3$ , и повышению  $\rho_\phi$ , а большая скорость  $V_{\text{н}}$  повышает  $\Pi_3$ , но резко снижается  $\rho_\phi$ . Одновременно изменяется параметр  $\tau_y$ .

Если не регулировать параметры  $F_B$ , то для достижения заданного значения  $\rho_\phi$ , необходимо значительно снизить производительность  $\Pi_3$ , а за счет снижения скорости движения машины и увеличения числа ее проходов, что приводит к снижению технико-экономических показателей. Устранить это противоречие позволяет САУ — ТУ за счет регулирования параметрами  $F_y$ ,  $\omega$ ,  $f_y$ , изменения которых позволяет увеличить значения  $\rho_\phi$ , не снижая эксплуатационную производительность машины[5].



**Рис. 8.** Структура имитационной модели системы автоматизированного управления технологическим процессом уплотнения грунта.

Достоинством такой системы управления технологией уплотнения является непрерывный контроль в процессе работы машины достигнутой степени уплотнения грунта (значение плотности).

## ВЫВОДЫ

В заключении можно сделать следующие выводы. Внедрение системы автоматизированного управления позволило:

- 1) повысить экономическую эффективность. Внедрение САУ позволяет увеличить эксплуатационную производительность  $\Pi_3$  на одной захватке (50 м) на 18 - 20% при высоком качестве уплотнения;
- 2) сокращается расход горюче-смазочных материалов на 25%;
- 3) повысить износостойкость рабочего органа грунтоуплотняющей машины;

4) исключить передвижные лаборатории для инспекционного контроля прочности уплотняемых поверхностей, что в среднем на 18% сокращает затраты на выполнение технологических операций.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Тихонов А.Ф., Кащеев А.А.* Контроль степени уплотнения насыпных строительных грунтов «Интерстроймех-2005» Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции — Тюмень, 2005 с 109-111.
2. *Кащеев А.А., Тихонов А.Ф.* Влияние входных параметров на степень уплотнения грунта насыпных строительных сооружений «Интерстроймех-2005» Сборник научных трудов Международной научнотехнической конференции — Тюмень, 2005 с 107-109.
3. *Кащеев А.А., Тихонов А.Ф.* Метод получения информации о степени уплотнения грунта на основе вибродинамических измерений. Сборник научных трудов «Автоматизация технологических процессов, строительных машин и оборудования» - М, МГСУ. 2005, с 95-101.
4. *Кащеев А.А.* Математическая модель системы автоматического управления технологическим процессом уплотнения грунта строительных оснований и покрытий. Сборник научных трудов «Механизация и автоматизация строительства и строительной индустрии» — М., МГСУ, 2005, с 46-53.
5. *Тихонов А.Ф., Кащеев А.А.* Технологические обоснования автоматизации процесса уплотнения насыпных грунтов вибродинамическим методом. Сборник научных трудов «Механизация и автоматизация строительства и строительной индустрии» — М., МГСУ, 2005, с 128-134.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТРОЙСТВА ОТСЕЧНЫХ ЭКРАНОВ НА СНИЖЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСАДОК ЗДАНИЙ

Морозов Е.Б.<sup>1</sup>, Кузнецова Д.П.<sup>1</sup>

*1- студент НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26,*

Освоение подземного городского пространства, включающее строительство подземных комплексов, требует разработки мер по защите зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства. Целью анализа экспериментальных исследований является получение данных по техническим параметрам, определяющим эффективность применения геотехнических экранов вблизи глубоких котлованов. Возможность применения геотехнического отсечного экрана для защиты существующих зданий и сооружений следует рассматривать в случае, если их расчетные дополнительные деформации основания фундаментов по результатам геотехнического прогноза достигают предельных дополнительных величин, согласно СП 22.13330.

Заведомо пресекая нанесение повреждений существующим зданиям и сооружениям, включая инженерные коммуникации, на практике строительства в настоящее время применяют традиционные защитные мероприятия (закрепление грунта основания, усиление фундаментов сваями и т.д.). Данные методы защиты можно назвать «пассивными». Однако можно применить принципиально иной путь – активного воздействия на напряженно-деформированное состояние (НДС) грунта с целью компенсации его изменения и даже восстановления до исходного состояния.

Геотехнический отсечной экран представляет собой сплошную или прерывистую конструкцию в виде «стены в грунте» или стенки из металлических труб, буровых свай. Защитную конструкцию устраивают в грунте между будущим котлованом и существующими сооружениями, подлежащими защите. Во время строительства новых заглубленных или подземных сооружений экран позволяет снизить деформацию фундаментов окружающей застройки до нормативных величин. Он позволяет определить, отсечь, область грунтового массива, в котором возникают изменения НДС от строительства новых заглубленных или подземных сооружений, от области грунтового массива, вмещающего существующие конструкции.

Возможность применения геотехнического отсечного экрана для защиты окружающих зданий и сооружений следует рассматривать в случае, если их расчетные дополнительные деформации основания фундаментов по результатам геотехнического прогноза достигают предельных дополнительных величин, согласно СП 22.13330 [1]. Рекомендуется применение геотехнических отсечных экранов в качестве защитного мероприятия для зданий и сооружений, в том числе исторической застройки, расположенных на расстоянии не менее  $0,4 \cdot H_k$  от ограждения котлована в случае, если требуется снизить дополнительные расчетные деформации оснований их фундаментов на незначительную величину. При этом экран следует располагать ближе к ограждению котлована на расстоянии, исключающем возможность проявления технологических осадок от его устройства. Выбор типа отсечных экранов зависит от ряда факторов: инженерно- и гидрогеологических условий площадки строительства, удаленности здания от котлована или коллектора, насыщенности грунтового массива коммуникациями и величины технологической осадки зданий, вызванной устройством отсечного экрана.

Согласно Н.С. Никифоровой, В.А. Ильичеву, по результатам уже ранее проведенных численных и натурных экспериментов, свидетельствуется, что применение вертикальных геотехнических отсечных экранов не снижает осадки фундаментов зданий в зоне влияния



глубоких котлованов до нормативной величины [2-4]. Снижение деформаций зданий от устройства котлована может быть достигнуто путем устройства геотехнического отсечного экрана в коллаборации с другими видами защитных мероприятий, либо путем изменения его положение относительно вертикальной оси. При этом в отечественных нормах отсутствуют данные по параметрам и условиям эффективного применения геотехнических экранов, в особенности при строительстве в глубоких котлованах.

Проанализируем проведенные экспериментальные исследования Ф.Ф. Зехниевым, Д.А. Внуковым на получение данных по техническим параметрам, определяющих эффективность применения геотехнических экранов вблизи глубоких котлованов [5]. Для выявления оптимальных результатов было проведено 33 расчета по оценке влияния котлована глубиной  $H_k = 8$  м на изменение НДС оснований существующей застройки.

**Табл.1** Сопоставление экспериментальных и расчетных данных по диапазону перемещений грунтового массива для физической модели котлована глубиной 8 м

№ опыта	Наличие экрана	Метод определения величины перемещений грунтового массива	Диапазон перемещений, мм		
			общих	горизонтальных	вертикальных
1	Без экрана	экспериментальный	0,02-0,15	0,015-0,06	0,01-0,2
		численный	0,016-0,16	0,014-0,14	0,01-0,13
2	Вертикальный	экспериментальный	0,02-0,35	0,01-0,25	0,01-0,3
		численный	0,02-0,34	0,01-0,26	0,01-0,3
3	Наклонный	экспериментальный	0,02-0,5	0,01-0,05	0,02-0,35
		численный	0,1-1,0	0,001-0,34	0,06-0,7

Анализируя выше представленные данные результаты проведенных в лаборатории испытаний согласуются с результатами численного моделирования. Положение геотехнического отсечного экрана в расчетах принималось по ранее установленным в НИИОСП параметрам, определяющим глубину погружения ( $1,2 H_k$ ) и расстояние до котлована ( $0,3 H_k$ ) при угле наклона экрана к вертикали  $15^\circ$ .

**Табл.2** Физико-механические свойства грунтов.

Тип грунтовых условий	Наименование грунтов	Толщина слоя, м	Физико-механические характеристики				
			$\gamma, \frac{кН}{м^3}$	$c, кПа$	$\varphi, ^\circ$	$E, МПа$	$\nu$
I	насыпь	1,5	16,5	1	12	10	0,35
	песок ср. крупности, ср. плотности	10,0-15,0	19,7	2	36	30	0,30

II	насыпь	1,5	16,5	1	12	10	0,35
	Суглинок полутвердый	6,5	20,0	38	21	22	0,35
	песок ср. крупности, ср. плотности	3,5-8,5	19,7	2	36	30	0,30
III	насыпь	1,5	16,5	1	10	10	0,35
	песок мелкий, рыхлый	3,5	17,0	1	27	17	0,30
	песок пылеватый, рыхлый	3,0	16,7	1	23	7	0,30
	песок пылеватый, ср. плотности	4,5-10,0	18,9	1	18	18	0,30

На основании полученных расчетов можно выполнить оценку величины снижения дополнительной осадки поверхности грунтового массива. Величина снижения дополнительной осадки определяется отношением осадки поверхности грунтового массива или фундаментов здания с учетом применения экранов к осадке без применения экрана.

**Табл.3** Оценка величины снижения дополнительной осадки поверхности грунтового массива

Тип грунтовых условий	Вид отсечного экрана	Относительная область снижения деформаций поверхности грунтового массива	Коэффициент максимального снижения осадки поверхности грунтового массива $\frac{S_2}{S}$
I	вертикальный	(0,3-0,8) $H_k$	0,20
	наклонный	(0,3-0,6) $H_k$	0,20
II	вертикальный	(0,3-0,6) $H_k$	0,25
	наклонный	(0,3-1,0) $H_k$	0,25
III	вертикальный	(0,3-1,0) $H_k$	0,25
	наклонный	(0,3-1,0) $H_k$	0,35

При выполнении геотехнического прогноза необходимо учитывать технологическую осадку основания фундаментов зданий от устройства геотехнического отсечного экрана. Эту величину необходимо суммировать с расчетной дополнительной осадкой здания, полученной по результатам численного моделирования. Рекомендуется применение геотехнических отсечных экранов в качестве защитного мероприятия для зданий, расположенных на расстоянии не менее 0,4  $H_k$  от ограждения котлована в случае, если требуется снизить дополнительные расчетные деформации оснований их фундаментов на незначительную величину.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. СП 22.13330.2011 “СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция” – М.: 2011.
2. *Никифорова Н.С., Коновалов П.А., Зехниев Ф.Ф.* Геотехнические проблемы при строительстве уникальных объектов. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2010 № 5 С. 2–8.
3. *Никифорова Н.С.* Геотехнические отсечные экраны для защиты зданий вблизи глубоких котлованов // Сб. науч. тр. НИИОСП им. Н.М. Герсеванова ОАО “НИЦ “Строительство”. Вып. 100. – М., 2011. – С. 224 – 242.
4. *Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С.* Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012 № 2 С. 15–17.
5. *Зехниев Ф.Ф., Внуков Д.А.* Экспериментальные и численные исследования эффективности применения геотехнических экранов при защите городской застройки. // Строительные науки. – 2016. - №4. – С. 141 - 147.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Могуев А.П.<sup>1</sup>, Лебедева Е.С.<sup>1</sup>

*1-студент 4 курса НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д.26  
Научный консультант к.т.н. доцент кафедры ИИиГЭ Курочкина В.А. НИУ МГСУ, г.  
Москва, ул. Ярославское шоссе, д.26*

### Аннотация

В связи с активным строительством больших городов в настоящее время очень актуальна проблема рационального использования городских территорий. В данной статье авторы рассматривают дом высокой этажности в г. Москва, основанием дома являются типичные для г. Москва грунты, рассматривается влияние плитного фундамента на данные грунты, с учетом использования пространства под зданием для организации подземной парковки, планировка первого свободной. Предметом исследования является многоэтажное строительство на сложных грунтах, возможные способы рационального использования пространства незастроенного первого этажа, а также подземной части здания. Цель данной статьи показать на примере жилого дома, этажность которого выше средней по городу, взаимодействие плитного фундамента с грунтом основания, что в свою очередь покажет возможность строительства подобных домов, на схожих основаниях с данным типом планировки. Как пример рассматривается 31 этажное жилое здание на плитном фундаменте, над землей его удерживают пилоны.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в г. Москва ведется застройка новых жилых кварталов, в том числе по программе реновации. В отличие от малых городов с большими свободными площадями для застройки, в г. Москва мы строим на свободных локациях, и не можем выбирать как место, так и геологию. В основном в Москве верхний слой представлен техногенными грунтами, с высоким уровнем грунтовых вод, большим количеством карста и т.д. Так же важна проблема рационального использования территорий, что особенно важно в условиях точечной застройки, при недостатке свободных площадей под застройку, а также увеличением требуемых парковочных мест.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Проблемы рационального использования городских территорий при застройке городов рассматриваются в работах многих авторов [1-2]. В своих работах [2] авторы говорят о том, что необходимо применять методологию «зеленых» стандартов с целью обеспечения «экологической безопасности строительства точечных объектов в сложившейся городской застройке». В статье [1] авторы рассматривают проблему рационального использования территорий, как решение предлагая строительство домов на ножках, но в отличие от здания, рассматриваемого в данной статье дома стоят на свайном фундаменте, из-за чего в свою очередь появляется опасность разрушения соседних построек, особенно если при монтаже используются мощные молоты, вызывая сильные продольные колебания в почве. Многие авторы рассматривали в своих работах проблемы техногенных грунтов [4,5]. В своих работах авторы говорят, о том, как бороться со сложными грунтами, как для экологической безопасности [6] использовать разные типы домов [1]. Авторы в своей книге [8] изложили принципы проектирования и строительства на насыпных и слабых водонасыщенных грунтах, так же описали

возможные конструктивные мероприятия, которые проводят при стесненных условиях строительства, а именно, применение однотипных фундаментов в примыкающих зданиях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для примера рассмотрим 31-этажное здание с подземной парковкой (Рис.1, 2), первый этаж которого является незастроенным. Многоквартирный жилой дом состоит из трех корпусов (корпус А, корпус Б и корпус В) переменной этажности, соединенных общей одноуровневой подземной автостоянкой (Рис.1.). Жилые корпуса А и Б коридорного типа и одноэтажное нежилое здание (корпус В) с помещением диспетчерской (ОДС) и центра информирования населения.

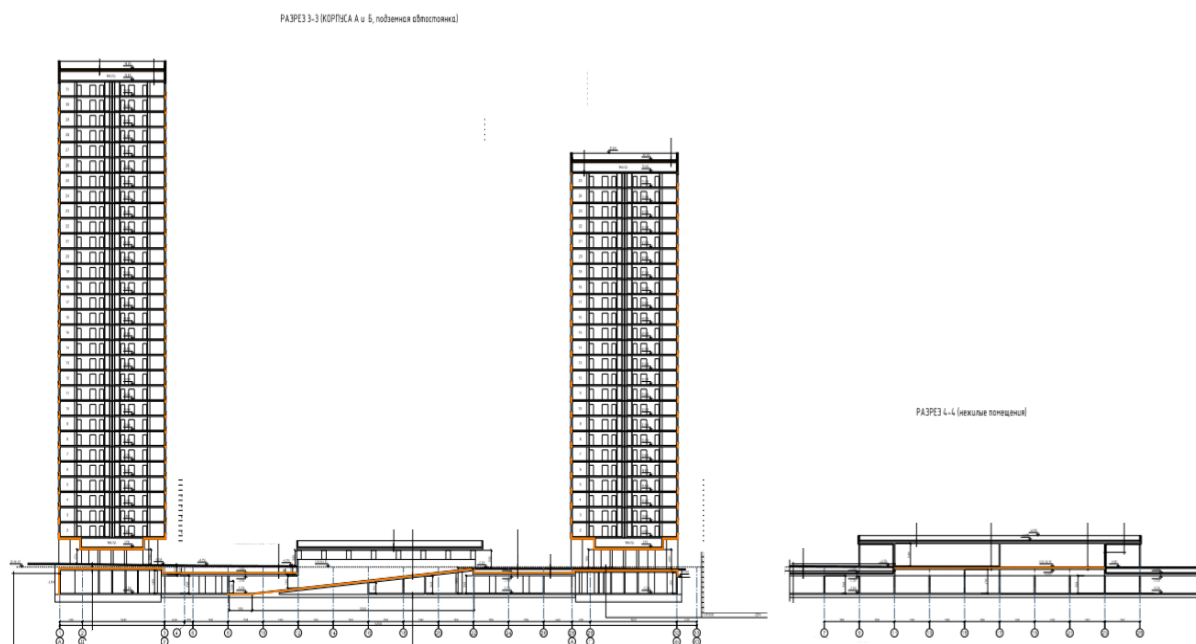


Рис.1. - Разрез рассматриваемого здания.

Рассмотрим геологическое строение участка строительства (Рис.2):

Сверху-вниз:

1) **Насыпной грунт((tQIV)** - Суглинок, песок, с включениями строительного мусора до 10%. Мощность отложений составляет 0,70-3,90 м (ИГЭ-1)

2) **Флювиогляциальные отложения (fQIIms)** - представлены суглинком светло-коричневым, тугопластичным, с включениями до 10% дресвы, (ИГЭ-2). Мощность отложений составляет 0,80-4,70 м. Грунт ИГЭ-2 вскрыты всеми скважинами с глубины 0,70– 5,80 м, с абсолютными отметками кровли слоев 158,92-164,47 м. Абсолютные отметки подошвы слоев ИГЭ-2 с минимальными и максимальными значениями составляют 156,02- 163,57 м.

3) **Флювиогляциальные отложения (fQIIms)** - представлены песком мелким коричневым, средней плотности, средней степени водонасыщения (ИГЭ 3). Мощность отложений составляет 0,50-4,40 м. Грунт ИГЭ-3 вскрыты всеми скважинами с глубины 1,10-11,50 м, с абсолютными отметками кровли слоев 153,22-164,05 м. Абсолютные отметки подошвы слоев ИГЭ-3 с минимальными и максимальными значениями составляют 152,52-163,55 м.

4) **Ледниковые отложения (gQIIms)** - представлены суглинком красновато-коричневым, песчанистый, полутвердой консистенции, с включениями 15-20% дресвы и щебня (ИГЭ- 4). Мощность отложений составляет 1,30-5,80 м. Грунт вскрыт всеми скважинами с глубины 4,50-8,70м, с абсолютными отметками кровли слоев 156,02-160,31 м. Абсолютные отметки подошвы слоев ИГЭ-4 с минимальными и максимальными значениями составляют 152,71-158,35 м.

5) **Ледниковые отложения (gQПdn)** - представлены суглинком темно-серым и буровато-коричневым, полутвердой консистенции, с включениями до 25-30% дресвы и щебня (ИГЭ-5). Мощность отложений составляет 5,50-13,0 м. Грунт вскрыт всеми скважинами с глубины 7,90-12,20м, с абсолютными отметками кровли слоев 152,52-157,12м. Абсолютные отметки подошвы слоев ИГЭ-5 с минимальными и максимальными значениями составляют 143,09-147,21м.

б) **Флювиогляциальные отложения (fQПо-d)** - представлены песком (ИГЭ-6) мелким сероватого цвета, средней плотности, глинистый. Мощность отложений составляет 1.30-4.20 м. Грунт ИГЭ-6 вскрыт всеми скважинами с глубины 17,50-21,50м, с абсолютными отметками кровли слоев 143,09-147,21 м. Абсолютные отметки подошвы слоев ИГЭ-6 с минимальными и максимальными значениями составляют 140,75-145,11м

Также следует отметить, что грунты (ИГЭ № 2), согласно ГОСТ 31384-2017 "Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования", неагрессивны ко всем маркам бетона и ж/б конструкциям. Коррозионная агрессивность грунтов, согласно ГОСТ 9.602 - 2005 акт. 2016 "Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии", к свинцовым оболочкам кабелей – низкая и средняя, к алюминиевым - средняя, к углеродистой стали – высокая. Нормативная глубина сезонного промерзания согласно СП 131.13330.2012 "Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*" и СП 22.13330.2011 "Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*", п.5.5.3 составляет для: - суглинков и глин – 132 см; - песков – 161 см. В соответствии с СП 22.13330.2011, п. 6.8.4 и ГОСТ 25100-2011 "Грунты. Классификация", таблица Б.27 по степени морозной пучинистости грунты в зоне сезонного промерзания, характеризуются: - ИГЭ 1 – насыпной грунт – среднепучинистый; - ИГЭ 2 – суглинок тугопластичный – среднепучинистый. Исходя из этих характеристик можно определить категорию сложности инженерно-геологических условий согласно приложению А (СП 47.13330.2012 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96"), как среднюю (II).

Подземные воды на площадке вскрыты всеми скважинами и представлены тремя водоносными горизонтами.

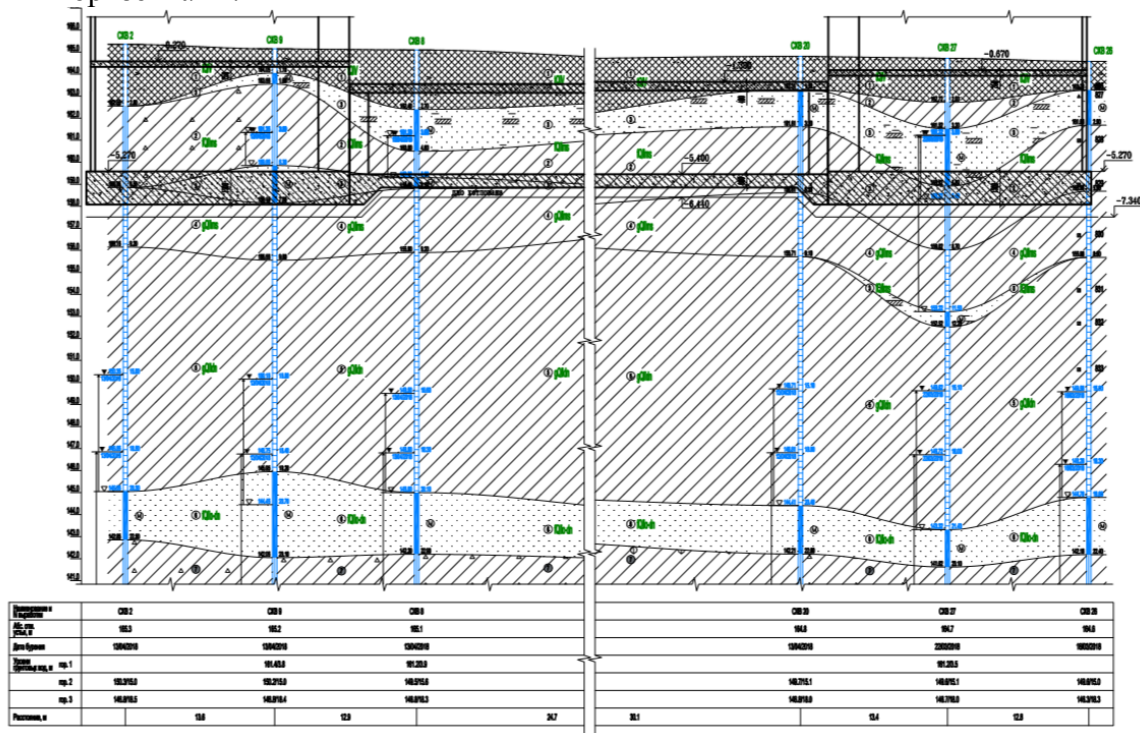


Рис.2. - Геологический разрез

Наличие пучинистых грунтов в зоне сезонного промерзания является одним из неблагоприятных для строительства факторов. Данный объект можно отнести ко II (средней) геотехнической категории.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учитывая, сложность инженерно-геологических условий, а именно наличие техногенного грунта, подземных вод и возможного пучения грунтов, возможна замена насыпных грунтов, чтобы не использовать их в качестве естественного основания. Оптимальным конструктивным решением для фундамента, может быть устройство плитного фундамента толщиной 1,5 м, глубокого заложения. Это обусловлено так же тем, что предназначение плитного фундамента состоит в распределении нагрузки на более объемную площадь, для предотвращения деформаций возведенных объектов при движениях грунта.

Важнейшим преимуществом плитного фундамента является его большая площадь опоры, что существенно снижает давление, оказываемое на грунт. Как следствие, исключается неравномерная осадка постройки и деформация стен.

Среди прочих достоинств можно отметить следующие:

- 1) простота монтажа; безопасность и долговременные гарантии прочности;
- 2) противостояние как наземным, так и грунтовыми водам;
- 3) предотвращение движения грунта;
- 4) вероятность обустройства цокольного этажа;

Приведенные в таблице 1,2 расчеты показывают правильность выбора фундамента, который обеспечивает надежность конструкции здания. При этом необходимо отметить, что под зданием на отм. -5,200 расположена подземная автостоянка на 265 м/мест, электрощитовые, венткамеры, ИТП, насосная, подвал для пропуска инженерных коммуникаций. Из автостоянки предусмотрен выезд на неотапливаемую двухпутную рампу, защищенную от атмосферных осадков кровлей. Надземная часть здания, начиная с отметки +5.490, является естественным навесом над входами в вестибюли жилой части здания. Входы запроектированы непосредственно с планировочной отметки прилегающей территории. Квартиры располагаются, начиная со 2-го этажа. Высота жилых этажей составляет 3 м. Ширина межквартирных коридоров не менее 1,50м. В каждой квартире запроектированы остекленные лоджии. Парковка и основное здание практически не соприкасаются. И поэтому обеспечивается пожарная безопасность, а также исключается возможность попадания парковочных газов в жилые помещения. Открытое пространство первого этаж возможно использовать для устройства зон отдыха, спортивных и детских площадок и дополнительного озеленения, а также для прохода маломобильных групп населения.

**Табл. 1.** Сопоставление расчетных и предельно допустимых значений. Корпус А.

№ п/п	Параметр	Величина, размерность	Предельно допустимое значение	Расчетное значение
1	Средняя осадка	$s$ , см	15.0	13.16
2	Относительная разность осадок	$(\Delta s/L)_u$	0.003	0.00153
3	Среднее давление под подошвой от расчетных нагрузок	$P$ , кН/ м <sup>2</sup>	-	404

4	Расчетное сопротивление грунта	$R, \text{кН/м}^2$	-	702.7
5	Горизонтальные перемещения верха здания	$f_u, \text{мм}$	$h/500=105200/500=210.4$	205.9

**Табл. 2.** Сопоставление расчетных и предельно допустимых значений. Паркинг.

№ п/п	Параметр	Величина, размерность	Предельно допустимое значение	Расчетное значение
6	Средняя осадка	$s, \text{см}$	15.0	0.35
7	Относительная разность осадок	$(\Delta s/L)_u$	0.003	0.000067
8	Среднее давление под подошвой от расчетных нагрузок	$P, \text{кН/м}^2$	-	57
9	Расчетное сопротивление грунта	$R, \text{кН/м}^2$	-	718.4
10	Пролет $L=10900$ (в осях 26-30/М-И*) на отм. -1.300	$f_u, \text{мм}$	$10900/241=45.2$	42.3
11	Пролет $L=5270$ (в осях 16-18/С-Т) на отм. +3.750	$f_u, \text{мм}$	$5270/200=26.5$	7.7

## ВЫВОДЫ

При строительстве в стеснённых условиях необходимо правильно планировать пространство. Также конструктивные решения необходимо принимать исходя из сложных инженерно-геологических условий. В связи с большим количеством автомобилей необходимо при строительстве жилых зданий предусматривать крупные парковки. Оптимальным вариантом являются подземные автостоянки. При том важно, чтобы стоянка не соприкасалась с жилым зданием, для обеспечения дополнительной пожарной безопасности.

Взяв в качестве примера 31-этажный дом, можно с уверенностью сказать, что если дом такой этажности, что является больше средней по Москве, на данном фундаменте может стоять на таких грунтах с подземной парковкой, проходя по критериям, то стандартные дома 16-22 этажа можно так же строить, не взирая на всю неоднозначность геологии. Оборудование дома подземной парковкой поможет решить проблему рационального использования территории и увеличить количество парковочных мест. Метод планировки открытого первого этажа, позволяет:

1. Благодаря незастроенному первому этажу образовывать пространственное раскрытие в глубину территории квартала, соответственно не рассекают квартал на изолированные части и не затрудняет связь на территории, не мешая пространственному восприятию всей застройки.



2. Открытое пространство первого этаж возможно использовать для устройства зон отдыха, спортивных и детских площадок и дополнительного озеленения, а также для прохода маломобильных групп населения.

3. Отсутствует проблема, которой подвержены первые этажи, расположенные непосредственно на земле: повышенная влажность, влияние низких температур на температуру в квартире.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Яковлева И.Ю., Могуев А.П., Лебедева Е.С. (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет) Городские территории и их рациональное использование в условиях плотной застройки // Естественные и технические науки № 3 (129) 2019. стр. 253-255.
2. Теличенко В.И., Сумеркин Ю. А. Градостроительные проблемы и перспективы точечной застройки (уплотнительной) застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №2. С. 12-16.
3. Николаева Р. В. Создание безбарьерной среды в городах для маломобильных групп населения // Вестник НЦ БЖД. 2018. №4 (38). С. 105-109.
4. Дзекцер Е.С. «Природные опасности России» Том 3, Москва, 2002г
5. Огородникова Е.Н. «Техногенные грунты» 2005г
6. Потапов А.Д «Экология» 2000г
7. Абелев Ю.М., Крутов В.И. «Возведение зданий и сооружений на насыпных грунтах» М.: Госстройиздат, 1962, 147с
8. Антонов В.М., Леденев В.В., Скрылев В.И. «Проектирование зданий в особых условиях строительства и эксплуатации» Тамбов, 2002

## ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Простотина Л.А.<sup>1</sup>, Субботин А.С.<sup>2</sup>

*1-студент 4 курса, НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26*

*2-к.т.н. доцент кафедры Технологии, организации и управления в строительстве, НИУ МГСУ, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26.*

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена особенностям и назначению инженерно-геологических изысканий для сохранения объектов культурного наследия, а также возможности применения модульного строительства без проведения инженерно-геологических изысканий в виду минимальных воздействий на культурные слои и экологичность.

В представленной работе рассмотрены: технология инженерно-геологических изысканий и исследований, использование различных методов изучения геологической среды, применение различных технологий, позволяющих минимизировать влияние на объекты культурного наследия, а также мероприятия, направленных на сохранение окружающей среды. В статье рассматриваются методы, применяемые в условиях памятников культурного наследия (памятников и ансамблей) народов Российской Федерации, в объеме, необходимом для оценки их состояния, выполнения проектов ремонтно-реставрационных работ (консервации, реставрации, приспособления для современного использования), а также для разработки рекомендаций по обеспечению их сохранности.

Целью данной работы является установление возможности использования модульного строительства без предварительных инженерно-геологических изысканий на территориях объектов культурного наследия.

Изучение особенностей инженерно-геологических изысканий производится на основе существующей практики, а также рассмотрении уникального проекта «Комплекс объектов дорожного сервиса» по адресу: «Ярославская область, Переславский район, возле дер. Городище» и возможности его реализации (устройство не капитального модульного строения) при условиях расположения земельного участка на территории объекта культурного наследия - достопримечательное место «Клещин» и территории национального парка «Плещеево озеро».

### ВВЕДЕНИЕ

Сохранение объектов культурного наследия как одних из неотъемлемых атрибутов не только сохранения традиций, но и истории, развития культуры, всегда являющимися важными задачами, стоящими перед любым государством. Инженерная геология как наука и инженерно-геологические изыскания, в частности являются одним из важных помощников в этом деле. Инженерно-геологические изыскания представляют собой изучение факторов техногенного воздействия природных условий на охраняемые объекты с целью сохранения памятников культурного наследия. От результатов изысканий зависят техническая безопасность сооружений и зданий, долговечность эксплуатации, а также уровень рисков по возникновению аварийных ситуаций.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

К объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологиче-

ского наследия) и иные объекты, с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

Когда речь идёт о сохранении объектов культурного наследия, возникает необходимость обеспечить комплексное изучения инженерно-геологических условий территории, на которой находятся данные объекты, изучить рельеф, геоморфологию участка, техногенные отложения - культурный слой. Состав и объем изысканий и исследований необходимо проводить для непосредственного изучения состояния исторического природно-технического объекта, чтобы дать соответствующий прогноз изменения состояния ИПТО, а также выбрать наиболее подходящие технические решения. Ключевыми отличиями инженерно-геологических изысканий в условиях памятников культуры являются: нестандартность подхода к каждому конкретному объекту, неординарность применяемых методов, используемых для изучения геологической среды и обязательное рассмотрение при изысканиях ИПТО как подсистемы ИПТС (историческая природно-техническая система). Так же часто в ходе изысканий решаются дополнительные задачи, такие как, определение причин деформаций памятников архитектуры; оценки состояния ИПТС на момент конкретных изысканий; проведение ретроспективного анализа; составление прогноза развития экзогенных геологических процессов на территории объекта, поиск возможных зон риска; составление программ мониторинга и рекомендаций по оптимальному режиму эксплуатации.

Если говорить о самих технологиях инженерно-геологических изысканий и исследований стоит отметить, что данные исследования и изыскания выполняются в строго определенной последовательности, прописанной в ГОСТ Р 55528-2013. Так на этапе предварительных работ производят анализ различных сведений о реставрируемом или реконструируемом объекте, а именно: архитектурных, конструктивных, архивных. Помимо этого, производят рекогносцировочное обследование объекта, обрабатывают данные изысканий за предыдущие года. На основании анализа полученных данных составляют программу инженерно-геологических изысканий для разработки проекта реставрации, с соответствующим обоснованием всех предполагаемых работ. При выборе конкретных инженерно-геологических работ стремятся к минимизации ущерба памятникам культурного наследия, учитывают вид данного объекта, степень его сохранности и категорию сложности запланированных инженерно-проектных работ и предстоящих исследований.

На территориях объектов культурного наследия необходимо выполнять ретроспективный анализ развития застройки и поверхностных инфраструктур. При ретроспективном анализе развития застройки проводятся историко-архитектурных исследования конечная цель которых выяснить наличие подземных сооружений, фундаментов снесенных зданий, подземных выработок, тоннелей, инженерных коммуникаций и др. В то время как при ретроспективном анализе развития поверхностной инфраструктуры рассматривает инженерно-геологические условия территории, палеорельеф и на основе результатов проведённых исследований производится оценка природно-техногенной обстановки, устанавливается характер техногенных изменений инженерно-геологических условий, а также, уровень информативности материалов изысканий за прошлые года с последующей возможностью использования в предстоящих работах.

В задачи рекогносцировочного обследования входят требования перечисленные в СП 47.13330.2012 «Инженерно-геологические изыскания для строительства», а также дополнительно выявляются дефекты территорий, производится визуальный осмотр с целью выявления конструктивных элементов, выполняется деформационная съёмка трещин в конструкциях, устанавливается наличия и состояния подвалов, отвалов грунта, находящихся рядом с об-

следуемыми зданиями и сооружениями, определяются места расположения и состояния систем инженерных коммуникаций; устанавливается наличие засыпанных оврагов, свалок, карьеров, с обязательным указанием ориентировочной мощности насыпных грунтов.

Обследование грунтов оснований объектов культурного наследия необходимо производить как при их реставрации, так и при приспособлении, проведении противоаварийных работ и в случаях, когда в прилегающей к ним зоне производят определённые виды работ.

Однако, когда речь идёт о не капитальной модульной постройке на территории объекта культурного наследия возможно рассмотрение её устройства без проведения инженерно-геологических изысканий по тому, как сооружение оказывает минимальное антропогенное воздействие на культурные слои. Также важно чтобы работы, проводимые на территории объекта культурного наследия, равно как и возводимые объекты прошли соответствующие экспертизы, были согласованы с федеральными органами исполнительной власти, а также отвечали требованиям и были согласованы с Министерством культуры РФ. Важно отметить, что в случае одновременного нахождения территории предполагаемого строительства как в зоне объекта культурного наследия, так и в зоне национального парка необходимо, чтобы возводимые объекты отвечали задачам, прописанным в программе национального парка, был учтён дифференцированный режим охраны территории и дополнительно произведено согласование с федеральными органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

Если опираться на правовую базу, а именно статью 9.2 Закона № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия народов РФ» с органами государственной власти субъекта РФ необходимо согласовывать вопросы социально-экономической деятельности хозяйствующих субъектов, а также проекты развития населенных пунктов, находящихся на территориях соответствующих объектов культурного наследия и их охранных зон.

Также возведение объектов подлежит согласованию с федеральными органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды в случае нахождения территории строительства как на территории объекта культурного наследия, так и на территории национального парка одновременно. Помимо прочего проектная документация объектов строительства и реконструкции, которые предполагается осуществлять на территории национального парка подлежит государственной экологической экспертизе федерального уровня (п. 7.1 статьи 11 Федерального закона от 23 ноября 1995 г. №174-ФЗ «Об экологической экспертизе»), а разрешение на строительство объектов капитального строительства, строительства, реконструкцию которые планируется осуществлять в границах территории национального парка выдается в соответствии с п. 6 части 5 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ.

## **ВЫВОД**

Рассматривая применение модульного строительства, как возможных конструктивных решений при реализации инвестиционно-строительных проектов по возведению объектов в условиях объектов культурного наследия, необходимо отметить, что данные конструкции являются наиболее эффективными по сравнению с традиционным строительством. Это подтверждается характером, данных сооружений, как временных и переносных, комфортных и современных, отвечающим не только вопросам сохранности культурного слоя и минимальному антропогенному воздействию, так и экологической безопасности, развитию туризма и развитию инфраструктуры для местного населения в целом.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»
2. ГОСТ Р 55945-2014 «Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям для сохранения объектов культурного наследия»
3. <http://www.prom-terra.ru/articles/inzhenernye-izyskaniya-dlya-sokhraneniya-pamyatnikov-istorii-i-kultury.html>
4. СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»
5. ГОСТ Р 56891.1-2016 «Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 1. Общие понятия, состав и содержание научно-проектной документации»

7. Субботин А.С., Простотина Л.А. «Строительство объектов дорожного сервиса в национальных парках и заповедниках» // ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО № 2/2019
8. ГОСТ Р 55528-2013 Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования (с Поправкой)

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КАРСТООПАСНЫХ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Уткин М.М.<sup>1</sup>

*1-соискатель НИУ МГСУ, Москва, ОАО «Гео Палитра», Нижний Новгород, Россия*

**Аннотация:** в статье в хронологическом порядке приведен обзор и анализ различных мониторинговых систем, предназначенных для выполнения наблюдений за образованием и дальнейшим развитием карстовых деформаций в покровной (надкарстовой) толще грунтов (в т.ч. в основании зданий и сооружений). Рассмотрены их основные достоинства и недостатки. Сформулированы основные требования, которым должны отвечать системы мониторинга на карстоопасных территориях. Акцентируется внимание на необходимости развития данных систем в условиях глубокого залегания карстующихся пород.

### ВВЕДЕНИЕ

Проведение геотехнического мониторинга карстоопасных оснований зданий и сооружений позволяет обеспечить выполнение основополагающего требования Федерального закона N 384-ФЗ [17], касающегося безопасности объектов капитального строительства на соответствующих стадиях их жизненного цикла. Оно достигается за счет того, что при осуществлении мониторинга в значительной мере удается снизить карстовый риск (возможные ущербы экономического, экологического и социального характера), наступающий при нарушении нормальной эксплуатации объектов, а также при их частичном или полном выходе из строя.

Возрастающая актуальность проведения карстологического мониторинга именно оснований зданий и сооружений обусловлена тремя обстоятельствами.

Во-первых, увеличивающийся дефицит городских и промышленных территорий приводит к тому, что в последнее время все чаще геотехникам приходится осваивать те строительные площадки, которые ранее браковались или их инженерно-строительное освоение настоятельно не рекомендовалось.

Во-вторых, современные здания, сооружения и оборудование могут передавать значительные статические и вибродинамические нагрузки на основание. Кроме того, они могут быть чувствительны к неравномерным деформациям основания. Поэтому аварийные ситуации таких объектов, как правило, характеризуются высоким карстовым риском.

На третье обстоятельство, касающееся рационального проектирования объектов, по мнению автора статьи недостаточно акцентируется внимание в научно-технической литературе. Поэтому рассмотрим его более подробно. Исходя из практики инженерно-строительного освоения закарстованных территорий известно, что карстовые просадки и локальные оседания, как правило, являются своеобразным симптомом (предвестником) образования в будущем на их месте или в непосредственной близости от них карстовых провалов (в т.ч. крупных) [14, 16]. Однако проектируя подземные части сооружений (в первую очередь фундаменты) жесткими или, что еще хуже, чрезмерно жесткими, указанные симптомы выявить практически невозможно. В конечном счете, это может привести к «внезапному» образованию карстового провала в основании объекта со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями. Поэтому рациональный подход к проектированию сооружений будет способствовать скорейшему обнаружению симптомов будущих карстовых провалов и, соответственно, выполнению оперативных противокарстовых мероприятий. При этом рассматриваемый подход ни в коем случае не может являться обоснованием для заметного сокращения видов и объемов работ по карстологическому мониторингу.

Согласно СП 22.13330.2011 [12], СП 116.13330.2012 [11], Рекомендациям [7] и др. документам целесообразно, чтобы мониторинг карстоопасных оснований был комплексным, т.е. основывался на различных видах мониторинговых работ. Данное обстоятельство обусловлено трудностями прогнозирования карстовых процессов. Поэтому его всегда следует учитывать при составлении программ и проектов геотехнического мониторинга. В данной публикации речь пойдет о датчиках и устройствах, монтируемых преимущественно в верхней части основания и внутри несущих конструкций объектов, а также о глубинных реперах, устраиваемых в покровной (надкарстовой) толще грунтов. Исходя из этого, статья состоит из двух соответствующих разделов. Анализ научно-технических публикаций приведен в хронологическом порядке.

### **1. Датчики и устройства для наблюдений за карстовыми деформациями в верхней части основания и перемещениями несущих конструкций сооружений**

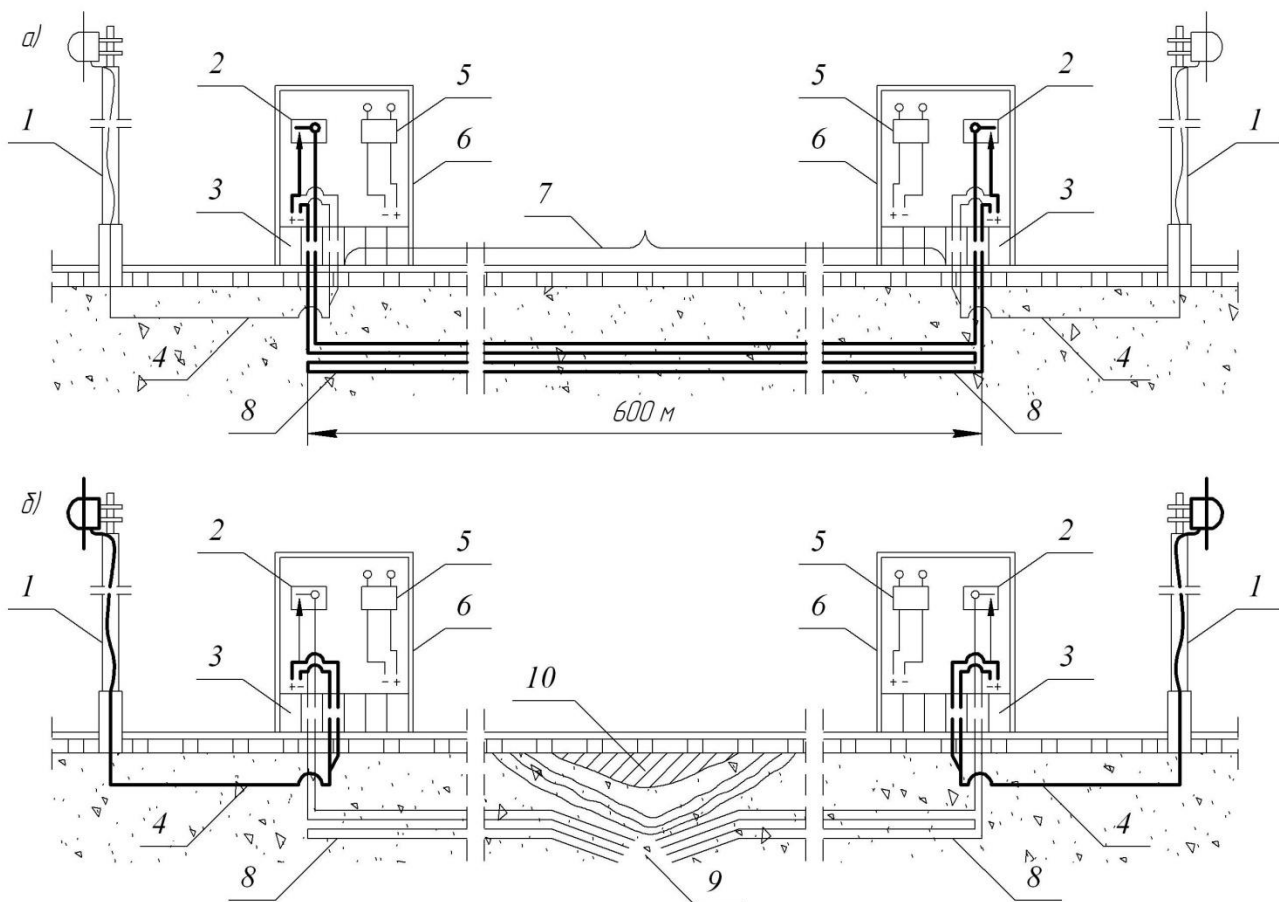
Одной из первых публикаций по сигнальным устройствам на карстоопасных территориях является работа Е.И. Буйнакова (1968) [2]. В ней приведена конструкция оповестительной электрорелейной сигнализации (рис. 1), которая в 1964 г. была установлена на наиболее опасных участках (395 и 413 км) Горьковской железной дороги.

Основная идея рассматриваемой сигнализации (см. рис. 1) заключается в следующем. В результате образования в верхней части земляного полотна карстовых деформаций (10) происходит обрыв проводов (8), расположенных в бетонных трубах небольшой длины. Это обстоятельство приводит к обесточиванию реле (2) и, следовательно, к переходу всей системы в заграждающее положение (б), которое сопровождается соответствующим сигналом светофоров (1).

К сожалению, за пару лет эксплуатации такой сигнализации несколько раз приходилось прерывать движение поездов из-за ложных сигналов о возникновении карстопроявлений. Впоследствии по этой причине от ее использования полностью отказались [15]. Необходимо отметить, что полученный практический опыт, связанный с **недопустимостью ложных срабатываний**, был учтен при подготовке Рекомендаций [7].

По мнению автора данной статьи, при разработке электрорелейной сигнализации в недостаточной мере были учтены **условия ее эксплуатации**, в частности влияние на работу сигнализации **температурно-климатических условий** и **внешних (вибродинамических) нагрузок**. В рассматриваемом случае это обстоятельство является существенным, поскольку глубина заложения проводов (8) составляет всего 0,5-0,7 м от кровли земляного полотна. Следует отметить, что на необходимость учета температурно-климатических условий особое внимание акцентируется в работах [3, 10].

В завершении анализа электрорелейной сигнализации необходимо отметить высокую сложность разработки мониторинговых систем для линейных сооружений (железные и автомобильные дороги, трубопроводы и т.п.), которая связана с их большой протяженностью в плане и незначительным поперечным размером. Поэтому при проектировании любых систем мониторинга обязательно следует учитывать **тип сооружения**.

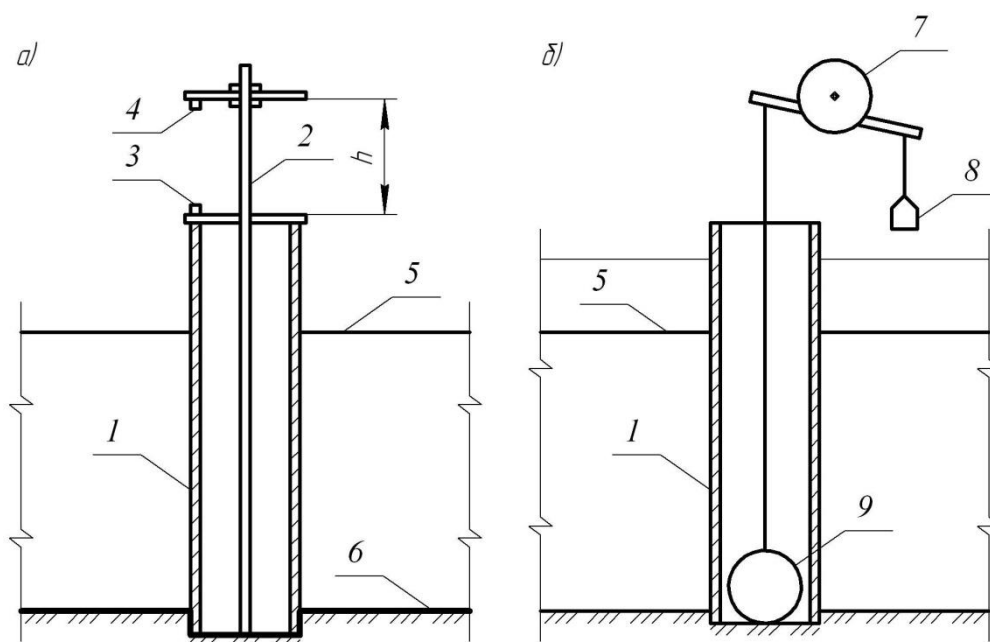


**Рис. 1.** Схема оповестительной электррелейной сигнализации (Буйнаков Е.И., 1968) [2].  
 Условные обозначения: *a* – нормальное положение (релейная цепь замкнута, поэтому сигналы светофоров не горят); *б* – заграждающее положение (релейная цепь разомкнута, следовательно, горят сигналы светофоров). 1 – светофор; 2 – реле; 3 – аккумулятор; 4 – кабель; 5 – выпрямитель; 6 – шкаф; 7 – обвальное место; 8 – провода, расположенные в бетонных трубах; 9 – место разрыва проводов; 10 – провальная воронка.

Следующими были проанализированы работы Таршиша В.А., Гордона А.Л. (1983) [13] и Гордона А.Л., Шапошникова В.Д. (1989) [4]. Наиболее обстоятельной из них является вторая публикация. В ней рассмотрены датчики-сигнализаторы двух конструкций. Обе они представлены на рис. 2. Первая система сигнализации, состоящая из датчиков, соединительных линий и щита, была смонтирована в 1980 г. в подвале 16-ти этажного инженерно-лабораторного корпуса ВНИИ телевидения и радиовещания [4, 13], вторая – установлена в 1987 г. в жилых домах на Хорошевском шоссе [4]. Все указанные объекты находятся в Москве. При этом площадки их расположения характеризуются достаточно высокой карстовой опасностью.

Принцип работы обоих датчиков-сигнализаторов (см. рис. 2) одинаковый. Он заключается в том, что при образовании карстовых деформаций под фундаментами зданий и сооружений металлический шуп (2) или поплавков (9) под действием собственного веса перемещается вниз. В первом датчике это обстоятельство приводит к сближению постоянного магнита (4) с контактом сигнализатора (3). Как только глубина деформации будет составлять не менее величины  $h$ , то произойдет срабатывание системы сигнализации. Во втором датчике происходит поворот рычага реле (7), которое сопровождается размыканием контактов и, затем, его обесточиванием. При этом своими контактами реле вызывает срабатывание системы сигнализации.





**Рис. 2.** Схемы датчиков-сигнализаторов (Гордон А.Л., Шапошников В.Д., 1989) [4].

Условные обозначения: *а* – с магнитными контактами; *б* – поплавкового типа. *1* – стакан из асбоцементной трубы; *2* – металлический щуп; *3* – контакт магнитно-контактного сигнализатора; *4* – постоянный магнит; *5* – фундамент; *6* – нижняя часть щупа, лежащая на грунте; *7* – поплавковое реле; *8* – противовес; *9* – поплавок.

По мнению А.Л. Гордона и В.Д. Шапошникова [4] первая конструкция датчиков-сигнализаторов (см. рис. 2, а) имеет некоторые недостатки:

- 1) конструктивные элементы датчика требуют индивидуального изготовления, что затрудняет их серийное производство;
- 2) в исходном состоянии элементы (3) и (4) являются разомкнутыми. Поэтому необходим периодический контроль всех соединительных линий, проходящих от датчиков до щита;
- 3) изготовление и монтаж щупа (2) сильно затрудняется при высоте от пола подвала до подошвы фундамента более 2 м.

Учитывая приведенные недостатки, А.Л. Гордоном и В.Д. Шапошниковым была разработана вторая конструкция датчиков-сигнализаторов (см. рис. 2, б). В дополнение к вышесказанному, необходимо отметить, что оба датчика имеют следующие основные недостатки:

1. В случае эксплуатируемых подвальных этажей использование датчиков таких конструкций не представляется возможным. Во-первых, они препятствуют нормальной эксплуатации подвальных помещений из-за выступов в полу и регулярно проводимого технического обслуживания. Во-вторых, если все же установить датчики с защитным кожухом, то вероятность их повреждения или выхода из строя, все равно будет достаточно высокой. Указанные обстоятельства еще раз подтверждают ранее сделанный вывод о том, что абсолютно все мониторинговые системы должны разрабатываться с учетом **условий их эксплуатации**.

По мнению автора данной статьи, принимая во внимание современный уровень развития техники и технологий, все вышеприведенные недостатки являются устранимыми.

2. Рассматриваемые датчики являются точечными системами сигнализации, т.е. они фиксируют деформации основания в конкретной точке. Поэтому для проведения мониторинга потребуется их устройство во многих точках. Например, в работе [13] было предложено устанавливать датчики с шагом не превышающем 6 м (согласно Инструкции [5] диаметр карстовой воронки в Москве на опасных и некоторых потенциально-опасных территориях равен 6 м), а в работе [4] – из расчета один датчик на 30–40 м<sup>2</sup> площади, что приблизительно соответствует сетке 5,5х5,5 – 6,3х6,3 м. По мнению автора настоящей статьи, в некоторых случаях они должны монтироваться намного чаще.

Установку датчиков целесообразно производить в специальные сквозные (технологические) отверстия [5], которые выполняются на стадии строительства (до начала бетонирования) фундаментов. В конечном счете, отверстия необходимы для оперативного и безопасного проведения инженерно-геологических изысканий и геотехнических противокарстовых мероприятий в случае возникновения карстопроявлений в основании сооружений. Для доступа инъекторов в пораженное основание конструкции датчиков должны обеспечивать возможность их *оперативного изъятия из отверстий*.

Главным достоинством рассматриваемых датчиков-сигнализаторов является их *высокая надежность*, что обусловлено простотой конструкций. Это подтверждает тот факт, что на одном из зданий, где была установлена такая сигнализация, дважды происходило ее срабатывание из-за возникших неравномерных деформаций основания вследствие утечек из водоотводящих коммуникаций [4].

Следует отметить, что любые мониторинговые системы не должны утрачивать свою работоспособность при возникновении внештатных ситуаций (например, в результате их обводнения, промерзания грунтов, отключения электричества и т.д.). Таким образом, проектирование всех систем мониторинга необходимо осуществлять с учетом требования по *надежности механизмов и электротехнических систем*, которое должно обеспечиваться (поддерживаться) на протяжении всего расчетного срока службы зданий и сооружений. Выполнения указанного требования возможно добиться за счет детальной проработки конструктивных решений мониторинговых систем, их регулярного технического обслуживания [4], а также дублирования механических и электротехнических систем измерений. Последний аспект не менее важен, чем остальные, поскольку механические системы являются более надежными, а электротехнические – позволяют оперативно зарегистрировать деформации основания.

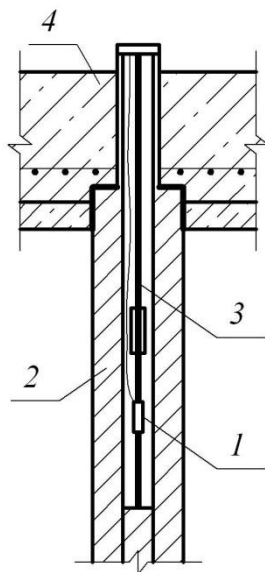
В публикации В.К. Соколова, Л.Е. Решина (1983) [10] приведен практический опыт разработки и внедрения автоматизированной системы дистанционного контроля несущих конструкций объектов, расположенных в карстовых районах. К сожалению, схематичное устройство данной мониторинговой системы в работах [4, 10] не представлено. Поэтому ограничимся только словесным ее описанием.

Система мониторинга состоит из датчика измерения угловых перемещений, монтируемого в узлах сопряжения надфундаментных несущих конструкций под углом 90 градусов, линий связи и диспетчерского пульта. В основу конструкции датчика заложена идея механического усиления малых линейных перемещений. Поэтому принцип его работы заключается в следующем. При образовании деформаций в основании зданий и сооружений происходит изменение угла между вертикальными несущими элементами (колонны, стены) и вышележащей плитой (перекрытие, покрытие). Это обстоятельство приводит в движение механическую систему датчика. При достижении предельного (критического) значения угла поворота, происходит срабатывание системы сигнализации.

Рассматриваемая мониторинговая система была испытана при ремонте жилых домов по ул. Куусинена в Москве. Как показал практический опыт, она оказалась малонадежной, сложной и дорогостоящей. Эти недостатки достаточно подробно изложены в публикации [4]. При этом особое внимание необходимо обратить на то обстоятельство, что датчики не позволяют непосредственно выявить симптомы карстовых провалов – просадки и локальные оседания, а в некоторых случаях и сами провалы, поскольку они фиксируют только возникающие в результате этого деформации узлов сопряжения надфундаментных конструкций. Поэтому в одиночку такую систему сигнализации предусматривать не целесообразно. Однако при устранении вышеуказанных недостатков сигнализации, в некоторых случаях, возможно ее параллельное использование с другими мониторинговыми системами.

В работе Б.В. Гончарова, А.Н. Жилина, В.Ф. Ковалева, Ш.Р. Незамутдинова (2001) [3] представлен опыт устройства и эксплуатации системы наблюдений за свайным основанием плитных фундаментов «пиковой котельной» Уфимской ТЭЦ-5.

Известно, что образование карстовых деформаций в основании фундаментов зданий и сооружений сопровождается ослаблением грунтового массива. Это обстоятельство приводит к разгрузке соответствующих свай, а именно, к снижению продольных усилий в их стволе. Поэтому основная идея рассматриваемой мониторинговой системы заключается в периодическом наблюдении за изменением продольных усилий в сваях. Для этого система была оснащена датчиками ПСАС (преобразователь силы арматурный струнный). Принцип их работы основан на зависимости собственной частоты колебаний струнного резонатора от усилия натяжения струны. Схема установки датчиков показана на рис. 3. Датчики ПСАС (1) монтируются в верхней части контрольно-измерительных свай (2). При этом арматурный стержень (3), на который установлен датчик (1), заделывается в свае (2) и фундаментной плите (4).



**Рис. 3.** Схема установки датчика (Гончаров Б.В., Жилин А.Н., Ковалев В.Ф., Незамутдинов Ш.Р., 2001) [3].

Условные обозначения: 1 – датчик ПСАС (преобразователь силы арматурный струнный); 2 – контрольно-измерительная свая; 3 – рабочий арматурный стержень; 4 – фундаментная плита.

Данная система мониторинга, как и любая другая система, имеет свои достоинства и недостатки. Основные недостатки заключаются в следующем:

- 1) возможная чувствительность датчиков ПСАС к вибродинамическим воздействиям;
- 2) трудности, связанные с определением параметров (размеров в плане, глубины и местоположения) подземных карстовых деформаций. На этом обстоятельстве остановимся подробнее.

Рассматриваемая система сигнализации непосредственно не определяет параметры подземных карстовых деформаций, а только позволяет регистрировать изменение продольных усилий в сваях. Поэтому для определения взаимосвязи усилий в сваях от параметров карстопроявлений авторами публикации [3] были выполнены серьезные геотехнические расчеты, состоящие из четырех этапов. Основными исходными данными для их проведения являлись инженерно-геологические условия площадки строительства, конструктивные особенности объектов, а также наиболее вероятный механизм провалообразования и прогнозное значение диаметра карстовых провалов. По результатам расчетов была определена критическая глубина залегания карстовой полости, при которой начинается разгрузка свай. Затем, для различных глубин были вычислены продольные усилия, действующие по всей длине свай. Кроме того, авторами оценивались усилия в сваях, которые находятся на различных расстояниях от центра карстовой полости. Сопоставляя действующие (фактические) продольные усилия в сваях, регистрируемые датчиком ПСАС, с полученными расчетными зна-

чениями, возможно, выполнить прогноз развития карстовых процессов в основании свайных фундаментов. При этом следует отметить, что на результаты геотехнических расчетов существенное влияние оказывают механизм образования провалов и их диаметр, которые являются трудно прогнозируемыми параметрами. Также немало неопределенностей добавляют и насущные проблемы расчетов, например, связанные с выбором грунтовых моделей и крупности сетки конечных элементов [1].

3) система сигнализации является точечной. Данный аспект также рассмотрим более подробно.

Как отмечалось ранее, при проектировании любых точечных сигнализаций важным обстоятельством является выбор шага установки датчиков. Для решения этой задачи авторами статьи [3] также были выполнены серьезные геотехнические расчеты, целью которых являлось установление зон чувствительности датчиков. Они определялись при разгрузке одной из свай на 1/3 и 2/3 своей несущей способности, а также при полной разгрузке. Однако, как было указано в п. 2, результаты расчетов существенным образом зависят от исходных данных и параметров геотехнических расчетов.

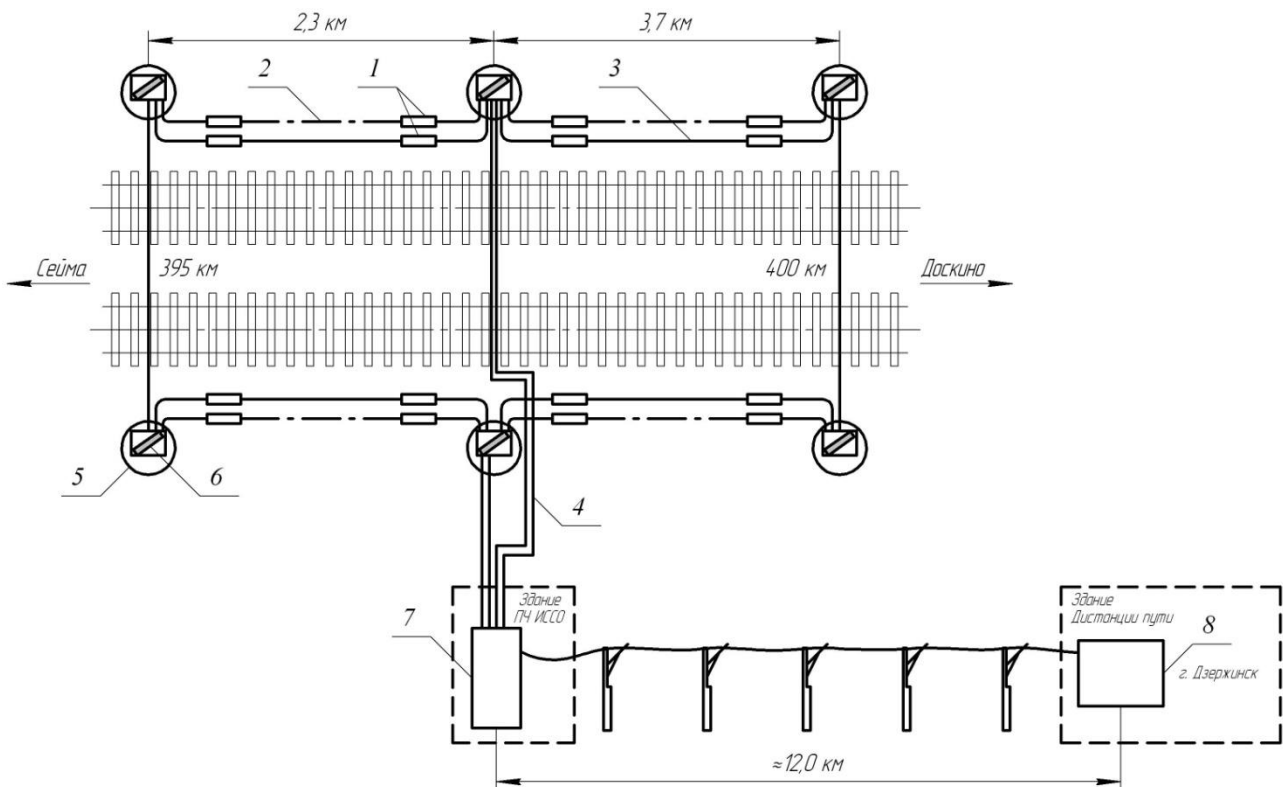
Важным достоинством рассматриваемой мониторинговой системы, по мнению ее авторов [3], является стабильная работа большинства датчиков в течение всего периода наблюдений ( $\approx 4$  года). При этом очень важно, чтобы это, несомненно положительное их качество, сохранилось на протяжении всего расчетного срока эксплуатации сооружений.

В заключение анализа данной сигнализации хотелось бы отметить очень интересные результаты, полученные авторами работы [3] при устройстве и эксплуатации датчиков ПСАС. В частности, было установлено влияние процессов затвердевания цементного раствора в скважинах, которые были сформированы в теле контрольных свай для монтажа датчиков (см. рис. 3), а также температурно-влажностных факторов на регистрируемые продольные усилия в сваях.

В Публикации Савина А.Н., Шегельского С.В. (2016) [9] приведен практический опыт по разработке и внедрению контрольно-измерительной системы карстовых деформаций (КИС КД) на 398-400 км Горьковской железной дороги. Ее схематичная конструкция показана на рис. 4. Система сигнализации состоит из датчиков деформаций в виде оптоволоконных кабелей, уложенных в траншеи, которые расположены с обеих сторон железной дороги. Вся информация с датчиков передается на анализатор деформаций, установленный в здании ПЧ ИССО Горьковской дирекции инфраструктуры. Для повышения оперативности реагирования в перспективе предусмотрено соединение здания ПЧ ИССО и Дзержинской дистанции пути с помощью воздушной линии связи.

Особого внимания заслуживает последовательность практического внедрения рассматриваемой КИС КД, которая состояла из двух основных этапов.

Первый этап [8] заключался в проведении испытаний системы сигнализации на специально оборудованном полигоне, с целью оценки ее работоспособности и соответствия предъявляемым техническим требованиям. Эти испытания, по мнению авторов работы [8], запроектированная сигнализация успешно преодолела.



**Рис. 4.** Схема контрольно-измерительной системы карстовых деформаций (Савин А.Н., Шегельский С.В., 2016) [9].

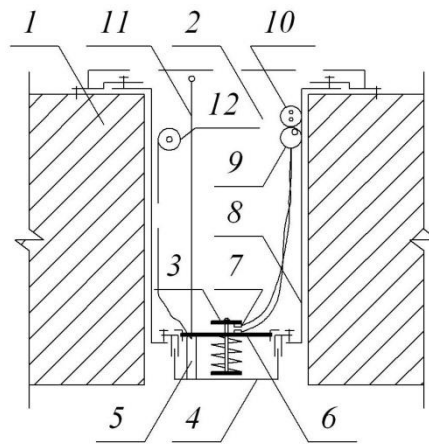
Условные обозначения: 1 – термометка; 2 – сенсор температуры; 3 – сенсор деформации; 4 – самонесущий волоконно-оптический кабель связи; 5 – колодезь оптический; 6 – оптическая муфта; 7 – анализатор; 8 – рабочее место оператора.

На втором этапе [9] выполнялись приемочные испытания смонтированной КИС КД, которые состояли из трех этапов: тестирования программно-аппаратной части, проверки линейной части и автоматического восстановления функционирования системы после возобновления питания. Методика проверки линейной части мониторинговой системы заключалась в следующем. Вначале комиссионным образом были выбраны места устройства двух шурфов. После этого в них были смонтированы специальные приборы для измерения величин вертикальных перемещений оптоволоконных кабелей. Затем производился подъем и опускание сенсоров деформаций с регистрацией величин их вертикальных перемещений с помощью установленных приборов и КИС. Все измерения показали между собой очень хорошую сходимость. Однако здесь необходимо отметить следующее обстоятельство. Поскольку глубина заложения сенсоров деформаций составляет всего 0,9 (шурф со стороны I пути) и 0,8 м (шурф со стороны II пути), то важно не допустить ошибок, которые ранее имели место при разработке оповестительной электрорелейной сигнализации (см. рис. 1) [2].

Аналогичные системы мониторинга активно развиваются и применяются за рубежом в различных областях строительства [21, 22].

В работе Э.И. Мулюкова, Н.Э. Урманшиной, О.В. Галимнуровой (2017) [6] представлен фундамент, оснащенный индикатором (системой мониторинга), который своевременно может оповещать о возникновении сверхнормативных деформаций основания. Его схематичная конструкция представлена на рис. 5. Основной принцип работы индикатора очевиден и схож с работой датчиков-сигнализаторов, спроектированных В.А. Таршишем, А.Л. Гордоном и В.Д. Шапошниковым (см. рис. 2) [4, 13]. Поэтому на его описании останавливаться не будем.

Схожесть основных принципов работы точечных систем мониторинга обуславливает их общие достоинства и недостатки, которые подробно были изложены выше.



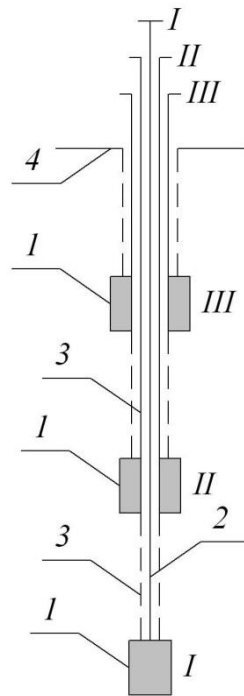
**Рис. 5.** Фундамент с индикатором деформаций основания (Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Галимнурова О.В., 2017) [6].

Условные обозначения: 1 – фундамент; 2 – канал (штраба); 3 – индикатор в сборе; 4 – крышка выпадающая; 5 – крышка монтажная верхняя; 6 – реле зазора с клеммой и распорной пружиной; 7 – реле; 8 – рама; 9 – сигнальная лампа; 10 – электророзетка; 11 – шомпол-ключ; 12 – катушка с мерной струной.

## 2. Глубинные репера для наблюдений за карстовыми деформациями в покровные толще грунты

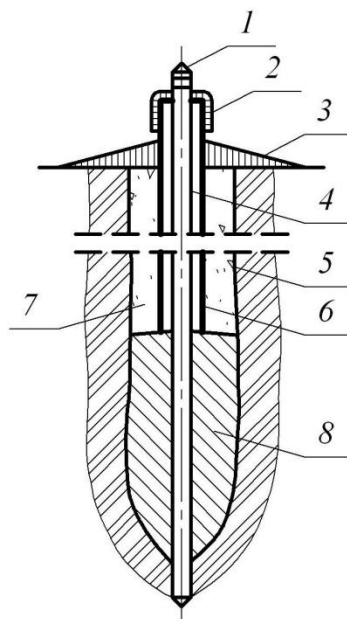
Применение глубинных (подземных, грунтовых) реперов для мониторинга карстовых процессов наиболее актуально при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в условиях глубокого карста (когда карстующиеся породы расположены существенно ниже сжимаемой толщи основания сооружений [7]). Это обусловлено тем, что при таком залегании карстующихся пород значительно усложняется прогнозирование расчетных параметров (размеров, местоположения и времени образования) карстовых деформаций в основании объектов. Кроме того, с увеличением мощности покровной толщи грунтов, как правило, возрастает вероятность образования достаточно крупных карстовых провалов, характеризующихся наибольшей внезапностью. Именно поэтому их возникновение практически всегда сопровождается крупными аварийными ситуациями сооружений [16], которые сопряжены с очень большими экономическими, экологическими и социальными ущербами.

Первостепенно протекание карстовых процессов начинается с растворения скальных пород. В некоторых случаях параллельно с ним может происходить вынос (перемещение) из разреза разрушенных карстующихся пород. В результате указанных процессов образуются полые (пустотные) пространства, которые являются своеобразным приемником для грунтов покровной толщи. Очевидно, что ее деформирование и разрушение начинается с подошвы. Поэтому для оперативного выявления и последующего мониторинга карстовых процессов, в покровной толще (особенно в нижней ее части) могут устанавливаться глубинные репера. К сожалению, отечественных публикаций по конструкциям (хотя бы схематичным) таких реперов найти не удалось, несмотря на то обстоятельство, что на их целесообразное применение акцентируется внимание в Своде правил [11] и Рекомендациях [7]. Следует отметить, что зарубежных публикаций по данному вопросу относительно немного. Всего было найдено три работы [19, 20, 23]. В первых двух работах (J.E. Jennings, 1966; A.V. Brink, 1984) [19, 20] приведена схематичная конструкция глубинного телескопического репера (рис. 6). Основным достоинством таких реперов является меньшая стоимость их устройства, поскольку все три анкера монтируются в одну скважину [19]. В качестве основных недостатков необходимо отметить сложности, связанные с технологией устройства телескопических реперов, а также возможное влияние осадок нижних анкеров на осадки вышерасположенных. В третьей работе (F. Reuter, V.V. Tolmačëv, 1990) [23] представлена конструкция подземного репера, состоящая из одного анкера. Она показана на рис. 7.



**Рис. 6.** Схематическая конструкция глубинного телескопического репера (Jennings J.E., 1966; Brink A.V., 1984) [19, 20].

Условные обозначения, принятые автором настоящей публикации: II – номер анкера. I – бетонные анкера; 2 – стержень анкера I; 3 – обсадная труба для анкера I и направляющая для анкера II; 4 – земная поверхность.



**Рис. 7.** Конструкция подземного репера (Reuter F., Tolmacev V.V., 1990) [23].

Условные обозначения: I – наблюдательная марка; 2 – защитное покрытие; 3 – грунтовый конус; 4 – стержень репера; 5 – стенка буровой скважины; 6 – обсадная труба; 7 – заполнитель; 8 – бетонный анкер.

При выполнении геотехнического карстомониторинга с помощью грунтовых реперов, возможно решать следующие важнейшие задачи:

1. Регистрация самого факта и определение первоначальных параметров (размеров и местоположения) вновь образовавшихся карстовых деформаций в покровные толще грунты на выбранной глубине. Данное обстоятельство целесообразно рассматривать в качестве одного из ранних признаков возможного возникновения в дальнейшем карстопроявлений в сжимаемой толще основания зданий и сооружений.

2. Установление динамики и вероятного механизма развития зарегистрированных карстовых деформаций с целью последующего определения их прогнозных параметров (размеров, местоположения и времени образования) в сжимаемой толще основания объектов. Данное обстоятельство рассмотрим более подробно.

Для выполнения прогностической оценки карстовой опасности площадок используются различные вероятностные и детерминистические геомеханические методы [7, 12], каждый из которых по-своему уникален, имеет свои достоинства и недостатки. Все геомеханические методы основаны на конкретных механизмах формирования карстовых деформаций [18]. При этом каждый из механизмов характеризуется определенной скоростью протекания деформаций в покровные толще грунты, а также размерами карстопроявлений. Важно отметить, что значения указанных параметров, определенные по различным методам, между собой могут существенно отличаться (более чем на порядок). Поэтому в ходе проведения инженерных изысканий анализу и выбору механизмов следует уделять повышенное внимание. В особенности данное обстоятельство относится к площадкам с глубоким залеганием карстующихся пород и представленных многослойной покровной толщей.

После прочтения вышеприведенного абзаца может возникнуть вопрос: почему изначально нельзя выбрать наиболее неблагоприятный механизм и, согласно нему, определить расчетные параметры карстовых деформаций? Краткий ответ на этот вопрос можно сформулировать так – инженерно-строительное освоение многих закарстованных территорий, характеризующихся глубоким залеганием карстующихся пород, станет практически не возможным, что противоречит накопленному практическому опыту и здравому смыслу. Поэтому расчеты параметров карстопроявлений, как правило, выполняются согласно наиболее вероятному механизму их возникновения. При этом следует отметить, что геотехниками никогда полностью не исключается и худший механизм. Данное противоречие еще раз подчеркивает сложность прогнозирования карстовых процессов и необходимость проведения геотехнического мониторинга.

Решение двух вышеуказанных задач возможно выполнить с помощью глубинных реперов. Однако для этого требуется проведение целенаправленных научно-технических исследований по двум направлениям. Первое направление связано с технической стороной таких реперов (конструкция, глубина установки, технология производства работ и т.п.), второе – с выявлением закономерностей и критериев, на основании которых возможно производить объективную интерпретацию получаемых результатов наблюдений.

Согласно имеющимся сведениям в России неоднократно предпринимались попытки по проведению научно-технических исследований и практическому устройству глубинных реперов. Так, в 1978 г. для выполнения исследований была организована специальная экспериментальная площадка, расположенная в полосе отвода на 411 км направления Москва-Нижний Новгород Горьковской железной дороги. В ее грунтовой толще было смонтировано несколько таких реперов. К сожалению, данные исследования завершить не удалось [15]. Позднее (в конце 80-х гг.) грунтовые репера были смонтированы в основании фундаментов одного из производственных корпусов на заводе «Дзержинскхиммаш». Однако со слов В.В. Толмачева их ранний выход из строя был обусловлен человеческим фактором. Поэтому проектирование любых систем мониторинга должно осуществляться с учетом **антивандалных требований**.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении публикации хотелось бы отметить следующие практически значимые выводы:

1. В виду сложного прогнозирования карстовых процессов целесообразно чтобы их мониторинг носил комплексный характер, т.е. основывался на различных видах мониторинговых работ.

2. Разработка любых мониторинговых систем – это *достижение компромисса* между их достоинствами и недостатками. В случае если аварии зданий и сооружений могут сопровождаться большими ущербами экономического, экологического и социального характера, то карстологический мониторинг целесообразно производить с параллельным использованием нескольких таких систем.

3. При проектировании любых систем геотехнического мониторинга карстоопасных оснований необходимо учитывать следующие основные требования:

- недопустимость ложных срабатываний;
- условия эксплуатации (температурно-климатические условия, внешние нагрузки, возможная эксплуатация подвальных этажей зданий и др.);
- тип сооружения (линейное или площадное, в т.ч. точечное);
- надежность механизмов и электротехнических систем;
- защитные и антивандальные мероприятия;
- дополнительные (например, возможность оперативного извлечения датчиков из специальных сквозных отверстий в фундаментах и др.).

Разрабатываемые мониторинговые системы должны отвечать заданным техническим требованиям на протяжении всего расчетного срока эксплуатации объектов.

4. Следует продолжать целенаправленные научно-технические исследования по геотехническому карстомониторингу. В особенности это относится к глубинным реперам.

Автор статьи выражает большую благодарность В.В. Толмачеву, В.П. Хоменко, А.А. Зайцеву, А.В. Горлову и Е.Н. Мироновой за оказанную помощь в поиске научно-технических публикаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барвашов В.А., Болдырев Г.Г., Уткин М.М. Расчет осадок и кренов сооружений с учетом неопределенности свойств грунтовых оснований // Геотехника. № 1. 2016. С. 4-21.
2. Буйнаков Е.И. Противокарстовые мероприятия на Горьковской железной дороге // Проектирование, строительство и эксплуатация земляного полотна в карстовых районах: труды совещания (октябрь 1965 г., г. Горький). Выпуск 8. М.: Транспорт, 1968. С. 239-248.
3. Гончаров Б.В., Жилин А.Н., Ковалев В.Ф., Незамутдинов Ш.Р. Система контроля за свайным основанием плитного фундамента на карстоопасной площадке // Журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов». №3/2001. С. 19-23.
4. Гордон А.Л., Шапошников В.Д. Система сигнализации карстовых явлений // Журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов». №5/1989. С. 15-16.
5. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. Мосгорисполком, Моспроект-1, Мосгоргеотрест. М., 1984.
6. Мулюков Э.И., Урманшина Н.Э., Галимнурова О.В. Фундаменты с возможностью мониторинга состояния основания // Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции «Инженерно-геотехнические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений». Санкт-Петербург, 2017. С. 296-300.
7. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Нижний Новгород. Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области, 2012.
8. Савин А.Н., Чугунов Д.А., Шегельский С.В. Результаты испытаний сигнализации для карстоопасных участков земляного полотна на Горьковской железной дороге // Труды XII Международной научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути». М., 2015. С. 92-94.
9. Савин А.Н., Шегельский С.В. Результаты приемочных испытаний контрольно-измерительной системы карстоопасных участков железнодорожного пути на 395-400 км Сейма-Доскино Горьковской дирекции инфраструктуры // Труды XIII Международной научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути». М., 2016. С. 70-72.
10. Соколов В.К., Решин Л.Е. Разработка автоматизированной системы дистанционного контроля конструкций жилых зданий на закарстованных территориях г. Москвы // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Строительство на закарстованных территориях». М., 1983. С. 92-96.
11. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий зданий и сооружений от опасных геологических процессов (актуализированная редакция СНиП 22-02-2003). М., 2012.

12. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*). М., 2011.
13. *Таршин В.А., Гордон А.Л.* Система автоматического контроля оседаний грунта под фундаментами зданий на закарстованных территориях // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Строительство на закарстованных территориях». М., 1983. С. 91-92.
14. *Толмачев В.В.* Учет различных аспектов карстового риска // Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2015». Том 2. М., 2015. С. 377-385.
15. *Толмачев В.В., Леоненко М.В., Юргин О.В.* Опыт изучения карста на Горьковской дороге // Журнал «Путь и путевое хозяйство». №11/2010.
16. *Уткин М.М.* Десять наиболее характерных ошибок при проектировании сооружений на закарстованных территориях // Труды Международного симпозиума «Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах». Пермь, 2015. С. 278-283.
17. Федеральный закон Российской Федерации N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». М., 2009.
18. *Хоменко В.П.* Карстовое провалообразование: механизм и оценка опасности // Труды Международного симпозиума «Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах». Пермь, 2015. С. 50-60.
19. *Brink A.B.* A brief review of the South African sinkhole problem. Sinkholes: Their Geology, Engineering and Environmental Impact. Boston, 1984. pp. 123-127.
20. *Jennings J.E.* Building on dolomites in the Transvaal. Transactions of the South African Institution of Civil Engineers. Volume 8, Number 2, 1966. pp. 41-62.
21. *Jiang X., Gao Y., Wu Y.* Et al. Use of Brillouin optical time domain reflectometry to monitor soil-cave and sinkhole formation // Environmental Earth Sciences. February, 2016. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.
22. *O'Connor K., Dowding Ch.H., Su M.B.* Quantification of rock caving within sinkholes by time domain reflectometry // Karst hydrogeology: engineering and environmental application: Proc. 2<sup>nd</sup> Multidiscipl. conf. on sinkholes and the environ. impacts of karst. Orlando, Fla., 9-11 Feb. 1987. Rotterdam, 1987. P. 157-160.
23. *Reuter F., Tolmacev V.V.* Bauen und Bergbau in Senkungs und Erdfallgebieten. Berlin. Akademie-Verlag, 1990.

## **Уважаемые коллеги, дорогие друзья!**

Подошла к концу наша совместная работа ежегодная очно-заочная Всероссийская конференции НИУ МГСУ «Потаповские чтения» - проводимая на базе кафедры «Инженерных изысканий и геоэкологии». Конференция проводится с 2015 года и приурочена памяти Александра Дмитриевича Потапова, яркого, целеустремленного, талантливого ученого, с активной жизненной позицией, который всегда стремился ко всему новому, современному и перспективному. Александр Дмитриевич значительно обогатил, расширил и развил современное и актуальное направление в науке - "геоэкология", что привело к открытию целой научно-педагогической школы в НИУ МГСУ.

В работе конференции приняли участие более 150 человек – студентов, аспирантов, научно-педагогических работников из 16 российских вузов, а также различных кафедр НИУ МГСУ.

Хотелось бы отметить, что докладчиками на конференции, так же, как и авторами статей, представленных в этом сборнике, стали студенты всех курсов, магистранты и аспиранты. Для многих обучающихся это был первый опыт, как научно-исследовательской работы, так и выступлений перед аудиторией. По итогам очных выступлений были выявлены призеры конференции. Однако, на мой взгляд, абсолютно все докладчики показали хороший уровень докладов, поэтому выбрать призеров было крайне трудно. От имени кафедры благодарю всех участников и гостей конференции и желаю всем дальнейших творческих успехов.

Также от себя лично хочу поблагодарить всех членов оргкомитета за слаженную и хорошо организованную работу.

В ход конференции был выявлен большой круг вопросов, которые объединяют специалистов разных вузов и кафедр, что подтверждает необходимость проведения такой конференции в будущем.

Уверен, что обсуждение прикладных и теоретических проблем экологии и природопользования, экологической и техносферной безопасности, охраны окружающей среды и обеспечения устойчивого развития является очень важным и актуальным сегодня для всего общества в целом. А вопросы инженерных изысканий, природных и техногенных геологических процессов, включая их инженерно-геологическую оценку, так же, как и проблемы взаимодействия строительных конструкций с грунтовым основанием имеют важнейшее значение для всей строительной отрасли.

**Ждем Вас на следующей конференции.**

**Заведующий кафедрой инженерных  
изысканий и геоэкологии**

**Лавруевич А.А.**