



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
**СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

# ДЕНИСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Выпуск 8

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ,  
ТЕХНОГЕНЕЗ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА  
И МОНИТОРИНГ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Сборник материалов Международной научной конференции  
в рамках Года экологии Российской Федерации  
(г. Москва, 20 апреля 2017 г.)

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2018

ISBN 978-5-7264-1926-8

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2018

УДК 624.131.:551.3  
ББК 26.323  
Д33

Д33      **Денисовские чтения** [Электронный ресурс] : сборник материалов Международной научной конференции в рамках Года экологии Российской Федерации. Выпуск 8. Геоэкологические проблемы национальной безопасности России, техногенез, инженерная геодинамика и мониторинг инженерных сооружений. (г. Москва, 20 апреля 2017 г.) / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (3,6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2018. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> — Загл. с титул. экрана.  
ISBN 978-5-7264-1926-8

В данном сборнике содержатся материалы Международной научной конференции в рамках Года экологии Российской Федерации, которые показывают актуальные геоэкологические проблемы национальной безопасности и экономического развития России, связанные с техногенезом, как важнейшим фактором деградации окружающей среды. Именно при "вооружении" техникой человеческого общества вступает в силу понятие "презумпции виновности" человека перед окружающим миром. Невозможно построить сооружение без нанесения ущерба экосистеме.

Строительство вызывает важнейшие изменения окружающей среды, позволяя создавать наиболее комфортные условия для жизни человека, но и одновременно создает целый комплекс экологических и геоэкологических проблем. Некоторые из этих проблем освещены в данном сборнике докладов.

Для специалистов, научных работников и аспирантов в области геоэкологии.

*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, 2018

Ответственные за выпуск:  
*А.А. Лавруевич, Т.Г. Макеева, Ф.Ф. Брюхань, О.К. Криночкина,  
С.Н. Чернышев, 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 2010, ПО Adobe Acrobat X Pro.

Подписано к использованию 24.12.2018 г. Объем данных 3,6 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>Предисловие</b>	8
<b>Трофимов В.Т.</b> Современное содержание геоэкологии как науки и специальности ВАК, неопределённости геоэкологических исследований и роли их результатов в принятии управляющих решений	9
<b>Чернышев С.Н.</b> Геоэкология – естественная и техническая наука, теоретическая база рационального использования и охраны окружающей среды	13
<b>Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф.</b> Климатические условия атмосферной дисперсии в районах эксплуатации АЭС	16
<b>Озерова Н.В., Мамина Д.Х.</b> Использование отходов угольной отрасли как фактор повышения экологической безопасности	18
<b>Усупаев Ш.Э.</b> Инженерно-геономическая типизация полипросадочных лессовых формаций России и трансграничных стран	20
<b>Мавлянова Н.Г.</b> Геоэкологические проблемы трансграничных территорий	23
<b>Криночкина О.К.</b> Роль минерагенического и техногенного факторов при оценке влияния разрабатываемых месторождений на окружающую среду	25
<b>Лаврусевич И.А., Подлесных А.И., Лаврусевич А.А.</b> Некоторые геоэкологические проблемы районов добычи нерудных полезных ископаемых	27
<b>А.А.Лаврусевич, П.В.Надворный, Т.С.Алешина</b> Некоторые аспекты развития мергельного карста и его влияния на условия строительства в Крыму	30
<b>Саркисова Ю.А., Королев В.А.</b> Оценка деградации окружающей среды городских территорий на основе биоиндикации	33
<b>Кучмин А.В.</b> Оценка комплексного загрязнения почвы и грунта в городе Дудинке	35
<b>Заиканов В.Г., Минакова Т.Б.</b> Геоэкологические исследования для городов в настоящем и будущем	37
<b>Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Макеева Т.Г.</b> Геоэкологические проблемы урбанизированной среды городов (на примере района Крылатское г. Москвы)	39

<b>Платов Н.А., Макеева Т.Г.</b> Влияние строительства и эксплуатации зданий и сооружений на подземные воды и биосферу	45
<b>Кашперюк П.И.</b> Геоэкологические аспекты производства инженерных изысканий в строительстве	49
<b>Макеева Т.Г., Филькин Н.А., Смирнова Т.Г.</b> Роль методов технической мелиорации в разработке средств защиты окружающей среды	51
<b>Тельминов И.В.</b> Прогнозная оценка продолжительности восстановления загрязненного торфяного массива	54
<b>Булдаков А.В., Булдакова Е.В.</b> Рекультивация нарушенных территорий Москвы и московской области: проблемы и пути их решения	56
<b>Карлович И.А., Карлович И.Е.</b> К вопросу о современном опустынивании	58
<b>Ларионова Н.А.</b> Влияние отходов угольной промышленности на загрязнение окружающей среды	61
<b>Абрамова Т.Т.</b> Разрядно-импульсные технологии для преобразования слабых дисперсных грунтов	63
<b>Трофимов В.А., Макеева Т.Г.</b> Прогноз формирования мульды оседания земной поверхности как основа безопасного функционирования инженерных сооружений	65
<b>Смирнова Т.Г., Ханикова А.С.</b> Процесс подтопления застроенных и застраиваемых территорий	68
<b>Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Шарифов Г.В., Орунбаев С.Ж., Шакиров А.Э.</b> Инженерно-геономические карты и модели типизации георисков в мегаполисах горных стран	70
<b>Елманова Е.Л., Чернышов С.Н., Рубцов И.В.</b> Анализ данных обмера фасадов церкви спаса нерукотворного музея-заповедника Абрамцево	76
<b>Симонян В.В.</b> Комплексный анализ устойчивости склона методами инженерной геодезии и механики грунтов	79
<b>Ранов И.И.</b> Мозаичная видеотелескопическая камера для одновременного измерения смещений элементов фасадов	84

<b>Борейша Е.В.</b> Математическая обработка результатов измерений смещений, измеренных методом малых углов при помощи мозаичной видеотелескопической камеры	88
<b>Олейников А.В.</b> Многолетний геодезический мониторинг оболочки двоякой кривизны	92
<b>Усупаев Ш.Э., Садыбакасов И.С., Валиев Ш.Ф., Едигенов М.Б., Атыкенова Э.Э., Сычев В.В.</b> ИГН трансформация геоэкорисками кровли литосферы в центральной Азии	96
<b>Чернышев С.Н., Мартынов А.М</b> Влияние погрешности определения геологической границы при изысканиях на точность расчёта осадки по методу послойного суммирования	102
<b>Неклюдов М.А.</b> Влияние точности определения характеристик грунтов на значение коэффициента запаса устойчивости склонов	106
<b>Кабилов А. М., Аллабергенова Э. М., Гулова Т. М., Лаврусевич А. А.</b> Современное состояние проблемы предгорной территории юго-западного Таджикистана	108
<b>Аранбаев Т.А.</b> Изучение техногенных насыпных грунтов в основании зданий исторической застройки (на примере г. Москвы)	111
<b>Амирханян М.З.</b> Полевые измерения электромагнитных полей промышленной частоты при производстве инженерно-экологических изысканий	114
<b>Чернышев С.Н., Кривогузов А.А</b> Погрешности определения геологических границ в точке бурения	116
<b>Бакалов А.Ю., Демидова А.А.</b> Некоторые геоэкологические проблемы инженерной защиты Имеретинской низменности	120
<b>Крапильская Н. М.</b> Использование материал в аэрокосмические съемки для контроля состояния окружающей среды	123
<b>Аканов А. В.</b> Технологии переработки отходов производства и потребления	126
<b>Кузнецова О. Г.</b> Валовый анализ некоторых компонентов ландшафтов Сура-Свияжского междуречья приволжской возвышенности	134

**Лукьянова Ю. Н.** О необходимости определения границ санитарно-защитной зоны пунктов хранения радиоактивных отходов, по итогам первичной регистрации РАО

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник включает доклады, заслушанные в апреле 2017 года на *Международная научной конференции «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ, ТЕХНОГЕНЕЗ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА И МОНИТОРИНГ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ»* в рамках VIII Денисовских чтений. Конференция была посвящена Году экологии Российской Федерации. 2017 год в нашей стране объявлен Годом экологии согласно указу Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 О проведении в Российской Федерации Года экологии для «привлечения внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности».

Программа конференции включала рассмотрение вопросов, посвященных решению научно-практических задач в пределах научной специальности Геоэкологии.

Геоэкология – междисциплинарная наука, изучающая состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции природных и антропогенно преобразованных экосистем высокого уровня организации. Геоэкология представляет собой синергию биологических, геологических и технических наук, ставящих во главу угла изучение, разработку и реализацию методов, направленных на сохранение и улучшение жизни на Земле, решение задач, связанных с воспроизводством и охраной всего комплекса природных ресурсов, среды обитания биоса и человека. Объектом исследования геоэкологии являются геосферные оболочки Земли – литосфера, гидросфера, атмосфера. Предмет исследования – закономерности и устойчивость человеческой деятельности по развитию жизни на Земле. Теоретические основы геоэкологии базируются на фундаментальных научных теориях и дисциплинах биологии, физики, химии, математики, механики, геологии, географии. Методологические основы геоэкологии составляют знания и исследования, определяющие элементы геосферы, на которые оказывает воздействие техногенная деятельность и их взаимосвязь; качественные и количественные параметры, описывающие эти воздействия; методы, с помощью которых эти параметры могут быть установлены, измерены, рассчитаны, подвержены контролю и наблюдению; технические, технологические средства, которые могут реализовать данные методы с целью минимизации или ликвидации воздействий на геосферные оболочки.

Всего в оргкомитет на VIII Денисовские чтения поступило 39 докладов в основном из крупных городов Российской Федерации: Москвы, Санкт-Петербурга, Владимира и двух стран СНГ (Киргизия и Таджикистан): Бишкек и Душанбе. Принятые к публикации доклады были заслушаны на трех секциях, соответствующих тематике конференции и паспорту специальности:

1. Геоэкологические проблемы национальной безопасности и экономического развития России
2. Техногенез - важнейший фактор деградации окружающей среды
3. Инженерная геодинамика, техногенез и мониторинг инженерных сооружений как основа их безопасного функционирования

Ниже излагается содержание тезисов докладов по указанным секциям. Все доклады опубликованы в авторской редакции.

*Председатель оргкомитета  
«Денисовские чтения»  
Заведующий кафедрой  
«Инженерных изысканий и геоэкологии»,  
Доктор геолого-минералогических наук*

*А.А Лаврусевич*



## СОВРЕМЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ И СПЕЦИАЛЬНОСТИ ВАК, НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РОЛИ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРИНЯТИИ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ

**Трофимов В.Т.**

*(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)*

1. Термин «геоэкология» был впервые введён в 1939 году немецким географом К. Троллем взамен им же использованного ранее термина «экология ландшафта» для придания ландшафтоведению экологической направленности. Из этого следует, что *термин был введён как специальный в географической науке*; поэтому ряд географов в целом правомерно настаивают на использовании его только в эколого-географических исследованиях.

В отечественную литературу обсуждаемый термин был, по-видимому, принесён В.Б. Сочавой (1970, 1978 гг.). Он определил геоэкологию как науку о состоянии геологической среды и всех её компонентов, о происходящих в ней процессах, активизация которых может отражаться (в том числе и негативно) на состоянии других геосфер Земли. *В таком понимании содержание геоэкологии принципиально отличается от введённого К. Троллем и, по существу, представляет собой новую геологическую науку.*

В последней четверти XX века термин «геоэкология» стали широко использовать не только во многих естественных науках, но и науках технических; *он потерял свою чёткость и стал, по сути, термином свободного пользования, а геоэкология – «наукой наук».* Только в публикациях геологов выделено не менее трёх толкований этого термина – геобиосферное, литосферное и геосферное – и соответственно его применения. Часто геоэкологическими называют работы, не имеющие ни малейшей экологической направленности. *Этим обусловлены парадоксы современной геоэкологии, которые, строго говоря, ставят вопрос о возможности относить её к новой, уже сформировавшейся науке.* Более того, уже опубликована статья под названием «Геоэкология – наука, которой нет» (М. И. Богданов, 2014 г.).

2. Анализ состояния научных геолого-географических разработок, названных авторами геоэкологическими, позволил выделить в качестве важнейших, фундаментальных по значению **научно-содержательных парадоксов** современной геоэкологии следующие позиции: а) «многоликость» понимания содержания геоэкологии, не свойственную сформировавшимся наукам; б) многоликое понимание структуры геоэкологии как науки; в) отсутствие чётко определённых, а главное, общепризнанных теоретических задач геоэкологии; г) неоднозначное отношение исследователей к необходимости изучения при

геоэкологических работах влияния параметров абиотических сред на состояние биоты; д) различные взгляды на проблему изучения воздействия природных и антропогенных факторов на экосистемы; е) не разработанность вопроса о междисциплинарном характере геоэкологии как науки (В.Т. Трофимов, 2009г.).

Все эти парадоксы обусловлены двумя главными, основополагающими причинами: а) различному подходу исследователей, часто узкопрофессиональному («цеховому»), к определению содержания геоэкологии и других её атрибутов как науки; стремлению одних исследователей сохранить первоначально введённое содержание термина «геоэкология», а других – придать ему новое содержание, причём совершенно разное по объёму; б) отсутствию до настоящего времени чёткой формулировки *теоретических основ* геоэкологии, её новой терминологической базы как атрибута новой междисциплинарной науки.

*Главной в содержательном отношении является вторая причина. Именно не разработанность теоретических основ геоэкологии, отсутствие чёткой формулировки её понятийной базы позволяют существовать широкому спектру взглядов на содержание геоэкологии.* Именно поэтому высказываются представления, в которых объект этой междисциплинарной науки рассматривается от экосферы до геологической среды, структура и задачи формулируются совершенно по-разному, а отношение к необходимости оценивать влияние абиотических сред на биоту принципиально различается.

3. В соответствии с паспортом научной специальности ВАК «25.00.36. Геоэкология» последняя определена как междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды.

В неё включены такие области исследований: науки о Земле, нефтегазовая отрасль, горно-перерабатывающая промышленность, металлургия, строительство и ЖКХ. Не много ли? Разве ранее не решали экологически ориентированные проблемы и задачи, названные технические науки до того, как их в таком виде «поместили» в паспорт названной научной специальности?

Появление геоэкологии как научной специальности ВАК, – «науки наук» – произошло в середине 90-ых годов XX века. Она была создана заинтересованными лицами на базе существовавшей специальности ВАК «рациональное использование и охрана окружающей среды» путём включения вопросов, ранее решавшихся в традиционных естественных и технических науках. Этим был рождён **организационно-ВАКовский парадокс** геоэкологии, который, до сих пор не преодолен. Именно это часто приводит к неправильному определению

цифра диссертационных работ, которые защищают в специализированных советах по специальности 25.00.36 – геоэкология. Многие из них не имеют никакой экологической направленности.

4. Есть ли выход из создавшейся ситуации? (Или говоря словами вечного русского вопроса – что делать?). *С моей точки зрения, есть, по крайней мере, три теоретического выхода из парадоксальной ситуации:* а) разработка теоретических основ геоэкологии как междисциплинарной науки; б) исключение из перечня ВАК специальности «25.00.36. Геоэкология» в том виде, как она была в последний раз утверждена приказом Минобрнауки РФ 25 февраля 2009 года № 39; в) закрепить специализацию геоэкология за географическими науками как рождённую в одной из её наук.

Третья из этих позиций, логически наиболее верная реализована быть уже не может, поскольку специалисты самых разных областей знаний считают себя геоэкологами. Реализация второй позиции возможна лишь на основе мощного политического решения в системе ВАК и Минобрнауки РФ. Уже сейчас эти вопросы поднимаются в научных статьях. Рискну высказать такой прогноз: число таких публикаций будет возрастать и это приведёт к возрождению в ВАКе специальности «рациональное использование и охрана окружающей среды». Обсуждению первой из названных позиций посвятим следующий пункт тезисов.

5. *Выход из современного «многоликого» состояния геоэкологии один – он заключается в разработке её теоретических основ путём широкого публичного и многоэтапного обсуждения всех фундаментальных позиций науки, включая её новую терминологическую экологически ориентированную базу (как необходимый атрибут новой науки). При разработке теоретических основ геоэкологии предлагаем использовать представления об **экологических функциях абиотических сфер Земли**. Это представляется правомерным, поскольку основное с рассматриваемой точки зрения предназначение всех абиотических сфер Земли – литосферы, педосферы, атмосферы и гидросферы – ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты.*

*Под экологическими функциями абиотических сфер Земли будем понимать всё многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объём, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении биоты, в первую очередь человеческого сообщества. В качестве таких функций предложено выделить ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую функции. Их содержание охарактеризовано в ранее опубликованных работах (В.В. Куриленко, 2004 г.; В.Т. Трофимов, 2005, 2006, 2008 гг.).*

Эта позиция позволяет принципиально по-новому определить теоретическое содержание геоэкологии (с учётом того, что в её рамках решаются морфологические, ретроспективные и прогнозные задачи): *геоэкология – междисциплинарная наука, изучающая экологические функции абиотических сфер*

*Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты, и прежде всего человека.*

Такой подход к содержанию геоэкологии позволил по-новому определить её объём как поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере. Исходя из этого во всех науках, изучающих такой объект, правомерно развивать экологически ориентированные направления, которые следует называть с прилагательным «экологическая»: экологическая физика, экологическая география, экологическая геология, экологическая химия и т.п.

6. *Отсутствие общепринятого подхода к содержанию геоэкологии как науки, её объекта и задач влечёт за собой неоднозначность определения содержания задач и методики так называемых геоэкологических исследований.* С моей точки зрения, они по своему содержанию отвечают тому, что сейчас понимается под инженерно-экологическими изысканиями. При этих работах предписывается изучать все земные среды (литосферу, педосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу) и влияние на них природных и техногенных (строительство) воздействий. В этом основная задача и геоэкологических исследований, и инженерно-экологических изысканий. Однако *задачу инженерно-экологических изысканий надо ставить шире, чем проблему влияния проектируемых объектов на окружающую среду.* Здесь необходимо найти достойное место **экосистеме**. При этом рассматривать экосистему не так, как предлагают биологи, а с учётом геологической составляющей, т.е. с учётом состава и строения грунтовых массивов, рельефа, подземных вод, геохимических и геофизических полей, современных эндо- и экзогенных процессов.

7. Роль результатов, полученных в ходе геоэкологических исследований, определю следующим образом: *они являются необходимой частью информационной основы для принятия управляющих решений в любых сферах деятельности, направленных на экономическое развитие России.*

## **ГЕОЭКОЛОГИЯ – ЕСТЕСТВЕННАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Чернышев С. Н.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

1. В докладе изложено сложившееся в МГСУ представление о геоэкологии, как интегральной науке, обеспечивающей теоретическую базу рационального использования и охраны окружающей среды при строительстве и эксплуатации всех видов сооружений и зданий, при добыче полезных ископаемых, работе всех видов промышленных и сельскохозяйственных предприятий, транспорта и иных линий коммуникаций. В геоэкологию интегрированы природоведческие дисциплины, направленные на изучение атмосферы, гидросферы, педосферы, литосферы, создающие модели указанных сред для оптимального включения в них антропогенных объектов, а также интегрированы технические науки, разрабатывающие технологии рационального использования и защиты природной среды от вредных техногенных воздействий. Геоэкология рассматривает среду жизни и деятельности человека как мегасистему на ряде уровней от глобального, где управляющие решения принимаются на межгосударственном уровне, до локального, регулируемого на муниципальном уровне. Только объединением естественных наук с техническими при участии юридических наук и экономики может быть выработана реальная программа устойчивого развития всенародного хозяйства с сохранением ресурсов Земли для будущих поколений в условиях неограниченного роста населения планеты на основе открытий новых ресурсов и создании новых технологий.

2. Доклад имеет целью вступить в научную дискуссию с В.Т. Трофимова и утвердить взгляды на геоэкологию, сложившиеся в МИСИ-МГСУ, в частности на кафедре инженерной геологии и геоэкологии в период руководства ею профессором, доктором технических наук по геоэкологии А.Д. Потаповым. Ныне кафедра закономерно в соответствии с признанием геоэкологии, как междисциплинарной научной дисциплины и теоретической базы всех видов инженерных изысканий в строительстве получила новое название – кафедра инженерных изысканий и геоэкологии (ИИиГЭ).

3. Во многом можно согласиться с В.Т. Трофимовым, а именно в том, что геоэкология «многолика», берет на себя ответственность за научное регулирование различных отраслей деятельности современного общества, что теоретическая база её требует развития, что геоэкология является научной базой отрасли строительства, именуемой истари инженерные изыскания. Но мы не можем согласиться с возвращением назад в начало XX века с поручением этой науки в целом географам, которые согласно постановлению ВАК имеют право

участвовать в развитии геоэкологии в рамках своей компетенции, но не могут по статусу своей комплексной науки решать вопросы освоения недр и защиты среды технологическими и техническими средствами от давления на неё крупных строительных объектов и других техногенных воздействий. Мы не можем согласиться с рекомендацией закрыть специальность 25.00.36 в системе ВАК.

4. В.Т. Трофимов высказывает точку зрения идентичную позиции нашей кафедры ИИиГЭ в НИУ МГСУ, что геоэкологические исследования «по своему содержанию отвечают тому, что сейчас понимается под инженерно-геологическими изысканиями». Надо только уточнить, что он имеет ввиду не только инженерно-геологические изыскания, а комплексные инженерные изыскания, поскольку он далее пишет, что изыскания изучают «все земные среды (литосферу, педосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу) и влияние на них природных и техногенных (строительство) воздействий».

5. В.Т. Трофимов предлагает внести в объекты инженерно-экологических изысканий экосистему. Действительно, на этапе строительства она переживает обычно кризисное состояние. Пост-строительное благоустройство является, с экологической точки зрения, этапом вторичной сукцессии и может планироваться на этапе проектирования по рекомендациям изыскателей экологов с учётом экологических особенностей ландшафта. Но экосистема в инженерно-экологических изысканиях есть в СП 4713330-2012, пункт 8.4.9.

6. По нашему представлению геоэкология – часть экологии, современной, неклассической экологии. Многие науки в XX веке обогатились неклассическим развитием. В экологии роль преобразователя сыграла геоэкология – важнейшая часть современной экологии. Коренное обновление экологии началось на рубеже 1970-х и 80-х годов сначала за рубежом, а затем и в СССР. Причиной революции в экологии у нас оказались два фактора: во-первых, социальный заказ сохранить окружающую среду, когда стало ощутимо загрязнение природной среды, во-вторых, смена научной парадигмы в связи с кризисом марксистского материалистического мировоззрения.

7. Определение современной неклассической экологии дал академик Б.С. Соколов в предисловии к книге Ю. Одума [1985]: "Междисциплинарная отрасль знаний, наука об устройстве многоуровневых систем в природе и обществе и об их взаимосвязи, которая имеет целью дать обществу рецепты сохранения его природной среды». Это уже не биологическая наука, а междисциплинарная, то есть самостоятельная, междисциплинарная значит интегральная, объединяющая результаты разных наук, организующая связи между ними и ставящая новые задачи перед ними. Она, конечно, сохраняет теснейшую связь с биологией. Но попытки удержать, её в рамках биологии пагубны для новой науки. Эти попытки вредны для дела охраны и защиты окружающей среды. Многоуровневая, то есть изучающая объект на глобальном уровне и ниже вплоть до локального в рамках одной экосистемы.

8. Для геоэкологии в её приложении к строительству и ЖКХ предметом исследования являются модельные представления о природной среде в отно-

сительно небольшом объёме, взаимодействующем с сооружениями от отдельного здания или сооружения до крупных водохранилищ, мегаполисов и т.п. объектов техносферы. Такие сооружения воздействуют на литосферу в пределах глубины до десятков и сотен метров, кроме водохранилищ, возбуждающих землетрясения. На атмосферу, гидросферу и почвы - так же в пределах сотен километров по поверхности земли. Иное дело глобальное направление геоэкологии, которое охватывает своими моделями весь объём биосферы и выходит за неё в стратосферу и до озонового слоя.

9. Геоэкология существует, она внесла большой вклад в охрану среды России и способна внести новые предложения в управляющие решения от уровня решений по строительству отдельного дома до государственного уровня. Примеры решений приведены в докладе.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АТМОСФЕРНОЙ ДИСПЕРСИИ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

Брюхань А.Ф.<sup>1</sup>, Брюхань Ф.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «ГрафПроектСтройИзыскания», г. Щелково Московской обл.,

<sup>2</sup> НИУ МГСУ, г. Москва)

Климатические условия атмосферной дисперсии относятся к числу основных факторов, определяющих экологическое состояние окружающей среды и радиационную безопасность территорий, прилегающих к АЭС. Поэтому изучению рассеивающих свойств пограничного слоя атмосферы (ПСА) уделяется большое внимание как на этапе размещения АЭС, так и в период их строительства и эксплуатации. Соответствующие требования и рекомендации сформулированы в отечественных нормативно-технических документах [1, 2] и рекомендациях по безопасности МАГАТЭ [3, 4]. Рассеивающие свойства ПСА определяются главным образом степенью развития турбулентности, от которой зависит атмосферное перемешивание радионуклидов, а также полем ветра, осуществляющего их перенос.

**Размещение АЭС.** Исследования атмосферной дисперсии при выборе пунктов и площадок АЭС проводятся в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий и обычно предусматривают следующие основные стадии:

- сбор, анализ и оценку климатических, аэроклиматических и срочных аэрологических данных по исследуемой территории;
- рекогносцировочное обследование территорий, прилегающих к АЭС, и выявление условий, влияющих на рассеивание радионуклидов (наличия сложной орографии, крупных водных объектов, неоднородностей подстилающей поверхности);
- выбор опорной аэрологической станции и установление ее репрезентативности по отношению к площадке;
- проведение при необходимости циклов полевых аэрологических наблюдений вблизи АЭС для установления репрезентативности опорной станции сети регулярных наблюдений и ее привязку к площадке АЭС;
- статистическую обработку данных многолетних аэрологических наблюдений на опорной аэрологической станции и определение расчетных характеристик атмосферной дисперсии.

Результаты перечисленных этапов обобщаются в технических отчетах, включающих заключения о пригодности исследуемых площадок для размещения АЭС по условиям атмосферной дисперсии.



**Эксплуатация АЭС.** Начало мониторинговых наблюдений состояния ПСА на площадке предусматривается еще на стадии строительства АЭС. Измерения параметров ПСА производятся обычно с помощью систем дистанционного зондирования типа SODAR/RASS [5, 6]. Наблюдения в период эксплуатации АЭС производятся для обеспечения необходимыми данными автоматизированной системы контроля радиационной обстановки. Эти наблюдения должны продолжаться также после планового периода эксплуатации АЭС в процессе ее ликвидации.

Зондирование ПСА и накопление данных измерений температуры воздуха, скорости и направления ветра осуществляются в автоматическом режиме. По мере необходимости проводится считывание результатов измерений и пополнение базы данных. Обработка результатов измерений параметров ПСА предусматривает ведение базы данных и использование специальных программных средств.

**Основные результаты.** В последние годы авторами проведены исследования климатического режима атмосферной дисперсии на площадках Нижегородской и Белорусской АЭС, а также обобщение данных мониторинговых наблюдений на площадке, строящейся Белорусской АЭС. Их результаты позволили обосновать пригодность площадок для размещения АЭС и получить необходимые исходные данные для разработки инженерных и организационных решений по обеспечению радиационной безопасности. Необходимо отметить, что аналогичная концептуальная схема исследования атмосферной дисперсии во многом применима и для других экологически опасных объектов, в том числе, для тепловых электростанций.

## Литература

1. Основные требования по составу и объему изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС (СППНАЭ-87, п. 4.1). – М.: Минатомэнерго СССР, 1987. – 78 с.
2. РБ-046-08. Мониторинг метеорологических и аэрологических условий на участках размещения объектов использования атомной энергии. – М.: Ростехнадзор, 2008. – 25 с.
3. Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants // IAEA Safety series. – No NS-G-3.2. – Vienna, IAEA, 2002. – 32 с.
4. Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection. IAEA Safety Standards, no. RS-G-1.8. Vienna, IAEA, 2005. –119 p.
5. Брюхань Ф.Ф., Виноградов А.Ю., Лаврусевич А.А. Организация гидрометеорологического мониторинга в районе размещения Белорусской АЭС // Атомная энергия. 2015. Т. 118. Вып. 5. С. 292-295.
6. Брюхань Ф.Ф. Мониторинг пограничного слоя атмосферы с использованием системы SODAR/RASS на площадке Белорусской АЭС // Атомная энергия. Том 122. Вып. 1. С. 56-60.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Озерова Н.В., Мамина Д.Х.**  
(НИУ МЭИ, Москва, НИУ МГСУ, Москва)

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) России вносит значительный вклад в национальную безопасность и социально-экономическое развитие страны, его доля в инвестициях в основной капитал составляет около одной трети, в структуре доходов федерального бюджета – около половины, а в российском экспорте (в стоимостном выражении) – более половины. Вклад в ВВП страны составляет 25–26 % при доле занятых в ТЭК менее 4 % от общей численности занятого в экономике населения. Россия занимает лидирующее место в мировой торговле энергоресурсами и экспортирует почти половину производимой первичной энергии [1].

В будущем имеются все основания ожидать продолжения технологического развития традиционной энергетики, в том числе угольной промышленности, при неуклонном повышении его эффективности и экологичности.

Для этого осуществляется поэтапный переход отрасли на принципы наилучших доступных технологий (НДТ) и внедрение перспективных технологий (табл. 14) [2], снижающих удельный расход ресурсов и негативное воздействие на окружающую среду.

Технологии получения строительных материалов с использованием золошлаков ТЭС в настоящее время находятся на разных стадиях развития и распространения, их внедрение, с одной стороны, стимулируется политическими мерами (включая субсидии), а с другой, – сдерживается рыночными экономическими условиями (уровнями цен на традиционные энергоносители), отсутствием современного оборудования для обработки данного сырья, несоответствием самого сырья по качественным показателям, и как следствие несоответствие материала требованиям стандартов.

Развитие и распространение прорывных технологий в мире может не только усилить конкуренцию, но и значительно изменить структуру международных потоков энергоресурсов, что создает, с одной стороны, ряд угроз, а с другой, – новые возможности для российского ТЭК в виде повышения эколого-экономической эффективности производства.

Вопрос использования кислых зол и золошлаковых отходов в производстве строительных материалов в нашей стране стал актуальным, в связи с необходимостью стабилизации тарифов на тепловую и электрическую энергии, а

также с вступлением в силу изменений в Федеральном законе № 89-ФЗ, касающихся лицензирования деятельности по обращению с отходами и сроков их накопления [3].

Целью данной работы является анализ использования топливных зол в качестве добавки в бетонах нового поколения с целью снижения воздействия на окружающую среду, а также эколого-экономическая оценка применения данного метода [4].

Применение золошлаковых отходов позволяет снизить расход цемента в бетонной смеси, при этом также улучшает свойства бетона по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, технологичности при соблюдении необходимых требований к их использованию [5].

В ходе анализа систем золоудаления, применяемых на различных ТЭС установлено, что наиболее целесообразно применение сухого золоудаления для дальнейшего использования в производстве строительных материалов, в частности в бетонах нового поколения в целях замещения природного сырья или в качестве улучшающих добавок.

Энергетическая политика России переориентируется от ресурсно-сырьевого варианта к ресурсно-инновационному развитию, что позволяет во главу угла поставить проблему не только количественного увеличения экономических показателей, а качественного изменения структуры отрасли с помощью государственной поддержки проектов глубокой переработки угля; развития комплексного использования сопутствующих ресурсов и отходов переработки угля; последовательного приведения нормативных требований к организациям угольной отрасли в сфере охраны окружающей среды в соответствие с мировыми стандартами; стимулирование природоохранных мероприятий, включая переработку отходов и рекультивацию земель.

## Литература

1. Проект Энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года (редакция от 01.02.2017). URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1920> (дата обращения 23.03.2017)

2. ГОСТ Р 54204-2010 Ресурсосбережение. Каменные и бурые угли. Наилучшие доступные технологии сжигания.

3. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 21.11.2011 г., с изм. от 28.12.2016 г.) (редакция, действующая с 1 марта 2017 года) «Об охране окружающей среды».

4. Анисимов Р.А., Озерова Н.В. Золоотвалы ТЭС - прибыльное сырье / Управление земельно-имущественными отношениями: сб. науч. тр. по материалам XII Межд. научн.-практ. конф. Пенза: Изд-во ПГУАС, 29-30 ноября 2016.

5. Озерова Н.В, Троянов Е.А., Белякова Е.А., Москвин Р.Н., Калашников В.И. Использование золы-уноса в бетонах нового поколения // Композиционные строительные материалы. Теория и практика по материалам международной НТК Пенза: Изд-во Приволжский Дом знаний, 2013.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОНОМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ПОЛИПРОСАДОЧНЫХ ЛЕССОВЫХ ФОРМАЦИЙ РОССИИ И ТРАНСГРАНИЧНЫХ СТРАН**

**Усупаев Ш.Э.**

*(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, г.  
Бишкек)*

В статье приведена методология инженерно-геономического интегрального картирования и региональной типизации полипросадочных лессовых формаций на территории России и трансграничных с ней стран.

На ИГН карте лессовые формации впервые типизированы: а. по приуроченности к бассейнам стока рек в океаны (Тихий, Северно-Ледовитый, Индийский, Атлантический) и бессточному-внутреннему бассейну; б. по принадлежности к литосферным плитам (Евразийской, Индо-Австралийской, Горных областей на границе литосферных плит); в. по отношению к нулевой изолинии, положительным и отрицательным абсолютным отметкам геоида, г. геокриогенным обстановкам.

При ИГН картировании были использованы схемы распространения полипросадочных лессов по данным Берга Л.С. (1916), Сычева А.К. (1960), Сергеева Е.М., Быковой и др. (1989), Кэтт Д.А. (1983), Кригера Н.И. (1965), Томирдиаро С.В. (1987), Кадырова Э.В. (1989), Усупаева Ш.Э. (1992), Трофимова В.Т. и др. (2001), Конищева В.Н., Королевой Н.А. (2015) [1-12].

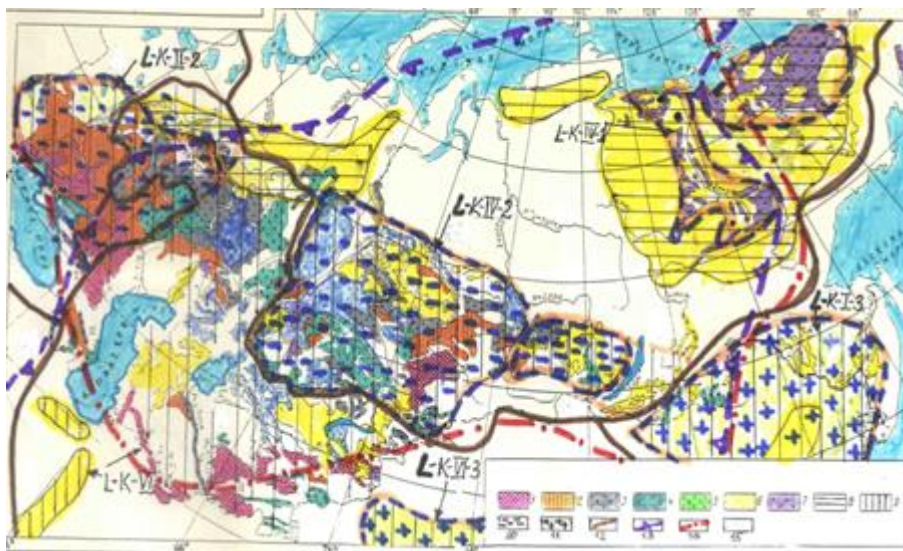
Из составленной ИГН карты видно, что лессовые формации авторы подразделяют на всех 5-ти континентах Земли кроме Антарктиды на: а. просадочные лессы; б. лессовидные суглинки, супеси и пески, в. теплые и холодные типы лессов (Кригер Н.И.); просадочные и непросадочные лессовые породы покрова континентов представляющих специфическую фрагментарно дырчатую оболочку литосферы Земли (Трофимов В.Т. и др.); а. типичные лессы и лессовидные грунты, б. лессо-ледовые формации в районах вечной мерзлоты (Томирдиаро С.В.); а. некарбонатные лессовидные породы, б. карбонатные лессовые породы (Конищев В.Н., Королева Н.А.).

По подсчетам авторов площади развития лессовых формаций на Суше дают значения: от 4,0 млн км<sup>2</sup> (Кадырова Э.В.), 4,3 млн. км<sup>2</sup> (Трофимов В.Т. и др., Ананьев В.П.), 10,0 млн. км<sup>2</sup> (Берг Л.С.), 14,0 млн. км<sup>2</sup> (Сергеев Е.М., Быкова В.С. и др.), 15,0 млн. км<sup>2</sup> (Кригер Н.И.) до 48 млн. км<sup>2</sup> (Сычев А.К.), 52 млн. км<sup>2</sup> (Кэтт Д.А.). Простое математическое усреднение позволяет получить значение 22 млн. км<sup>2</sup> [1-12].

На рис. 1 представлена составленная Инженерно-геономическая карта типизация полипросадочных лессовых формаций России и трансграничных

стран, на основе схемы распространения просадочных лессовых грунтов СССР (по Быковой В.С. и Журавлевой В.С.1980).

Из ИГН карты видно, что лессовые формации подразделены в зависимости от бассейнов стока рек в океаны на: Северно-Ледовитые, Атлантические, Тихоокеанские и Бессточного бассейна. Одновременно по данным Кригера Н.И. лессовые формации сгруппированы на: теплые (см. карте выделены знаком плюс) и знаком минус холодные, а также фиолетовым цветом многолетне - мерзлые лессы. По данным Конищева В.Н. на ИГН карте выделены горизонтальной некарбонатные и вертикальной штриховками карбонатные лессы.



**Рис. 1. Инженерно-геономическая карта типизации полипросадочных лессовых формаций России и трансграничных стран**

Лессы в связи с их денудацией, размывом и дефляцией из суши выносятся в шельфы акваторий и на дно океанов и, на региональных уровнях их накопления формируют геориски природного и техногенного характера.

### **Выводы**

1. ИГН региональная карта типизации лессов позволяет планировать и снизить геориски от просадок, индуцированных ими оползней, селей, сейсмопросадок, тиксотропии, лессового псевдокарста негативно воздействующих на население и территорию России и сопредельных стран.

2. Геоном-модели позволяют выявить закономерности палеокриогенной природы формирования лессовых формаций и полипросадочных их свойств.

### **Литература**

1. Берг Л.С. Проблема лесса // Природа. 1929. №4. 318-346 с.
2. Денисов Н.Я. О природе просадочных явлений в лессовидных суглинках М.: Сов. Наука, 1946. 176 с.

3. Кадыров Э.В. Лессовые породы: происхождение и строительные свойства. Ташкент, 1979, 168 с.
4. Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 184 с.
5. Кригер Н.И. Лесс. Формирование просадочных свойств. М.: Наука, 1986. 132 с.
6. Лессовые породы СССР. Т.2. Региональные особенности / под ред. Е.М. Сергеева, В.С. Быковой, Н.Н. Комиссаровой. М.: 1986. 232 с.
7. Мавлянов Г.А., Рахматуллаев Х.Л., Усупаев Ш.Э. и др./ под ред. академика Е.М. Сергеева и В.С. Быковой (коллектив авторов) Карта распространения и прогноза просадочности лессовых пород СССР (Карта распространения и прогноза просадочности лессовых пород Киргизского Тянь-Шаня М 1:2500000). г. Баку: Изд-во ГУГК СССР, 1989 г. 118 с.
8. Усупаев Ш.Э., Чепижный К.И. Кварц в лессах Кыргызского Тянь-Шаня. (Монография) Фрунзе: Издательство "Илим," 1991, 287 с.
9. Усупаев Ш.Э. Природа просадочности лессовых формаций Кыргызского Тянь-Шаня: дисс. докт. геол.-мин. наук Ташкент, 1992. 42 с.
10. Усупаев Ш.Э. Инженерно-геономическая модель и карта прогнозирования полипросадочности лессовых формаций Мира. // Новые типы инженерно-геологических и эколого-геологических карт по материалам Трудов межд. науч. конф. М: Изд-во МГУ, 2001. с. 55-56.
11. Трофимов В.Т., Балыкова С.Д., Болиховская Н.С. и др. Лессовый покров Земли и его свойства. М:Изд-во МГУ, 2001. 464 с.
12. Лаврусевич А.А. Псевдокарст и лессовые массивы как объект охраны недр // Разведка и охрана недр. М. 2013, №7. С. 65-70.
13. Конищев В.Н. Лессовые породы: новые возможности изучения их генезиса // Инженерная геология. М., №5. 2015. С.22-36.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Мавлянова Н.Г.**

*(Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева, РАН)*

Тенденция роста социально-экономического ущерба от природных и природно-техногенных опасностей в последние десятилетия привела к развитию международного сотрудничества в области снижения бедствий.

В странах Содружества Независимых Государств (СНГ) также развивается сотрудничество при решении вопросов предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера путем создания системы коллективной безопасности в этой области. В 1991 г., после распада СССР, на территории ранее единой страны, образовалось 15 независимых государств, соответственно образовались новые границы, а существующие общие геоэкологические проблемы стали трансграничными. В последние годы проявляется стремление к интеграции в области гармонизации природоохранного законодательства, применению научно обоснованных норм вовлечения природных ресурсов, экологических норм и стандартов, содействие в разработке общих методических подходов в области экономики природопользования и охраны окружающей среды. Однако, несмотря на наличие целого ряда нормативно-технических и законодательно-правовых документов, принятых в отдельных государствах в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС), в странах евразийского региона в целом отсутствует комплексный подход к научным разработкам по проведению единой научно-технической политики по проблемным вопросам оценки природных и техногенных рисков. Одним из нерешенных вопросов является разработка единых методов оценки трансграничных природных рисков и снижения возможного ущерба.

Термин «трансграничный» происходит от латинского слова «trans-border», что значит простирающийся через границу. В настоящее время исследователи еще не пришли к единому определению понятия трансграничности. Трансграничные территории, как правило, состоят из двух или более приграничных территорий, которые представляют собой специфические географические объекты с характерными свойствами и функциями, в т.ч. могут рассматриваться как звенья контактных структур [1]. Особенностью постсоветской модели трансграничного сотрудничества является, с одной стороны, культурно-историческая близость стран-участниц, а с другой – наличие экономических и политических разногласий, требующих от соседних стран значительных усилий. С точки зрения проявления природных опасностей, трансграничную территорию можно рассматривать как приграничные территории двух и более стран,

прилегающих к государственной границе, где источники опасности находятся на территории одной страны, а воздействие проявляется на территориях других стран. Размеры трансграничной территории изменяются для каждого типа природной опасности, например, для катастрофических землетрясений зона разрушения может достигать до 400 км от эпицентра, для наводнений – это сотни метров, а при миграции загрязнений поверхностных и подземных вод – это могут быть огромные территории.

В связи с этим, при проведении оценки трансграничных природных опасностей необходима координация научной информации, данных служб мониторинга со стороны приграничных стран.

Воздействие на окружающую среду как внутри страны, так и на соседние страны, регулируется трансграничным международным правом, закрепленным рядом конвенций: Конвенция ЮНЕСКО о культурном и природном наследии (1972 г.), Конвенция ООН об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном аспекте (1991 г.), Конвенция Европейской Экономической Комиссии ООН (УЭК ООН) по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992 г.), Конвенция по защите морской среды Балтийского моря (Хельсинская конвенция, 1992г.), Конвенция ООН о ядерной безопасности (Вена, 1994 г.) и др. Данные конвенции по регулированию трансграничных проблем показывают, что в значительной мере разработаны международные правовые нормы использования вод трансграничных водотоков; строительство и эксплуатация атомных станций, захоронение ядерных отходов, воздействие которых могут привести к катастрофическим последствиям. Предварительная оценка трансграничных природных рисков и проведение мероприятий по снижению возможного ущерба в этих конвенциях не рассматриваются. За годы независимости в странах СНГ приняты десятки законов и подзаконных актов по защите окружающей среды, но решение этих проблем в отдельно взятой республике невозможно, т.к. природные бедствия не имеют границ. При безусловном обилии различных документов межгосударственного значения, касающихся охраны окружающей среды, до настоящего времени, отсутствуют единые научно-методические методы изучения трансграничных геоэкологических рисков.

## Литература

1. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. Владивосток: Изд-во Дальнаука. 2008, 216 с.



## РОЛЬ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО И ТЕХНОГЕННОГО ФАКТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Криночкина О.К  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

При разработке месторождений неизбежно происходит трансформация всей окружающей среды (ОС) в зоне его влияния. Степень этой трансформации зависит от многих факторов и, прежде всего, от минерагенического и техногенного. Под минерагеническим фактором влияния разрабатываемого месторождения полезных ископаемых (МПИ) на ОС автором понимается состав и запасы руд, а также состав вмещающих пород, под техногенным – разработка и переработка руд, которые сопровождаются окислением, измельчением, перемещением руд и вмещающих пород, что ведет, в конечном счете, к химическому загрязнению окружающей среды.

Исследования проводились на полиметаллических месторождениях Южного Урала (Учалинское, Новоучалинское) и месторождениях Хибинских Тундр (Кукисвумчорр, Расвумчорр, Центральное) на Кольском полуострове.

Промышленный тип колчеданно-полиметаллических месторождений характеризуется большими запасами руд. Доминирующими элементами в составе руд являются токсичные элементы: *Cu*, *Zn*, *Pb* и их высокотоксичные спутники *As*, *Cd*, *Hg* и др. элементы. Большинство рудных минералов колчеданных полиметаллических месторождений представлено сульфидами. При разработке таких месторождений неизбежно происходит окисление сульфидов до сульфатов, что предопределяет кислую среду в системе порода-вода, в которой миграционные способности большинства тяжелых металлов (ТМ) возрастает, в несколько раз. [1]. По данным автора на разрабатываемом Учалинском месторождении содержание сульфат-иона в воде достигает 4500 мг/л. При этом *pH* таких вод доходит до 2. Фоновые же подземные воды большинства Южно-уральских колчеданных полиметаллических месторождений и, в частности, Учалинского месторождения являются гидрокарбонатно-кальциевыми с *pH* от 6,5 до 7,5.

То есть при разработке месторождений, а – это уже влияние на ОС техногенного фактора, значительно возрастает сульфатность вод и, как следствие, уменьшается значение *pH*. В общем водосборнике Учалинского месторождения (Южный Урал) воды имеют состав (среднее по 2013 г.): *pH* 4,5, сухой остаток 7,2 г/дм<sup>3</sup>; содержание микрокомпонентов, мг/дм<sup>3</sup>: *Cu*<sup>++</sup> 32,5; *Zn*<sup>++</sup> 212; *Mn*<sup>++</sup> 36,96; *Cd* 0,6; *NH*<sup>4+</sup> 10,4, что дает кратность их превышения ПДК<sub>хПКБ</sub> [2] в 30, 200, 300, 600 и 7 раз, соответственно.

Влияние на ОС разрабатываемых месторождений Хибинских Тундр обусловлено, в основном, доминированием щелочных пород. Вмещающими породами для рассматриваемых месторождений являются нефелиновые сиениты и уртиты, а сами руды представляют собой нефелин-апатитовый концентрат. Это формирует щелочную среду всех компонентов ОС, т.к. коренные породы задают фон местности [3].

Из-за высоких концентраций фтора в рудничных водах месторождений Хибинских Тундр, активизируется миграция многих токсичных элементов. Фтор и гидроксид-ион являются сильными лигандом-комплексобразователем и многие ТМ мигрируют в виде прочных комплексных соединений, которые легко встраиваются в трофические цепи. Высокую щелочность пород еще более усиливают техногенные факторы. В районе обогатительных фабрик значение рН достигает 12. Тут же наблюдаются и аномально высокие концентрации фтора (до 16 мг/дм<sup>3</sup>), которые обусловлены как процессом обогащения сырья, так и из-за использования в качестве флотореагента –  $Na_2SiF_6$ .

С вышеперечисленными минерагеническими условиями месторождений Хибинских Тундр связана повышенная щелочность и глиноземность природных вод при недостатке кальция (и избытке *Sr*, который изоморфно замещает *Ca*). В процессе техногенеза указанная специфика состава вод усугубляется. Такое состояние качества воды находят отражение и в составе депонирующих сред – почв и растительности. А далее включается механизм усвоения нетипичных экзистенциальных элементов организмом человека. Тем самым обуславливается эндемическая заболеваемость населения. Избыток фтора приводит к флюорозу, а алюминия к проявлениям болезни Альцгеймера. При недостатке кальция страдает костно-мышечная система (*Sr*), при избытке меди развиваются эндемические анемии и т. д. [4, 5].

## Литература

1. Колотов Б.А. Гидрогеохимия рудных месторождений. М.: Недра, 1992, 193 с.
2. ГН 2.1.5.1315-03 –ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. Вдовина О.К., Лаврусевич А.А., Высокинская Р.В., Евграфова И.М., Полякова К.С. Роль геохимического фона при оценке инвестиционной привлекательности рекреационных территорий //Вестник МГСУ. 2014, № 8, с. 98-106.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов, кн.4. М.: Экология, 1996, 410 с.
5. Вдовина О.К., Малинина Е.Н., Попова А.Н. Экологическая роль геохимического фона //Разведка и охрана недр. 2012, №7, с. 61-63

## НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЙОНОВ ДОБЫЧИ НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Лаврусевич И.А., Подлесных А.И., Лаврусевич А.А.

(НИУ МГСУ, г. Москва)

На территории Российской Федерации расположены многочисленные месторождения сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, в их числе огромные запасы нерудных полезных ископаемых, применяемых в строительстве [7].

Разработка сырьевых месторождений приводит к техногенному изменению природных комплексов и биогеоценозов, воздействуя на все компоненты геосфер Земли [5].

Карьерным способом добывают очень многие нерудные полезные ископаемые, такие как песок, глины, известняк, мел. Такие полезные ископаемые как известняк и гранит залегают глубоко под слоем непродуктивных пород. Поэтому их добыче предшествует процесс снятия этих «вскрышных» пород, а сама добыча производится с применением взрывных работ, призванных обеспечить отделение блоков породы от основного массива для их последующей обработки [1, 4, 5].



Рис. 1. Эрозионная промоина на территории Сычевского карьера (фото И.А. Лаврусевича).



Рис. 2. Суффозионный провал на территории Афанасьевского карьера (фото А.И. Подлесных).

В результате экскавации, перемещения значительных объемов пород и образования отвалов, достигающих 100 и более метров и нередко размещаемых на плодородных участках, природный рельеф замещается техногенным. Изменение ландшафта приводит к перераспределению приземных потоков воздуха и возникновению сильных ветров. На образовавшихся обширных насквозь продуваемых территориях поднимается большое количество пыли, вплоть до образования пылевых вихрей, а также активизируются процессы дефляции, выветривания и выщелачивания массивов [1, 3, 4, 6].

На территориях карьерной добычи нерудных полезных ископаемых, вследствие техногенного воздействия, активизируются такие опасные экзогенные геодинамические процессы, как суффозия и эрозия [1-6].

В результате нарушения целостности массива и экскавации значительных объемов породы, происходит нарушение ее структурной прочности, увеличение проницаемости и скважности. Изменение гидрогеологического режима и степени дисперсности породы создает предпосылки для развития эрозионных, суффозионных и постсуффозионных процессов [6].

Отсутствие специально организованных систем поверхностного стока, водоотведения и сброса, а также достаточного количества растительности на откосах и склонах карьерных выработок способствует формированию эрозионных промоин, борозд и оврагов [1, 6].



**Рис. 3. Оползень и заболачивание на территории Афанасьевского карьера (фото И.А. Лаврусевича).**



**Рис. 4. Оползень и заболачивание на территории Афанасьевского карьера (фото А.И. Подлесных).**

На разрабатываемых территориях очень высока интенсивность развития обвалов, оползней и осыпей, обусловленных техногенным изменением природного ландшафта [1-6].

В результате карьерной добычи нерудных полезных ископаемых меняется рельеф, микроклимат, гидрологический и гидрогеологический режимы территорий, состояние экосистем, происходит загрязнение природной среды.

## Литература

1. Ананьев В.П., Потапов А.Д., Юлин А.Н. Инженерная геология: учеб. для строит. спец. вузов, 7-е изд., перераб. и испр. М.: Инфра-М., 2005, 576 с.
2. Лаврусевич И.А., Лаврусевич А.А. Геоэкологические аспекты развития присклоновой суффозии правого борта реки Волга // 18-е Сергеевские чтения. М.: ГЕОС, вып.18, 2016, с.150-153.
3. Лаврусевич А.А., Хоменко В.П. Инженерная защита территорий, пораженных лёссовым псевдокарстом // Вестник МГСУ. 2012, № 10, с.213–220
4. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений: учебное пособие. М.: Горная книга, 2007. 922 с.
5. Подлесных А.И., Лаврусевич И.А. Геоэкологические проблемы цементного производства // Разведка и охрана недр. 2016, №6, с. 46-51.
6. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2003, 216 с.
7. Фокина З.Т., Подлесных А.И. Синергетический подход к экологизации цементного производства // Вестник МГСУ, 2015, № 11, с.130-141.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МЕРГЕЛЬНОГО КАРСТА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В КРЫМУ

Лаврусевич А.А., Надворный П.В., Алешина Т.С.  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Карбонатные породы (известняки и доломиты), по данным американских геологов, составляют от 14 до 29% всех осадочных пород Земли. Наибольшее распространение они получили в ордовике, среднем и верхнем девоне, нижнем и среднем карбоне, триасе, средней и верхней юре, верхнем мелу, неогене и палеогене. В четвертичный период продолжается активное осадконакопление. Классификация карбонатных пород построена на способе образования, вещественном составе, структуре и др. Среди карбонатных пород существенное место занимают породы, представляющие собой смесь обломочного и химически осажденного карбонатного материала. В зависимости от соотношения между терригенным и карбонатным материалом находятся известковый и доломитовый ряды карбонатных пород. Типичной породой смешанного глинисто-карбонатного состава является мергель. Это мягкие, хотя и иногда достаточно твердые породы с землистым изломом, имеющие, как правило, светлую окраску. Мергель – порода, состоящая на 50-75% из карбоната и на 25-50% из нерастворимого остатка, представленного глинистыми минералами (каолинит, монтмориллонит, гидрослюда) и кварцем ( $SiO_2 + R_2O_3$ ), следовательно – является породой, которая должна быть подвержена воздействию карстово-суффозионных процессов. Нередко, в качестве примесей присутствуют зерна алевритовой размерности, представленные кварцем, полевыми шпатами, слюдами, акцессорными минералами.

Мергели образуются в морских условиях, при осадконакоплении в пределах континентального склона и локально на больших глубинах, а также в лагунах и пресноводных озерах. Происходит одновременное поступление карбонатного и глинистого материала. Однако в этих условиях, в основном фации мелководного шельфа и шельфа средних глубин, идет минимальное поступление терригенного материала за счет большой удаленности от береговой линии. Тем не менее, распределение в мергеле карбонатного и некарбонатного материала обычно равномерное. Мергельно-меловые отложения Русской платформы состоят, как правило, из карбоната кальция и глины [1, 2]. (Литология 1983).

Согласно ГОСТ Грунты 251000-2011 в зависимости от количества породообразующего карбонатного и глинистого материала выделяют [3]:

Таблица 1

Содержание глинистых минералов, %	Известковый ряд		Доломитовый ряд	
	Разновидность грунта	Содержание $\text{CaCO}_3$ , %	Разновидность грунта	Содержание $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , %
0-5	Известняк	95-100	Доломит	95-100
5-25	Известняк глинистый	75-95	Доломит глинистый	75-95
25-50	Мергель известковый	50-75	Мергель доломитовый	50-75
50-75	Мергель глинистый известковый	25-50	Мергель глинистый доломитовый	25-50
75-95	Глина известковая	5-25	Глина доломитовая	5-25
95-100	Глина	0-5	Глина	0-5

Как видно из таблицы 1, содержанию глинистых частиц в диапазоне от 25 до 50% соответствует мергель известковый и мергель доломитовый, в зависимости от содержания известковой или доломитовой составляющей. При выветривании мергель переходит в мягко-пластичное состояние. Кроме того, за счет присутствия в породе до 50% глинистых частиц, при разрушении мергелей, они выносятся инфильтрационными потоками вниз и кольматируют поры, а также трещины различного генезиса (тектонические, осадочные, сдвиговые и т.д.). В связи с этим, мергели считаются слабо карстующимися породами, однако, за счет присутствия в них субвертикальных карстовых каналов и проницаемых зон связанных, как уже было сказано с трещиноватостью, в них следует различать трещинную и поровую фильтрации. Формирование в глинистых породах трещин обуславливает гетерогенный (схема «двойной пустотности») характер фильтрации в соответствующих слоях. Крупные тектонические трещины могут обладать высокой проницаемостью, функционировать как каналы и играть большую роль в процессах перетекания и вертикального водообмена [4]. При достаточной степени консолидированности и высокой карбонатности мергелей, в них могут формироваться крупные каналы с устойчивой скульптурной морфологией [5].

Рассматривая мергель как потенциально карстующуюся породу нельзя не отметить, что не все исследователи однозначно признают существование такого вида карста как мергельный карст, так как в основном употребляются пары: мел-мергельный или мергельно-меловой карст. [6,7 и др.]. Однако, при

описании карстовых форм как поверхностных, так и подземных, формулировка мергельный карст "уходит" и сменяется описанием только мелового карста.

В нормативной литературе при перечислении типов карста и состава карстующихся пород перечислены: известняк, доломит, мел и мрамор, то есть мергель даже не рассматривается как карстующаяся порода. При строительстве на территориях, сложенных мергельными породами следует обращать внимание на выявление уже сформировавшихся гипогенных карстовых формах рельефа. Эпигенный карст, которому раньше отдавали приоритетное значение, оказывает лишь моделирующее воздействие. Его современная активизация в ненарушенных естественных условиях маловероятна и во много раз может усиливаться при техногенном нарушении параметров геологической среды в зоне влияния реликтовых гипогенных полостей.

### Литература

1. Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов// СПб.: Недра.1998. -352 с.
- 2.Фролов В.Т. Литология. Кн.2.: Учеб. пособие-М. Изд-во МГУ, 1993. - 432 с.
3. ГОСТ 25 100-2012 Грунты.
4. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П. Проницаемость и фильтрация в глинах. М.: Недра, 1986 - 160 с.
5. А.Б. Климчук, Г.Н. Амеличев, Е.И. Тимохина, С.В. Токарев. Гипогенный карст восточной части внутренней гряды Предгорного Крыма//Спелеология и карстология. 2012, №8, С.18-49.
6. А.Г. Чикишев. Карст Русской равнины-М. Изд-во Наука,1978. -194с.
7. Ф.Н. Мильков. Общее землеведение. М.: Высш. шк.,1990. -335с.



## ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ БИОИНДИКАЦИИ

Саркисова Ю.А., Королев В.А.  
(МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва)

Высокий уровень техногенной нагрузки на городских территориях влечет за собой ряд экологических проблем, связанных с глубоким преобразованием качества окружающей. Известно, что биота является наиболее чувствительной составляющей урбогеосистем. Она реагирует на любые изменения, происходящие в урбогеосистеме. В связи с этим, предлагается использовать метод биоиндикации для оценки деградации окружающей среды урбанизированных территорий [1, 2, 3].

В качестве растительного биоиндикатора на территории Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) Москвы в период с 2013 по 2016 год применялся тополь бальзамический (*Populus balsamifera*).

Для проведения биоиндикационных исследований на территории ЮВАО г. Москвы были выбраны биотопы с различной техногенной нагрузкой: территории рекреации, территории жилой застройки, территории общегородского назначения, территории близ автодорог, промышленные территории. На обозначенных территориях в установленных пунктах с 2013 по 2016 год проводился периодический сбор листовых пластин биоиндикатора с мая по сентябрь. После чего листовые пластины обрабатывались для определения коэффициента симметрии листовых пластин  $K_{сим}$  по формуле:

$$K_{сим} = \sum m_m / \sum m_b,$$

где  $\sum m_m$  – сумма масс меньших половинок листовых пластин,  
 $\sum m_b$  – сумма масс больших половинок листовых пластин тополя.

Затем, определялся элементный состав собранных образцов почв. После чего определялись коэффициенты корреляции между  $K_{сим}$  и содержанием элементов в почвах, что необходимо для подтверждения существования причинно-следственной связи между этими величинами. Элементы, обладающие тесной и весьма тесной обратной корреляцией с коэффициентом  $K_{сим}$  листовых пластин, использовались для построения оценочных диаграмм. В свою очередь, для построения оценочных диаграмм необходимо [4] определить суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  для почв в каждом исследуемом биотопе; построить оценочные диаграммы - графики зависимости  $K_{сим}$  от  $Z_c$  с градационными уровнями  $Z_c=8$ ,  $Z_c=16$ ,  $Z_c=32$  и применить их для оценки эколого-геологического состояния изучаемого участка городской среды.

На основе полученных результатов определений  $K_{сим}$  тополя бальзамического выявлено, что в ряду биотопов «рекреация - территории общегородского

назначения - жилые территории - территории близ автодорог - промышленные территории» значения  $K_{сим}$  биоиндикатора уменьшаются во всех годах наблюдения, что свидетельствует об увеличении техногенной нагрузки в данном ряду; а также наблюдается четкая тенденция к снижению значений  $K_{сим}$  в вегетационном периоде с мая по сентябрь, характерная для всех наблюдаемых периодов с 2013 по 2016 гг., что вероятно обусловлено старением биоиндикатора, накоплением продуктов метаболизма, а также влиянием стрессирующих факторов.

Также согласно оценочной диаграмме, полученной на основе полученных данных в 2013-2016 гг., эколого-геологическое состояние исследуемой территории в 2013-2016 гг. соответствовало экологической норме и экологическому риску с умеренно опасным и опасным содержанием токсичных элементов. Ни в одном пункте наблюдения состояния экологического кризиса зафиксировано не было.

Таким образом, с помощью метода биоиндикации можно получать объективную оценку деградации окружающей среды городских территорий.

### Литература

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: учебное методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006, с. 48-52
2. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2004, с. 8-40, 218-225.
3. Уфимцева М.Д, Терехина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга. СПб.: Наука, 2005. 339 с.
4. Шумкина Ю.А., Королёв В.А. Биоиндикационный мониторинг природно-технических систем урбанизированных территорий // Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций. Вып. 17. М.: РУДН, с. 522-526

## ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ГРУНТА В ГОРОДЕ ДУДИНКЕ

**Кучмин А.В.**

*(ООО НПО «Гидротехпроект» г. Санкт-Петербург)*

В августе – октябре 2016 г. ООО НПО «Гидротехпроект» выполнял инженерно-экологические изыскания для реконструкции системы водоснабжения г. Дудинки (*Таймырский Долгано-Ненецкий район Красноярского края*). Одна из задач инженерно-экологических изысканий заключалась в оценке комплексного загрязнения почвы и грунта.

В ходе полевых работ было отобрано по 6 смешанных проб почвы и грунта для химических анализов, анализов на радионуклидный состав, а также на микробиологическое и паразитологическое исследование. По 4 пробы были отобраны вблизи оз. Самсонкино – источника водоснабжения г. Дудинки, по 2 пробы – с территории строительства очистных сооружений. Комплекс лабораторных исследований выполнялся ООО «Экостандарт «Технические решения» (Санкт-Петербург).

**Химическое загрязнение.** Известно, что санитарные нормативы качества почв [1] разработаны для ограниченного числа загрязняющих химических агентов. ПДК нефтепродуктов в России официально не установлены. Однако для оценки загрязненности почвы нефтепродуктами принята шкала уровней загрязнения, согласно которой допустимым принимается уровень 1000 мг/кг [2].

Суммарный показатель химического загрязнения почвы и грунта металлами и мышьяком 1-3 классов опасности  $Z_c$  определялся согласно СП 47.13330.2012 [3] с учетом фоновых концентраций загрязняющих компонентов. При этом рассматривались два варианта фоновых концентраций. В первом случае использовались данные, рекомендуемые СП 11-102-97 [4], во втором – данные, полученные на наиболее незагрязненном участке вблизи оз. Самсонкино.

Анализ результатов лабораторных испытаний образцов почвы и грунта показал, что их суммарный показатель химического загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком  $Z_c$  по всем пробам с использованием обоих вариантов фоновых концентраций не превышает 16. По результатам химического анализа проб по органическим компонентам установлено, что загрязненность почвы и грунта нефтепродуктами низкая и не превышает 2 % от допустимого уровня 1000 мг/кг, установленного [2]. Концентрация бенз(а)пирена в почве также весьма мала и ниже предела измерений.

**Микробиологическое загрязнение.** Результаты лабораторных анализов проб показали, что во всех образцах почвы и грунтов:

- индекс БГКП составляет 1 КОЕ/г при допустимом пределе 10 КОЕ/г;

- индекс энтерококков менее 1 КОЕ/г при допустимом пределе 10 КОЕ/г;
- патогенная кишечная флора (в том числе сальмонеллы) не обнаружена;
- цист патогенных кишечных простейших, яиц и личинок гельминтов и куколок синантропных мух не обнаружено.

**Радиационное загрязнение.** Лабораторное радионуклидное исследование проб почвы и грунта на активность техногенного  $Cs^{137}$  и естественных радионуклидов (ЕРН) –  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$ ,  $Th^{232}$  показало, что активность  $Cs^{137}$  составляет менее 6 Бк/кг, а эффективная активность ЕРН изменяется в пределах 15,4-22,5 Бк/кг, что значительно ниже величины порогового уровня 370 Бк/кг, установленного ГОСТ 30108 [5] для строительных материалов, в том числе, почв и грунтов.

**Уровень комплексного загрязнения.** Согласно критериям[6]:

- категория химического загрязнения почвы и грунта – допустимая;
- категория эпидемической опасности почвы и грунта: чистая;
- уровень радиоактивности почвы и грунта удовлетворяет установленным нормам радиационной безопасности для строительных материалов.

Критерии использования почвы и грунта, установленные [6], предусматривают их использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска.

## Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Роспотребнадзор, 2006.
2. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утвержден Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.
3. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М.: Госстрой РФ, 2012.
4. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М: Госстрой РФ, 1997.
5. ГОСТ 30108. Межгосударственный стандарт. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов. М.: Госстрой России, 1995.
6. СанПиН 2.1.7.1287-03. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.: Роспотребнадзор, 2003.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ГОРОДОВ В НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ

**Заиканов В.Г., Минакова Т.Б.**

*(Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, г. Москва)*

В связи с усилением в последнее время процесса урбанизации особым направлением геоэкологических исследований является обеспечение безопасности городских территорий. На урбанизированных территориях, отличающихся конфликтностью геоэкологических ситуаций и устойчивой тенденцией строительства «вверх и вниз», геолого-геоэкологический аспект приобретает особое значение.

Планирование и проектирование территорий осуществляется с обязательным соблюдением требований безопасности поселений и их защиты от воздействия ЧС природного и техногенного характера, устанавливаемых нормативными и правовыми актами РФ и субъектов Федерации, документами органов архитектуры и градостроительства, органов по охране окружающей среды и др. Городская среда при условии выполнения всех требований, должна соответствовать принятым стандартам жизни населения. Фактически любой градостроительный проект должен быть геоэкологически безопасным, т.е. основан на рациональном управлении природопользованием. Теоретически должен обеспечиваться баланс природно-ресурсного потенциала и ущерба (накопленного и ежегодного) в зоне взаимодействия технических объектов с природой. Соотношение этих величин указывает на способность ПТС города к возможности частичного самовосстановления или необходимого поддержания ПТС на определенном безопасном для объектов экономики и человека уровне. Этот принцип является основным в проектировании городского пространства, опирающегося на геоэкологические технологии.

Практическим внедрением геоэкологических разработок может стать подготовка нормативно-правовых документов в плане проведения изыскательских работ. Для перехода на геоэкологические технологии проектирования необходимы соответствующие методики и нормативная база, которые пока еще недостаточно разработаны. По всей видимости, здесь необходимо опираться на принцип опережающего управления в проектировании. Под последним понимается комплексный анализ соответствия каждой природной системы или ПТС ее социально-экономическому использованию, возможности перевода ее в другое состояние (статус) и прогноз последствий во времени и пространстве такого перевода.

Анализ и прогноз опирается на предполагаемые и существующие методы оценок состояния систем, их современное использование и допустимые последствия. Поэтому можно сказать, что геоэкологическое проектирование – это комплекс таких проектных, технологических и организационных решений,

которые должны обеспечить сохранение, безопасность и комфортность среды обитания человека.

Для урбанизированных территорий в настоящее время нет единой выработанной концепции города будущего, что тормозит совершенствование нормативной и законодательной базы градостроительства и особенно в части изысканий и проектирования. Современные внутригородские проблемы – транспортная доступность, состояние ПТС, ухудшение здоровья горожан и т.п. указывают на невозможность сохранения и развития городов в современном виде. Вследствие снижения свободных и пригодных земель для строительства в городе, наметилась тенденция высотного строительства, которая, сохранится, по крайней мере, в ближайшие 10-15 лет. Массовое высотное строительство влечет за собой появление новой геоэкологической проблемы – неравномерное использование городского пространства, особенно подземного. Перенаселенность города не только интенсивно изменяет его естественную среду, но и определяет необходимость, с одной стороны, комплексной оценки геологического и геоэкологического факторов проектирования, с другой – совершенствования нормативных изыскательских и градостроительных документов.

Например, нормативное обеспечение инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) начало формироваться во второй половине 90-х годов XX века. Несмотря на появление в последние годы актуализированных версий ряда документов, действующие ныне СП, СНиП и др. заметно отстают от современности, не говоря уже о будущем.

При их анализе были выявлены недостатки, касающиеся ИЭИ, где говорится о результатах точечного опробования того или иного компонента (воздуха, почв, воды, грунта). Однако этого недостаточно, так как проектировщику нужна комплексная картина по всей территории, а не отдельным точкам. Эту задачу можно решить с помощью создания карты комплексной геоэкологической оценки, отражающей территориальную дифференциацию геоэкологических ограничений для строительства. Эта карта должна стать основой для обоснования проектных решений и размещения сети геоэкологического мониторинга и др. К сожалению, в нормативных документах эта часть отсутствует. Поэтому геоэкологические исследования в составе ИЭИ должны быть выделены в самостоятельный «геоэкологический» блок.

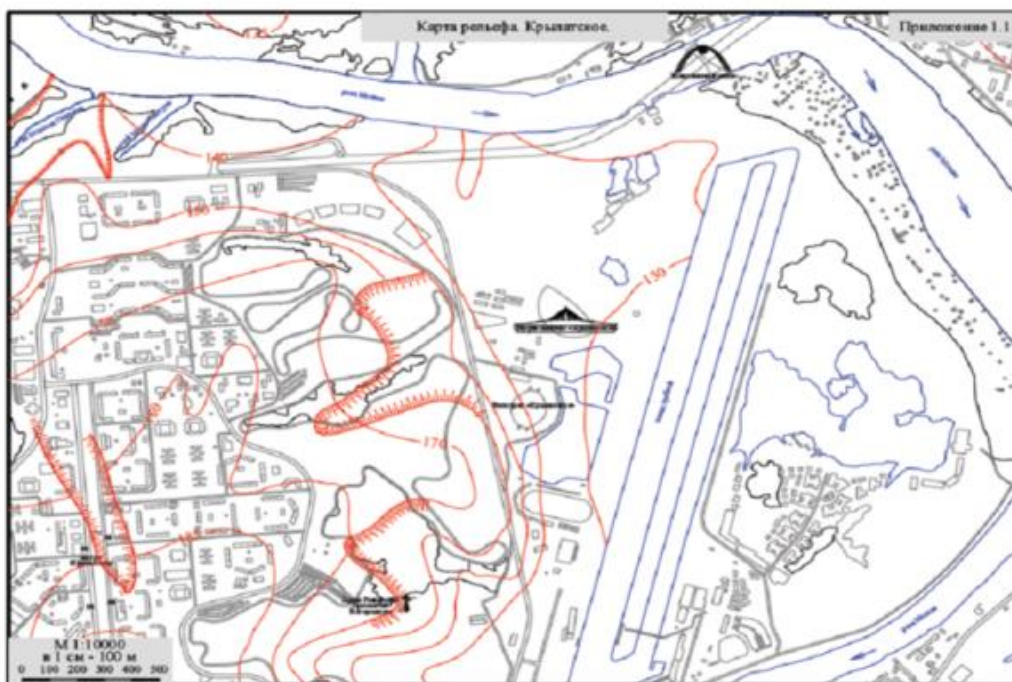
## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА КРЫЛАТСКОЕ Г. МОСКВЫ)**

**Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Макеева Т.Г.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Пригород всегда использовался для обеспечения города дешевыми строительными материалами. Территориальный рост городской системы неизбежно приводит к включению отработанных карьеров строительных материалов в городскую агломерацию. Территории, занятые отработанными карьерами необходимо подвергать рекультивации с целью дальнейшего использования для строительства различного рода сооружений. Как правило, рекультивация большинства карьеров, зачастую не проводится, а часто они засыпаются бытовым и строительным мусором, промышленными и радиационными отходами с образованием свалок из этих материалов. Разработка карьеров строительных материалов (песчаных, глинистых и известняковых) в пределах моренной равнины и речной долины района Крылатское способствовала деградации рельефа местности (рис. 1).

Увеличение расчленения рельефа, с одной стороны, обусловлено разработкой карьеров и образованием отвалов техногенных грунтов вскрыши. С другой стороны, активизацией геологических и инженерно-геологических процессов за счет снижения прочностных и деформационных свойств горных пород в бортах карьеров, откосов, снижения устойчивости грунтов к размыву обнаженных пород. Эти факторы интенсифицировали формирование оврагов, оползней, суффозионных воронок на склонах и поверхности речных террас долины реки Москвы.

К таким процессам относятся: выветривание обнажённых пород в бортах карьеров; боковая эрозия реки; плоскостная эрозия на склонах и поверхности речных террас под действием временных и постоянных поверхностных водных потоков с развитием оврагов; образование оползней - гравитационные смещения масс горных пород на склонах террас и бортах карьеров, вследствие нарушения динамического равновесия и боковой эрозии реки Москвы, а также инфильтрация атмосферных осадков и действие подземных вод; механическая суффозия в результате образования высокого градиента грунтовых вод в верхнеплейстоценовых песках речных террас и в голоценовых песках на оползневых склонах; выщелачивание верхнекаменноугольного известняка под действием поверхностных и подземных вод в заброшенном карьере в пределах долины речки Б. Гнилуша.



**Рис.1. Карта рельефа района Крылатское в г. Москве**

Интенсивное строительство и эксплуатация наземных и подземных инженерных сооружений в г. Москве за эти годы спровоцировало возникновение геоэкологических проблем, которые связаны с развитием ряда опасных геологических, инженерно-геологических и техногенных процессов [1,2]. К главным неблагоприятным и опасным геологическим процессам в городе относятся: процесс подтопления за счёт утечек из коммуникаций и авариях на них, карст в известняках при откачках, механическая суффозия и овражная эрозия в связи с высокой размываемостью песков в пределах речных террас и их склонов. Динамическое воздействие на дисперсные грунты подземного и наземного транспорта, строительного механического оборудования, вибрация от механизмов внутри промышленных и жилых зданий, а также собственные колебания конструктивных элементов сооружений значительно ослабляют прочность дисперсных грунтов, инициируют образование опасных инженерно-геологических и техногенных процессов: развитие пловунности в водонасыщенных песках и тиксотропии в глинах, а также способствуют образованию неравномерных осадок фундаментов жилых домов и трещин в них, многочисленных техногенных эрозионных провалов. Эти факторы повышают микросейсмическую опасность района на 1-2 балла, а при высотном строительстве – на несколько баллов. Согласно картам ОСР-97 территория г. Москвы относится к 5-балльной зоне с нормально уплотнёнными грунтами 2 ой категории сейсмичности. В связи с этим для обеспечения безопасности в городе необходимо проведение микросейсмического районирования, поскольку при этом изучаются не только источники сейсмической опасности, а также реакция грунтов на сейсмические воздействия, как на сейсмической территории. Всё



это свидетельствует о сложных инженерно-геологических условиях, установившихся за последние 20 лет, которые не в полной мере были учтены при проектировании и строительстве в городе в условиях тесной городской застройки и привели к провалам на дорогах (более 200), деформациям в зданиях и их разрушениям (Трансвааль парк, Басманный рынок) [1,2]. Однако это повторяется и в новом районе Крылаткое. Так на ул. Крылатские Холмы напротив станции АЗС, над тоннелем метрополитена провалились в ноябре 2009 г. две автомашины (рис.2). На Рублёвском шоссе находится 16 этажный дом, который в течении 20 лет укрепляют массивными металлоконструкциями, поскольку из-за динамических воздействий от транспорта он до сих пор даёт неравномерную осадку. (рис.3). От таких воздействий, очевидно, вышел из строя Ледовый дворец вместимостью около 7000 человек. Он был построен рядом с гребным каналом в 2004 г. и через 3 года металлический стержень одного из шарниров весом около тонны, удерживающих кровлю, разлетелся в результате динамических воздействий (рис.4). Очевидно это был бракованный стержень, если вышел из строя через столь короткий срок.



**Рис.2. Провал грунта около АЗС на ул. Крылатские Холмы**

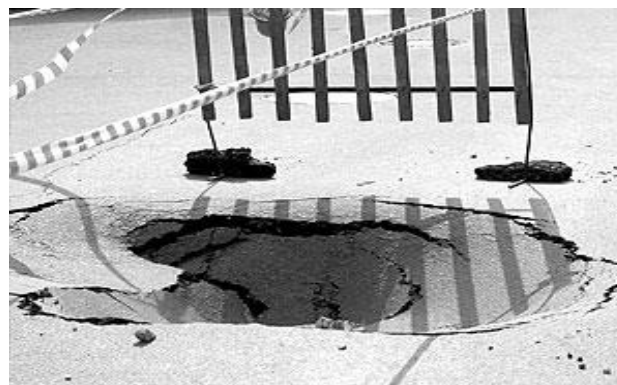
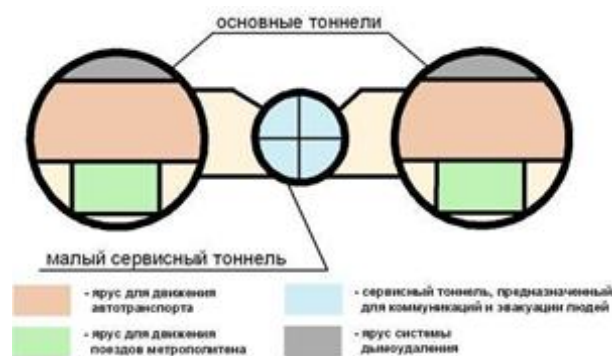


**Рис.3. Дом на Рублевском шоссе**



**Рис.4. Ледовый дворец**

При решении транспортной проблемы этого элитного района и проблемы обеспечения населения безопасным и комфортным жильём, был упущен такой важный аспект как прогноз развития опасных геологических процессов при строительстве и эксплуатации уникальных инженерных сооружений повышенной ответственности в сложных инженерно-геологических условиях района Крылатского.



**Рис. 5. Схема Северо-Западного тоннеля**      **Рис. 6. Провал в одной из полос Северо-Западного тоннеля**

В связи с этим появились объективные геологические риски опасности строительства в природоохранной зоне Москворецкого парка вблизи р. Москвы многоэтажного паркинга и эксплуатации уникального двух уровневного Северо-Западного тоннеля на глубине 40 м (рис. 5). Динамическое воздействие от движения поездов метрополитена и автомобилей в туннеле на геологическую среду уже привело в апреле 2008г. пока только к провалу небольшой глубины на одной из полос тоннеля (рис.6). Геологические риски имеются также для высотных зданий, построенных в последние десять лет вблизи склона речной долины вдоль улицы Крылатские Холмы без научно-технического сопровождения инженерно-геологических изысканий [3], хотя в этих местах, как в прошлом веке, так и в настоящее время наблюдались природные и искусственные оползни. Искусственный оползень площадью 200 м<sup>2</sup> образовался в июне 2006 года у дома 1 по улице Крылатские Холмы в результате тушения горящих бытовок строителей высотного дома большим количеством воды, что нарушило устойчивость склона и привело к образованию оползня в сторону природоохранной зоны. При этом частично задело проезжую часть улицы (рис.7). Кроме того, строителями не учитывалась возможность повышения балльности природной микросейсмичности до 7 баллов и более и возможность проявления техногенного местного наведённого землетрясения в результате резонанса от динамических воздействий в СЗТ от встречных потоков автомобилей на верхнем этаже и встречных поездов метрополитена нижнего этажа.

Речка Б. Гнилуша давно используется для сбросов канализационных, кислотных и откаченных вод со строительных объектов и захламляется строительным мусором (рис.8). В связи с этим вода в реке имеет желтоватый цвет. Над СЗТ речка заключена в трубу, после которой она попадает в отстойник. По факту сбросов отходов в речку было заведено административное дело. Несмотря на то, что русло её упрятано в металлическую трубу над СЗТ, часть загрязненного водного потока имеет возможность просачиваться через пески под трубой. Со временем это может негативно сказаться на прочности обделки тоннеля,



**Рис. 7. Проезжая часть ул. Крылатские Холмы**



**Рис. 8. Речка Б. Гнилуша перед местом, где она упрятана в трубу**

Таким образом, геоэкологические проблемы ареалов урбанизированных территорий в значительной степени усложняют эксплуатацию наземных и подземных гражданских сооружений с повышенной степенью ответственности, поскольку были построены в начале 2000 годов без должного отношения к влиянию динамических воздействий на грунты оснований фундаментов и геологическую среду тоннелей, прогнозу изменения окружающей среды в результате эксплуатации этих сооружений [3] и мониторингу за развитием инженерно-геологических и техногенных процессов в период эксплуатации [4]. Финансирование Правительством Москвы работ по сегодняшней оценке инженерно-геологических условий Крылатского района, оценки рисков геологических процессов и мониторинга территорий СЗТ, Ледового дворца и высотных зданий в значительной мере обеспечило бы безопасность и надёжность их эксплуатации в соответствии с требованиями сегодняшних нормативных документов [5, 6] для предотвращения возникновения чрезвычайной ситуации в районе, которая неоднократно возникала в эти годы в разных районах г. Москвы со сложными инженерно-геологическими условиями

## **Литература**

1. Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Воронин А.М. Влияние инженерно-геологических и техногенных процессов на городское строительство и хозяйство.// Мат-лы научно-практической конференции: «Инновации в отраслях народного хозяйства, как фактор решения социально-экономических проблем современности». МГАКХИС, 2011, с. 59-62.

2. 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 //Мат-лы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Сергеевские чтения. 2016, Вып.18, с. 310 -314.

3. Кучуков Э.З., Филькин Н.А., Лаухин С.А., Зоммер Т.В. Обязательные инженерно-геологические изыскания как научно-техническое сопровождение строительства. Научное обозрение. 2016, № 6, с 189 -193.

4. Кучуков Э.З., Зоммер Т.В., Филькин Н.А. О необходимости введения мониторинга инженерно-геологических изысканий в строительстве в целях предотвращения разрушения сооружений. Научное обозрение. 2016, №,7,с. 20-24.

5.СП. 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.

6.СП 267.1325800. 2016.Здания и комплексы высотные. Правила проектирования.

## **ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И БИОСФЕРУ**

**Платов Н.А., Макеева Т.Г.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

На застроенных территориях под воздействием техногенной и хозяйственной деятельности происходит антропогенное переформирование режима подземных вод. Этому способствуют как природные, так и техногенные факторы. К природным факторам относятся: недостаточная мощность слоя слабопроницаемых отложений, залегающих с поверхности; наличие «окон» в перекрывающих и подстилающих отложениях; недостаточная мощность слоев разделяющих водоупоров; наличие гидравлической связи между водоносными горизонтами; наличие трещиноватости или зон дробления пород, разломов, обусловленных тектоническими или неотектоническими условиями; развитие карстовых процессов в верхней части разреза в области распространения пресных подземных вод, слабая естественная защищенность водоносного горизонта; совпадение областей питания, распространения и разгрузки; высокие фильтрационные показатели пород зоны аэрации и водоносного горизонта; благоприятные климатические факторы (большие годовые суммы осадков, их значительная интенсивность, скорость и направление преобладающих ветров). К техногенным факторам можно отнести: большие объемы сброса жидких и твердых отходов производства; высокая инфильтрация сточных вод; значительные утечки производственных жидкостей; интенсивный водоотбор; формирование обширных депрессионных воронок в вовлечение в область питания природных минерализованных вод; отбор подземных вод с осушением территории, водопонижением при строительстве и др.; большое содержание загрязняющих веществ в промышленных водах и отходах; высокая загазованность атмосферы газовыми выбросами промышленных предприятий и транспорта; большие испаряющие поверхности зеркала сточных вод в накопителях, водотоках и коллекторах; уничтожение естественных дренажей (планировка местности, засыпка оврагов, возведение насыпей и др.); асфальтирование больших площадей в городах; обильный полив растений и деревьев.

Переформирование режима подземных вод может приводить к следующим экологическим последствиям: деградация земель, их опустыниванию, исчезновению родников, мелких рек и водоемов за счет интенсивного водоотбора и понижения уровня подземных вод; ухудшению экологической обстановки в районах, где в долинах рек водоотбор подземных вод соизмерим с расходами рек; оседанию земной поверхности и ее затоплению за счет интенсивного водоотбора, измеряющего состояние водовмещающих и водоупорных пород и др.

Нарушение режима подземных вод связано с опасностью техногенного

ухудшения качества питьевых вод. Масштабы загрязнения оцениваются по размерам области загрязнения, скорости миграции загрязненных вод в пласте. Интенсивность загрязнения определяется характером взаимосвязи эксплуатируемого горизонта с поверхностными и инфильтрационными водами, степенью его естественной защищенности, зонально-климатическими особенностями городской территории, мощностью и литологией пород зоны гипергенеза, промышленной спецификой города или его района, плотностью застройки, степенью совершенства технологических процессов производства, качеством очистных сооружений.

В пределах городской черты почвы, как основной представитель биосферы, испытывают сильное антропогенное воздействие: физическое, химическое и биологическое, в силу чего быстро деградируют.

Почвы, по существу, являются одним из основных природных компонентов, депонирующим различные загрязняющие вещества, средой для развития микроорганизмов, покровом для недр, легко разрушаемым любым физическим воздействием. В городских условиях почву можно рассматривать в качестве своеобразного индикатора состояния загрязнения урбанизированных ландшафтов при оценке влияния отдельных источников воздействия на городские ландшафты.

При инженерно-экологических исследованиях в условиях сохранившегося почвенного покрова следует выполнять:

- районирование почв по ареалам распространения типов почв согласно ГОСТ 17.4.04.-85;

- оценку загрязнения почв по типам загрязнения и нарушения (химическое, физическое, механическое и др.) по ГОСТ 17.4.03.06-86 и ГОСТ 17.4.304-85;

- оценку санитарного состояния почв по ГОСТ 17.4.2.01-81;

- оценку пригодности почв для рекультивации земель.

Выполнение инженерно-экологических исследований в городских условиях обеспечивает обоснование при проектировании:

- объемов снятия плодородного слоя на территории как основных площадей под строительство так и при необходимости в пределах санитарно-защитной зоны проектируемого объекта;

- определение объемов складирования почв, пригодных для последующего использования при землевании рекультивируемых земель мало продуктивных угодий;

- определение степени воздействия (химического, физического, биологического и др.) на почвы в зоне влияния проектируемого объекта и осуществления соответствующих почвенно-охранных мероприятий.

Воздействия на почвы классифицируют в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.04—85 и ГОСТ 17.4.03.06-86.

Требования по основным исходным данным для проектирования почвоохранных мероприятий определяются нормами государственных стандартов по охране почв и требованиями экологической экспертизы.

В стандартах и документа по экологической экспертизе приведен перечень

показателей и характеристик, которые необходимы при оценке состояния почв в природном состоянии и прогнозировании их изменений.

В условиях градостроительных агломераций формируются антропогенные комплексы, в которых биотическая составляющая носит во многом искусственный характер.

При создании и развитии городских и иных поселений происходят следующие изменения:

- разрушение естественных экосистем и сопутствующее исчезновение многих видов растений и животных, т.е. деградация биологического разнообразия;

Интродукция (намеренная или случайная) чужеродных растений и животных, нарушающая экологическое равновесие и районах их заселения;

- уничтожение мест обитания, путей миграции фауны и флоры;

- загрязнение и деградация почвенного растительного покрова, отравление животных и рыб;

- заселение населенных построек синантропными грызунами (мышами, крысами) и другими видами фауны;

- создание искусственных биоценозов, способных существовать в заданных техногенных условиях.

Антропогенные экологические комплексы имеют искусственную структуру растительного сообщества, которая в различных частях города будет весьма специфичной и полностью зависящей от техногенной деятельности, в том числе и по охране растительного и животного мира. При инженерно-экологических исследованиях необходима оценка санитарного состояния зеленых насаждений методами химического анализа листа и ботаническим методом анализа листовой пластинки на наличие повреждений, учет видов древесных растений и соотношение их в посадках на улицах, площадях, проспектах, в микрорайонах, определение уязвимых видов растений и древесных пород. С этой целью могут проводиться специальные фитоэкологические исследования и составляться фитоэкологические карты.

Животный мир в антропогенных экологических комплексах представлен специфическими, так называемыми синантропными видами фауны: мышами, тараканами, собаками, кошками, крысами и т.п. представителями фауны.

Изучение синантропных видов фауны необходимо, прежде всего, с целью оценки санитарного состояния городских поселений.

Перечень характеристик и параметров флоры и фауны, приведенный в предыдущих статьях авторов в качестве основных исходных данных по природным условиям застроенных территорий, в отношении растительного и животного мира следует рассматривать в большей мере применительно, во-первых, к определению региональных и зональных значений параметров флоры и фауны для оценки произошедших изменений их состояния, и во-вторых, применительно к искусственным «домашним» формам растительного и животного мира, соотнося определение их параметров с санитарно-гигиеническими условиями населенных мест.

Специфические воздействия связаны со специфическими видами воздействий на окружающую природную среду: шум, вибрация, радиоактивность, рентгеновские и электромагнитные излучения, химические и специфические воздействия отходов и насыпных грунтов и др.

Специфические воздействия создают опасные геофизические поля и излучения, для которых необходимо определение районов их распространения уровней интенсивности.

Термины и определения, методы измерений, уровни специфических воздействий нормированы соответствующими государственными стандартами, строительными нормами и правилами, санитарными и санитарно-природоохранными нормами.

Для определения характеристик специфических воздействий проводят радиометрическую, электрометрическую, шумометрическую и другие необходимые виды специальных съемок. По результатам специальной съемки проводится картографирование геофизических параметров в заданном масштабе. На специальных картах в результате съемки и измерения параметров геофизических полей и излучений следует:

- выделить территории фоновых и экстремальных значений геофизических параметров, нижнего предела их опасного уровня;
- выявить площади, в пределах которых геофизические параметры превышают опасные уровни.

Целесообразна организация стационарных инженерно-экологических наблюдений за динамикой развития геофизических полей и излучений с целью прогноза их изменений в пространстве и времени путем повторных многократных специальных съемок, а также наблюдений, проводимых в отдельных зданиях и сооружениях с целью оперативного прогноза изменения интенсивности опасных геофизических полей и излучений во времени.



## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Кашперюк П.И.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Современный комплекс любых инженерных изысканий в строительстве представляет собой производственный и технологический процесс, направленный на оптимизацию взаимодействия между геологической средой, орудиями и продуктами труда в процессе производства самих изысканий. Как любой производственный и технологический процесс, инженерные изыскания, особенно инженерно-геологические, наиболее интенсивно и глубоко затрагивающие верхнюю толщу литосферы, могут воздействовать на окружающую природно-техническую среду (ПТС), загрязняя при этом, преимущественно, литосферу и гидросферу.

Очевидно, что степень воздействия производства инженерных изысканий на ПТС будет являться интегральной составляющей состава и объема изысканий (включая глубину проходки горных выработок) с учетом времени производства полевых исследований и площади участка, трассы или определенной территории, предусмотренных для инженерного освоения. При этом, следует иметь в виду, что площади конкретного воздействия буровых скважин, технических устройств, геологического оборудования и приборов в пределах даже городской площадки проектируемого строительства, приуроченные к местам расположения скважин или точек натурных испытаний грунтов, в течение всего периода изысканий, длящихся от 10-15 дней до 30-45 дней (в зависимости от объема изысканий), как правило, не превышают 10% площади исследуемого участка и четко локализованы в пределах территории.

Таким образом, по времени проявления и объему (площади), воздействия любого вида инженерных изысканий на ПТС следует классифицировать как кратковременные и локальные [1,2]. Другими словами, можно говорить, что любой вид инженерных изысканий практически оказывает ничтожное воздействие на любой компонент экосистемы. Однако, сказанное не исключает необходимости введения ограничительной деятельности в отношении источников воздействия на ПТС при инженерных изысканиях посредством научно-технического нормирования.

Нормативы совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов. Развитие геоэкологического нормирования призвано обеспечить создание системы реальных, отражающих фундаментальные природные процессы и возможности современных технологий, ориентиров минимизации негативных антропогенных воздействий. Применительно к инженерным изысканиям в строительстве геоэкологическая система нормирования должна развиваться в области охраны атмосферы, по предотвращению

шумового воздействия и загрязнения воздуха выхлопными газами при работе буровой и другой полевой техники. В области охраны педосферы – минимизация потерь и утечек на площадке горюче-смазочных веществ.

Наиболее существенное влияние инженерные изыскания (инженерно-геологические, инженерно-экологические и гидрометеорологические) оказывают на гидросферу. Это, в первую очередь, связано с загрязнением акватории поверхностных вод с использованием, как правило, устаревших транспортных средств (моторных лодок, самоходных катеров и понтонов) при производстве гидрологических работ.

Бурение глубоких скважин в процессе инженерных изысканий может привести к вскрытию нескольких водоносных горизонтов, что при недобросовестном, некачественном тампонаже таких скважин приводит к долговременному смешению подземных вод на участке изысканий и загрязнению горизонтов подземных вод, используемых для водоснабжения.

В связи с вышеизложенным, актуализируемые нормативные документы и, в частности, СП 47.13330.2012, устанавливающий общие требования и правила выполнения инженерных изысканий, с нашей точки зрения, в разделе инженерно-экологические изыскания в отдельной части должен содержать требования, регламентирующие экологическую безопасность самого процесса инженерных изысканий на стадии производства полевых работ.

## **Литература**

1. Смурнов А.В., Василевич Ф.И., Непоклонова М.И., Макеева В.М. Наука о Земле - геоэкология: учебное пособие. 2-е изд., пер. и доп. /ответ. ред. А.В. Смурнов, Ф.И. Василевич, М.И. Непоклонова В.М., Макеева. М.: КДУ, 2010. 564с.
2. Сладкопевцев С.А. Региональная геоэкология России. М.: Изд-во МГУ, 2000 г. 217с.
3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М., 2012г. 109с.

## **РОЛЬ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ В РАЗРАБОТКЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Макеева Т.Г., Филькин Н.А., Смирнова Т.Г.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

Техногенез является важнейшим фактором деградации окружающей среды, но пределы, за которым начинается полная деградация, пока еще не превышены. В настоящее время спровоцированы только отдельные локальные и региональные кризисные ситуации [1]. К человечеству приходит осознание глобальной экологической опасности. 2017 год в нашей стране объявлен Годом экологии для «привлечения внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности» [2]. В связи с этим научному сообществу России представилась возможность осмысления экологической стратегии человеческого общества России [3].

Существовавшая ранее концепция охраны окружающей среды не позволила в полной мере стабилизировать экологическую ситуацию, что обусловлено тем, что в пределах этой концепции преимущество было отдано экономико-социальным позициям в ущерб экологическим. Для успешного перехода к концепции устойчивого развития, в пределах которой предполагается динамическое равновесие экономических, экологических и социальных позиций, основными направлениями деятельности являются: ресурсосберегающие и малоотходные технологии, эффективная утилизация отходов, минимизация загрязнения окружающей среды. Стимулирование предприятий на переход на замкнутые циклы производства, разработка инновационных технологий по защите окружающей среды, как профилактического характера, так и средств защиты от различного рода загрязнений и т.д. Общим положением для существующих концепций остается обеспечение экономического роста страны в рамках экологических ограничений, что является основой национальной безопасности России.

В настоящее время накопилось значительное количество отходов разных видов промышленных производств, которые складываются в виде отвалов и являются источниками аэрогенного, гидрогенного и литогенного загрязнения окружающей среды. Эти виды источников формируют региональные и локальные литогеохимические аномалии, в пределах которых концентрации некоторых металлов превышены в несколько раз. В естественных круговоротах биосферы наблюдаются тенденции дисбаланса химических элементов и их рассеяния под действием интенсивного техногенного воздействия. В связи с этим возникает необходимость целенаправленного включения в круговорот дополнительных объемов элементов, способствующих концентрации мигри-

рующих компонентов за счет создания искусственных геохимических барьеров [4,5]. В этом экологическом направлении эффективна и перспективна роль методов технической мелиорации в создании в грунтовых массивах защитных экранов на пути миграции различного рода загрязнителей и разработке различных технологий на их основе [7-10].

Основными направлениями управления отходами являются: предотвращение образования либо уменьшение количества отходов, снижение их токсичности; восстановление полезных качеств отходов, в том числе вторичная переработка и повторное использование; безопасная окончательная утилизация. Отходы добычи топливно-энергетических ископаемых составляют 54% основных видов отходов, образующихся в России. В эпоху техногенеза возрастает необходимость использования вторичных сырьевых ресурсов, таких как фосфогипс, металлургический шлак, зола и золошлаковые отходы. Наиболее значимыми промышленными отходами, которые могут быть использованы для осушения грунтов, являются золошлаковые отходы. Такие отходы как вторичные сырьевые ресурсы (ВСП) обладают рядом специфических свойств [4].

Металлургические шлаки и золошлаки содержат широкий спектр ценных химических элементов и могут рассматриваться как вторичные сырьевые ресурсы в качестве ценных микроэлементов: радиоактивные вещества – стронций, скандий, торий, иридий, токсичные - соединения фосфора, свинца, циркония, молибдена, канцерогенные - бериллий, ванадий, хром, уран, цинк, кадмий, свинец. В будущем при совершенствовании технологии обогащения эти элементы могут быть извлечены из отходов. При превышении содержания суммарной альфа-активности  $> 7$  кБк/кг, отходы необходимо считать радиоактивными и направлять на захоронение на контролируемые территории с последующей консервацией и рекультивацией земель. При содержании суммарной альфа-активности  $< 7$  кБк/кг, золошлаковые отходы могут рассматриваться как вторичные сырьевые ресурсы в качестве самостоятельного вяжущего, комплексной добавки к грунтам, а также для использования их в качестве грунтоматериалов в дорожно-аэродромном строительстве и создании техногенно-геохимических завес и непроницаемых экранов в гражданском строительстве [4].

Весьма перспективным направлением с экологической и экономической точки зрения является использование золошлаковых отходов для осушения глинистых грунтов, а также разработке различных видов технологий на их основе для стабилизации грунтов и иммобилизации тяжелых металлов [5,6].

Научные исследования в этой области играют решающую роль, позволяя создавать малоотходные технологии, эффективные способы переработки отходов и безопасные системы их захоронения. Наряду с научно-производственным направлением экологической деятельности необходимо проведение управляющих мероприятий, направленных на соблюдение мер ресурсосберегающего характера. По сути, это функция принадлежит государству, на котором лежит обязанность осуществлять контроль и регулирование при любой

форме собственности на ресурсы, поскольку последние являются стратегическим сырьем и основой национальной безопасности нашей страны. При этом не менее важной государственной задачей является формирование экологического мышления социума.

## Литература

1. Игнатьева М.Н. Эволюция взаимоотношений в системе «общество-природа» // Известия Уральского гос. горного университета. 2015, 1(37), с. 56-63.
2. Путин В.В. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 О проведении в Российской Федерации Года экологии. URL: <http://www.kremlin.ru/http://www.kremlin.ru/>
3. Осипов В.И. Вектор перемен // Экономические стратегии. 2016. №8, с.7-13
4. Гончарова Л.В., Макеева Т.Г. Инженерно-геологические и экологические аспекты утилизации золошлаковых отходов как источника вторичных сырьевых ресурсов // Сергеевские чтения: мат-лы годичной сессии Научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. (23-24 марта 2005 г.). М.: ГЕОС, вып. 7, 2005, с.91-96.
5. Макеева Т.Г., Лапицкий С.А. Некоторые аспекты разработки геохимической технологии по иммобилизации тяжелых металлов в дисперсных техногенных массивах горных пород // Сергеевские чтения: мат-лы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. (23-24 марта 2001 г.). М.: ГЕОС, вып. 3, 2001, с. 300-303
6. Потапов А.Д., Дьяконов П.Ю. Технология мелиорации территорий, занятых осадками сточных вод пород // Сергеевские чтения: мат-лы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. (23-24 марта 2012 г.) М.: ГЕОС, вып. 14, 2012, с.314-319
7. Макеева Т.Г. Химическое осушение глинистых грунтов // Проблемы технической мелиорации грунтов оснований и сооружений: мат-лы науч.-практ. конф. (5-7 октября 2016 г.) Уфа: ГУП БашНИИстрой, 2016, с.158 -163
8. Королев В.А. Мировые тенденции развития электрокинетической очистки грунтов от загрязнений // Проблемы технической мелиорации грунтов оснований и сооружений: мат-лы науч.-практ. конф. (5-7 октября 2016 г.) Уфа: ГУП БашНИИстрой, 2016, с.152-158
9. Самарин Е.Н. Классификация инъекционных материалов применительно к барьерным технологиям. // Проблемы технической мелиорации грунтов оснований и сооружений: мат-лы науч.-практ. конф. (5-7 октября 2016 г.). Уфа: ГУП БашНИИстрой, 2016, с. 182-188
10. Сергеев В.И. Техническая мелиорация грунтов при решении проблем защиты водных ресурсов от загрязнения. // Проблемы технической мелиорации грунтов оснований и сооружений: мат-лы науч.-практ. конф. (5-7 октября 2016 г.) Уфа: ГУП БашНИИстрой, 2016, с. 152-158

## ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОГО ТОРФЯНОГО МАССИВА

**Тельминов И.В.**

*(Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск)*

С 2002 года по настоящее время сотрудниками кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова ведется мониторинг качества поверхностных и грунтовых вод загрязненного болота Конинник в Архангельской области.

Общая площадь болота составляет около 4,5 км<sup>2</sup>, мощность торфа 5÷8 м. Верхний слой, мощностью 1÷3 м, сложен преимущественно слаборазложившимся топяным торфом, под ним залегает лесотопяной и топяной торф средней степени разложения, мощностью 4÷5 м. Торф подстилается илом и суглинками тугопластичными.

Начиная с 50-х годов прошлого века на болоте Конинник началось размещение свалок твердых отходов предприятий лесопиления и деревообработки, золошлакового материала, сточных вод гидролизного завода и очистных сооружений города. В 2002 году размещение твердых отходов и сброс сточных вод предприятий были остановлены.

Для выявления степени влияния размещенных отходов на окружающую среду в 2002 году был начат мониторинг поверхностных и грунтовых вод. Первый год мониторинга показал, грунтовые воды имеют значительное превышение ПДК по следующим показателям: фенолы, лигнинные вещества, аммоний солевой, нефтепродукты. Концентрации остальных загрязняющих веществ находились в интервале 0,1-1,5 ПДК. Наблюдения в последующие годы показали, что с окончанием складирования отходов, концентрации поллютантов постепенно снижаются. К 2015 году содержание загрязняющих веществ, кроме нефтепродуктов и фосфатов в грунтовых водах достигли фоновых значений.

Анализ литературных данных [1-3] и собственные исследования показали, что контролируемые поллютанты не прочно связываются с веществом торфа, поэтому основным фактором снижения концентрации загрязняющих веществ, содержащихся в торфяном массиве, является разбавление и вынос их грунтовыми водами.

Процесс снижения концентрации поллютантов во времени в болотном массиве за счет выноса грунтовыми водами нами был смоделирован на специально сконструированной установке. Через образцы торфа, отобранные на болоте Конинник, фильтровали дистиллированную воду, периодически отбирали пробы фильтрата и проводили химический анализ на содержание тех же загрязнителей, которые определялись в процессе мониторинга.

По результатам опытов получили зависимость снижения удельной концентрации загрязняющих веществ от расхода фильтрата. Применительно к торфяному массиву данное уравнение имеет вид:

$$\frac{\Delta C}{C_0} = a(v \cdot t)^b,$$

где  $\Delta C$  – снижение концентрации поллютанта, мг/л,

$\Delta C = C_0 - C$ ;  $C_0$  – начальная концентрация поллютанта, мг/л;

$v$  – скорость движения грунтовых вод, м/год

$a, b$  – параметры, зависящие от вида поллютанта,

$t$  – время наблюдения, год.

Для определения скорости движения грунтовых вод болота было выполнено численное моделирование гидрогеологического режима болота в программном комплексе «Plaxis 3D». Рельеф поверхности болота и глубина торфа задавались по результатам инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий. Приток атмосферных осадков в модели задавался по среднегодовому объему атмосферных осадков с учётом испаряемости. По результатам моделирования был сформирован фильтрационный поток грунтовых вод, позволяющий определить направление и величину скорости движения воды в любой точке болотного массива

Используя полученное уравнение выноса поллютантов, начальные концентрации поллютантов в массиве и скорости движения грунтовых вод, нами были построены расчетные кривые снижения концентрации поллютантов в торфяной залежи за период с 2004 по 2016 гг. для нескольких постов наблюдения. Расчетные кривые достаточно хорошо коррелируют с данными, полученными во время мониторинга, что свидетельствует о возможности прогнозирования восстановления болота на основании проведенных лабораторных испытаний и численного моделирования.

## Литература

1. Ахметьева Н.П., Лапина Е.Е. Использование торфяных болот в качестве приемников животноводческих стоков. // Болота и биосфера: мат. VII. Всероссийской научной школы. Томск: Изд-во ТГПУ, 2010, с. 129-133.

2. Kangsepp P., Koiv M., Kriipsalu M., Mander U. (2008) 'Leachate treatment in newly built peat Filters: A Pilot-Scale Study', Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands, Springer 9781402082344.

3. Winde F, Erasmus E. Peatlands as Filters for Polluted Mine Water? —A Case Study from an Uranium-Contaminated Karst System in South Africa—Part I: Hydrogeological Setting and U Fluxes. Water. 2011; 3(1), pp. 291-322.

## **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**Булдаков А.В.<sup>1</sup>, Булдакова Е.В.<sup>2</sup>**

*(1 - АО «РЭИ-ЭКОАудит», г. Москва, 2 - Институт Геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, г. Москва)*

В настоящее время отмечается стремительное разрастание городов, за счет совершенствования их пространственной организации, что обуславливает необходимость освоения ранее нарушенных территорий, требующих проведения рекультивационных работ. В результате одним из приоритетных направлений современного градостроительства является создание комфортной городской среды, за счет обеспечения нормализации экологической обстановки. Решение подобного рода задач опирается на детальное изучение территорий планируемых к реорганизации и соблюдения ограничений в районах, отличающихся особыми природными и техногенными условиями.

В статье приведены результаты анализа проектных решений по рекультивации разных объектов на территории Москвы и Московской области и даны рекомендации для проведения подобных работ.

Проектные решения по рекультивации включает в себя несколько этапов:

1. Для выявления степени загрязнения территории проводятся инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания с перечнем выявляемых параметров определяемых ее предыдущим хозяйственным использованием.

2. На основе выполненных геологических и экологических исследований разрабатывается комплекс мероприятий по реабилитации почвенного покрова и грунтовой толщи, инженерной защите объектов строительства. Комплекс мероприятий определяется с учетом перспективного функционального использования территории, глубины загрязнения и проектной глубины ведения земляных работ.

3. В результате, на основании полученных данных, рассчитываются объемы выемки загрязненных грунтов для последующего захоронения их на специализированных полигонах и замещение этих грунтов чистыми. При большой глубине залегания загрязненных грунтов, близкого расположения грунтовых вод и водоносного горизонта должны применяться системы водопонижения (например, применение иглофильтров или открытого водопонижения). Для предотвращения осыпания и сдвига склонов котлована при его значительной глубине вблизи автодорог, железнодорожного полотна или скопления подземных коммуникаций принимается решение об их укреплении (например, шпунтовое ограждение котлована). Также, в зависимости от степени и характера загрязнения подземных вод обусловленных прежним хозяйственным использованием, подбираются локальные очистные сооружения на период проведения рекультивации.



4. После соответствия требований в области чистоты отобранных со дна котлована проб грунта, можно приступать к обратной засыпке котлована чистым грунтом, с последующим его уплотнением и перекрытием плодородным слоем.

При проектировании и реализации проектных решений на нескольких объектах были выявлены ограничивающие факторы и общие требования к проектированию, которые сформулированы ниже.

Одним из ограничивающих факторов при проведении работ по рекультивации является близость существующей жилой застройки. Например, несанкционированные свалки бытовых отходов в десятке метров от жилья.

Следующим фактором, влияющим на выбор способа рекультивации и ее проведение, является наличие на участке древесных и кустарниковых насаждений, не всегда можно согласовать вырубку насаждений в черте города.

Наличие на территории и в ближайшем окружении инженерных коммуникаций также требует при проектировании и реализации проекта особого внимания, учитывая особенности согласования некоторых балансодержателей.

Присутствие водного объекта налагает соблюдение правил природоохранной документации (Водный кодекс) при производстве работ в пределах водохранных зон и прибрежно-защитных полос.

Для выявления степени загрязнения территории важно корректное и детальное проведение инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий. При близком расположении грунтовых вод и водоносного горизонта к отметкам выемки загрязненных грунтов принимается решение об использовании системы водопонижения, а также, при необходимости, рассчитывается потребность в локальных очистных сооружениях на период проведения рекультивации, подбирается комплекс очищающих компонентов для соответствия требованиям сбрасываемой очищенной воды в городскую канализацию. При значительной глубине котлована, если это необходимо, проводится укрепление склонов.

Основным требованием проведения работ по рекультивации является проведение экологического мониторинга за состоянием компонентов природной среды в зоне влияния объекта. За соблюдением качества проведения работ и соответствия проекту рекультивации, согласованному в установленном порядке необходимо вести авторский надзор на всех этапах ее проведения.

## К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОМ ОПУСТЫНИВАНИИ

**Карлович И.А., Карлович И.Е.**

*(Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир)*

Среди многих глобальных проблем, проблема опустынивания является наименее изученной, хотя каждый знает, что пустынные территории отличаются довольно хрупкой экологической системой, и в то же время, эти территории обладают высоким экономическим потенциалом. В научной литературе и официальных документах опустынивание характеризуется, как последняя стадия процесса медленной деградации окружающей среды в засушливой зоне, оно является продуктом сложного взаимодействия между социально-экономической системой и природно-антропогенными факторами (А.Г. Бабаев, Орловский Н.С.). "Опустынивание" формируется в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах, там, где отношение среднего ежегодного уровня осадков к возможному испарению колеблется в диапазоне от 0,05 до 0,65. Опустынивание оказывает неблагоприятное воздействие на устойчивое развитие общества в силу его взаимосвязи с такими важными социальными проблемами, как нищета, здравоохранение, питание, продовольственная безопасность, и с проблемами, возникающими в связи с миграцией населения и динамикой изменения демографических факторов.

Современная географическая наука, рассматривая причины опустынивания, не делит их на природные и антропогенные. Человек своей хозяйственной деятельностью оказывает влияние на существующие экосистемы, нарушая природные взаимосвязи, изменяя физические и химические свойства их компонентов, приводит к деградации природных ресурсов, дестабилизирует природное равновесие. Известно, что человек больше влияет на опустынивание, чем естественные процессы, его деятельность считается антропогенным фактором.

Опустынивание — это наступление не песков, а человека на природный комплекс. Здесь действуют такие факторы, как чрезмерный выпас скота, засоление и заболачивание почв при орошаемом земледелии с неправильным дренированием, обезлесивание вследствие неплановой рубки леса, использование древесных кустарников на топливо, рискованное богарное земледелие, загрязнение почв и воды пестицидами и другими химическими веществами, разработка полезных ископаемых, нефти и газа, зарегулирование стока рек и строительство водохранилищ, воздействие военных и космических полигонов и др. Во многом это и результат экологической безграмотности населения, стереотипов потребительского отношения к природе. В комплексе причин это ведет к деградации земельных, водных и биологических ресурсов Установлено,

что 87% причин, вызывающих опустынивание, приходится на деятельность человека и только 13%. - на естественные факторы.

Следует согласиться с позицией Л.А. Алибекова и П.К. Хадыбулаева, которые выделяют 3 основных глобальных естественных фактора: климатический, геохимический и гидрологический. Известно, что в климатическом режиме аридных территорий процессы опустынивания могут ускоряться вплоть до катастрофического проявления, это обусловлено высокими показателями температуры и сухости воздуха, малым количеством атмосферных осадков, неравномерным распределением их в течение года и большой внутригодовой межгодовой изменчивостью. Важной характеристикой для оценки опасности опустынивания в аридных районах является число сухих месяцев в году.

Геохимический фактор. Засоленные почвы являются обязательным элементом ландшафтов аридных зон и доминирующим типом опустынивания. Степень засоленности почв тем больше, чем суше климат.

Основным механизмом, способствующим развитию опустынивания и приводящим к накоплению солей в почвах и формированию солончаков, является преобладание испарения грунтовых вод над их оттоком. Поэтому все факторы, которые усиливают испарение грунтовых вод, имеющих слабый дренаж, будут способствовать процессам соленакопления и образованию солончаковых почв. Водный баланс территории и особенно отношение величины испаряющейся влаги к количеству дренажной воды в большой степени зависят от климатических, геоморфологических и гидрогеологических условий (Глазовский Н.Ф.).

Следует отметить геологический фактор, вызывающий процессы опустынивания. К сожалению, до настоящего времени ему уделялось очень мало внимания, тогда как геоструктура, геотектоника, современные движения земной коры и литологический состав отложений определяют: дренированность территории, водно-солевой режим почв, мелиоративное состояние земель.

Перераспределение стока грунтовых вод в связи с развитием тектонических движений привело к тому, что воды стали интенсивно аккумулироваться в предгорных прогибах. С близким залеганием вод связано ухудшение несущих свойств грунтов, засоление, подтопление, загрязнение, истощение запасов чистой и пресной воды, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, уничтожение садов и виноградников, нарушение нормального функционирования большинства населенных пунктов и промышленных центров.

В современном мире процесс опустынивания принял действительно глобальный характер: площадь пустынь, созданных человеком, определяется 9,1 млн. км<sup>2</sup>, около 3,5 млрд. га подвержены опустыниванию - эта опасность угрожает территории более ста стран мира, что составляет 70% потенциально продуктивных засушливых земель причём, эти данные не включают площадь естественных пустынь. По оценке ЮНЕП ежегодно около 21 млн. га переходит в состояние полной деградации, а 6 млн. га поглощается пустынями. Ущерб, ежегодно наносимый опустыниванием, составляет более 42 млрд. долл.

В Африке находится почти треть всех аридных областей мира. Территории с наиболее высокой степенью опустынивания составляют в Евразии: Приаралье, Прибалхашье, предгорья Средней Азии, Южный Казахстан, восточные районы Ростовской области, всего - около 20%, в Африке - 23%, в Австралии - 45% и в Южной Америке — около 10% от общей площади. Особенно страдают страны африканского континента, в частности в Мавритании из-за прогрессирующей засухи 250 тыс. км<sup>2</sup> оказались под угрозой сильного опустынивания. Пустыня Сахара продвигается на юг со средней скоростью 6 км/год, поэтому из 200 тыс. га земель, пригодных для сельскохозяйственных работ, осталось лишь 50 тыс. га. В Мали свыше 30% ее территории находятся под угрозой опустынивания.

Процесс этот получил столь широкое распространение, что явился предметом международной программы «Опустынивание». В докладе ЮНЕП подчеркивается, что опустынивание - это результат длительного исторического процесса, в ходе которого

неблагоприятные явления природы и деятельность человека, усиливая друг друга, приводят к изменению характеристик природной среды.

Человек в десятки раз ускоряет опустынивание, и сам же страдает от него, неся потери в социально-экономической сфере. В настоящее время разрабатываются международные и национальные программы по защите окружающей среды, используются современные методы и технологии, создаются проекты экологизации производства. Особенно эта проблема актуальна для развивающихся стран.

## ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Ларионова Н.А.**

*(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.  
Москва)*

Горнодобывающая деятельность человечества связана с разработкой полезных ископаемых, в том числе и твердого топлива, используемого при производстве электроэнергии на тепловых станциях. Техногенное воздействие на окружающую среду горнодобывающих комплексов прослеживается в высокой интенсивности и многофакторности. Большое воздействие на окружающую среду вносит угольная промышленность, в частности способствует загрязнению атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв и грунтов. Так, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по данным на 2004 г. составили 4,5% выбросов промышленности РФ в целом.

В результате сброса больших объемов неочищенных сточных вод загрязняются поверхностные воды, при этом повышается их минерализация, жесткость, увеличивается содержание сульфатов, железа, алюминия и других металлов. Ниже по течению стока шахтных вод речные воды приобретают сульфатный железисто-алюминиевый состав при минерализации от 0,64 до 6,0 г/л и более. Содержание сульфатов может составлять 3,7 г/л, железа – до 0,9 г/л, алюминия – до 0,16 г/л при pH 2,5-2,9 [1].

При разработке угольных месторождений происходит изъятие значительных территорий, как под структуры производства, так и под накопители твердых отходов угледобычи в виде отвалов вскрышных пород, которых в Кизеловском угольном бассейне накоплено свыше 35 млн. м<sup>3</sup>. Отвалы вскрышных пород становятся вторичными источниками загрязнения окружающей среды, и даже после закрытия шахт они продолжают оказывать значительное техногенное воздействие на окружающую среду. Площадь зоны их влияния в несколько раз превышает площадь самого отвала. Особенностью Кизеловского бассейна является присутствие во вскрышных породах пирита. Содержание сульфидной серы в отвалах различного возраста отсыпки изменяется от 3,5 до 8%. Под действием атмосферных агентов в массиве отвалов происходит ее окисление, протекает характерный процесс сернокислого выветривания, сопровождающегося формированием сернокислой обстановки, способствующей миграции большинства загрязняющих веществ. За счет атмосферных осадков формируются поверхностные потоки, обогащенными сульфатами железа, алюминия и многими тяжелыми металлами. Кислые поверхностные стоки с отвалов поступают в почвы и способствуют их загрязнению, причем наиболее интенсивному воздействию подвергается поверхностный слой почв (табл. 1).

**Химический состав техногенных литохимических потоков, поступающих в почвы с отвалов вскрышных пород (с сокращением) [2]**

**Таблица 1**

Отвал шахты	Общее содержание					Подвижные формы				
	<i>Fe</i>	<i>Al</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Al</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
	%		$n \cdot 10^{-3}, \%$			%		$n \cdot 10^{-3}, \%$		
№ 38 (5 лет)	14,5-55,0	4,8-9,48	17,0-40,0	3,0-13,0	5,0-10	3,2-39,6	0,12-0,46	5,0-23	0,7-2,8	0,7-2,8
Отвал (50 лет)	4,06-5,20	6,52-11,6	30,0-50,0	4,0-5,0	8,0	0,95-1,5	0,08-0,75	2,4-8,5	0,4-2,4	1,3-7,3

Примечание: в скобках указано время после отсыпки отвала

Поступление загрязненных стоков кислого состава в почвы существенно изменяет их состав. Степень и характер изменения почв зависят от времени отсыпки отвалов. Для верхних горизонтов профиля почв (0-30 см) характерна кислая реакция среды, наличие сульфатов железа и марганца в высоких концентрациях. Изменяется поглощенный комплекс почв и состав обменных катионов, увеличивается количество поглощенного алюминия и водорода. Наиболее низкими показателями  $pH=2,4-2,8$ , повышенным содержанием серы (3,9-2,84%) и железа (20,88-7,16%), в том числе в подвижной форме (6,7-2,3%) отличаются почвы, расположенные в районе воздействия отвалов недавней отсыпки – 5 лет. С глубиной по разрезу повышается  $pH$ , снижается содержание серы и железа, в обменном комплексе повышается присутствие  $Ca^{2+}$ , снижается количество обменного  $H^+$  до 0,05 мг-экв/100 г грунта, но преобладающим катионом в обменном комплексе остается  $Al^{3+}$ , содержание которого может составлять около 55-70% от величины емкости обмена.

Таким образом, угледобывающая промышленность оказывает значительное техногенное воздействие на окружающую среду. Отвалы вскрышных пород формируют техногенный ландшафт и являются вторичными источниками загрязнения всех компонентов окружающей среды даже после закрытия производства. Интенсивность их воздействия на почвы зависит от состава пород и времени отсыпки.

### Литература

1. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. Пермь: Пермский государственный университет, 2011, 248 с.
2. Солнцева Н.П., Никифорова Е.М. Влияние техногенных потоков на геохимию лесных почв (в связи с угледобычей). Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. М.: Наука, 1982, 277 с.

## **РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛАБЫХ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ**

**Абрамова Т.Т.**

*(Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.  
Москва)*

Наличие большого количества зданий в условиях тесной застройки приводят к тому, что развитие мегаполисов невозможно без увеличения техногенного воздействия на грунтовый массив. Существенно изменить свойства структурно-неустойчивых дисперсных грунтов можно с помощью электроразрядной технологии.

Впервые электрический разряд в жидкости был осуществлен почти 250 лет назад. Применение электроразрядной технологии в геотехнике началось с 1960 г. под руководством профессоров Г.М. Ломизе и Л.М. Гуткина, разработавшими электроискровой методуплотнения водонасыщенных грунтов. Современный уровень развития электроразрядной технологии, в геотехническом строительстве достигнут благодаря исследованиям Б.В. Бахолдина, С.В. Бровина, А.А.Буданова, Е.А. Вознесенского, Г.Н. Гаврилова, М.С. Гаркави, Я.Д. Гильмана, В.Т.Головченко, Х.А. Джантимирова, А.Л. Егорова, В.Я. Еремина, Ю.В. Кадушкина, В.И. Курец, Г.М. Ломизе, А.Н. Мещерякова, Н.М. Ромашенко, Л.А. Семушкиной, Д.Г. Самарина, В.М.Улицкого, Л.П. Хлюпиной, Р.С. Шеляпина, Л.А. Юткина, Г.Н. Ясиевича и других.

Технологию, позволяющую создавать локальные уширения ствола сваи за счет уплотнения окружающего грунта электровзрывами, называют разрядно-импульсной (РИТ). Ее отличительной особенностью является динамическое уплотнение около свайного грунта путем осуществления электрических разрядов энергией до 60 кДж. Для чего на электроды, погруженные в скважину, заполненную бетонной смесью, периодически подают импульсы тока высокого напряжения. Технология РИТ подробно описана в работах В.Я. Еремина, А.В. Еремина, А.А. Буданова и др. Ими определено, что зона уплотнения грунта вокруг сваи-РИТ зависит от количества разрядов, их энергии и вида грунта. Камуфлетная полость увеличивает диаметр сваи в 3-3,5 раза. Создаваемое электровзрывами обжатие грунта обеспечивает его высокую жесткость.

Г.М. Ломизе, Л.А. Семушкина, Ю.А. Кириллов, А.В. Абрамкина, исследуя уплотнение лессовых просадочных грунтов электроискровым методом, отмечали, что физический процесс преобразования природной структуры при уплотнении заключается в разрушении характерной макропористой структуры лессового грунта в результате ударного действия разряда на грунт. В основном уплотнение грунта происходит за счет вытеснения частицами скелета грунта и водой газовой составляющей из трехкомпонентной грунтовой среды.

В результате этих процессов уменьшаются сжимаемость (в 3-4 раза) и просадочность (в 16-18 раз) преобразованного лессового грунта.

В результате многочисленных исследований выявлено, что электроразрядная технология очень эффективна в водонасыщенных песках, которые легко разжижаются при прохождении ударной волны электрического разряда. Под действием взрыва цементный раствор взаимодействует с окружающим грунтом, создавая грунтоцемент. Увеличение объема скважины в зоне действия электровзрыва приводит к повышению плотности окружающего массива грунтов с образованием уплотненной зоны за грунтоцементом, где также понижается пористость и водопроницаемость грунтового массива.

Исследования З.Г. Тер-Мартirosяна, А.А. Буданова, В.Я. Еремина показали, что в результате разрядно-импульсной обработки коэффициент пористости песков уменьшается в 1,04 раза (с 0,726 до 0,701); влажность уменьшается в 1,17 раза; плотность возрастает в 1,02 раза; сцепление увеличивается в 3,5 раза.

В связных глинистых грунтах наблюдается иная картина, т.к. они не склонны к динамическому разжижению. Ударная волна электрического разряда вызывает в них в основном упругие колебания. Процессы, возникающие при РИТ-обработке скважины в связных грунтах, также приводят к удалению избыточной воды, увеличению диаметра скважины, насыщению грунтов цементным раствором с образованием грунтоцемента, повышению прочности

В настоящее время существует несколько модификаций электроразрядной технологии, разработанных различными компаниями: разрядно-импульсная (РИТ), электроразрядная (ЭРТ), электроразрядная геотехническая (ЭРТГ), электрогидравлическая (ЭГТ) и др. Все перечисленные модификации позволяют формировать определенную геометрию сваи и уплотнять грунт вокруг нее.

Исследования, проведенные геофизиками МГУ (В.В. Калинин, М.Л. Владов, С.Ф. Аптикаев, В.М. Бухов, В.А. Ногин), показали, что данная технология обеспечивает щадящее сейсмическое воздействие на рядом стоящие здания.

Уникальные геотехнические работы, проведенные специалистами компании РИТА, позволили построить более 900 объектов, в том числе основания из свай-РИТ для 12 зданий высотой до 40 этажей и более.

Из вышесказанного следует, что использование электроразрядной технологии в геотехнике позволяет создать новый геотехногенный массив с улучшенными свойствами за счет уплотнения и армирования грунта. Это, в свою очередь, дает широкую возможность использовать территории, ранее считавшиеся непригодными для строительства из-за сложных грунтовых условий.



## **ПРОГНОЗ ФОРМИРОВАНИЯ МУЛЬДЫ ОСЕДАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Трофимов В.А.<sup>1</sup>, Макеева Т.Г.<sup>2</sup>**

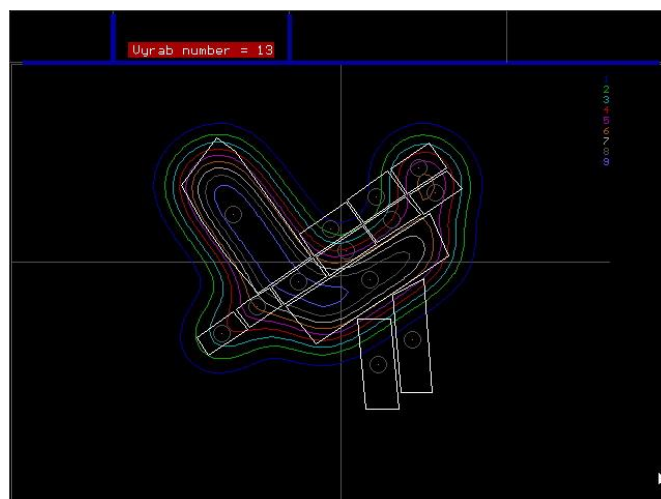
*(1-ФГБУ ИПКОН РАН, г. Москва, 2-ФГБУ НИУ МГСУ, г. Москва)*

Деятельность человека по добыче полезных ископаемых особенно на малых глубинах связана с интенсивным воздействием на окружающую среду, вносящим необратимые изменения в ее свойства, структуру и т.д. Техногенное вмешательство зачастую делают ее непригодной в той или иной степени для последующего использования. Известно, что при отработке пластовых месторождений происходит заметное оседание земной поверхности, приводящее к разрушению построек, нарушению режима как поверхностных, так и подземных вод. Известны случаи, когда из-за этого приходилось переносить целые поселки и города на новое место, не затрагиваемое влиянием подземных работ.

Это дает основание считать, что прогноз такого рода негативных последствий должен играть весьма важную роль в хозяйственной деятельности человека. На сегодняшний день проведены многочисленные исследования протекающих процессов и составлены методики такого прогноза. Как правило, они всегда базируются на упрощенных деформационных моделях, что позволяет без особых затруднений применять их в значительном количестве случаев реальной практики.

Тем не менее, зачастую возникают ситуации, когда они не применимы и требуется более тщательный анализ ситуации. В связи с этим предлагается подход и соответствующая геомеханическая модель, в рамках которой рассматривается образование мульды оседания земной поверхности в случае отработки горизонтальной пластовой залежи подземными выработками, расположенными в плоскости пласта произвольным образом.

В качестве примера на рисунке 1 в интерфейсе разработанной программы показано возможное расположение выработок (13 шт.) как уже созданных, так проектируемых. Показаны также изолинии оседаний.



**Рис. 1. Взаимное расположение выработок в плоскости пласта.**

На рисунке 2, показано изменение рельефа земной поверхности на рассматриваемой территории как в виде изолиний со значениями оседаний (а), так и в пространственном представлении (б).

Применяемый подход рассматривает «квазипрямоугольные» в плане выработки путем приведения их к «эквивалентным» прямоугольным. Для последних используется известное соотношение, описывающее мульду оседания

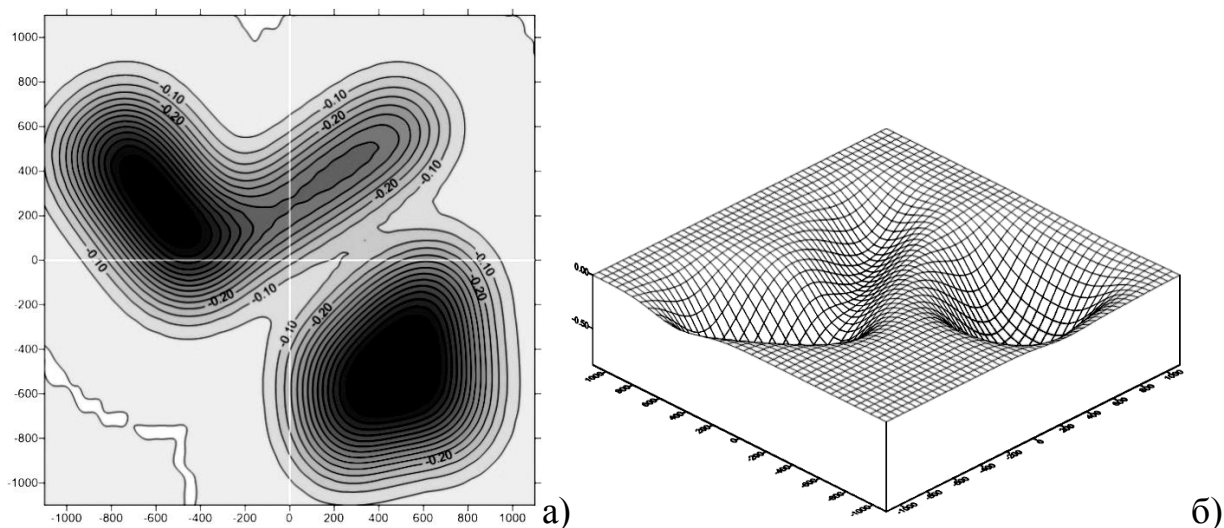
$$\eta(x, y) = -\frac{\eta_0}{2} \left[ \Phi\left(\frac{D_{px} + x}{C_{px}H}\right) + \Phi\left(\frac{D_{px} - x}{C_{px}H}\right) \right] * \left[ \Phi\left(\frac{D_{py} + y}{C_{py}H}\right) + \Phi\left(\frac{D_{py} - y}{C_{py}H}\right) \right],$$

где  $\eta_0$  - величина максимального оседания кровли выработки при полной подработке, которую обычно связывают с мощностью пласта  $m$ ;

$D_p, C_p$  - параметры, связанные с протяженностью выработок по  $x, y$  и с механическими свойствами налегающих пород;

$\Phi(t)$  -интеграл вероятностей Гаусса.

При наличии нескольких выработок общая мульда получается суммированием оседаний от каждой из них.



**Рис. 2. Оседание земной поверхности в виде изолиний (а) и в пространственном представлении (б).**

Построенная модель позволяет отслеживать деформирование дневной поверхности в зависимости от развития подземных горных работ. При этом развитие может связываться не только с образованием выработок целиком, но и с поэтапной отработкой каждой из них.

Это дает возможность отслеживать во времени распространение «волны» деформаций, в частности угла наклона поверхности, который и определяет, в конечном счете, опасность разрушения сооружений, попадающих в зону подработки.

## ПРОЦЕСС ПОДТОПЛЕНИЯ ЗАСТРОЕННЫХ И ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Смирнова Т.Г., Ханикова А.С

(НИУ МГСУ, г. Москва)

В настоящее время процесс подтопления городских территорий приобретает катастрофический характер. Площадь подтопленных территорий увеличилась почти в два раза, что способствует развитию неблагоприятных геоэкологических процессов и деградации окружающей среды.

Подтопление городских территорий является многофакторным процессом и происходит под влияние широкого спектра природных и техногенных факторов. При освоении территории рассматривают геологические, гидрогеологические, гидрологические и климатические факторы, а также источники подтопления (природные и техногенные).

Общие природные закономерности динамики подземных вод на застроенных территориях изменяются под действием техногенных факторов. Изменение режима подземных вод приводит к развитию неблагоприятных инженерно-геологических процессов. В районах застройки, приуроченных к речным террасам (р. Москва) следует учитывать наличие нескольких водоносных горизонтов; верховодки, межпластовых грунтовых вод. Не напорные межпластовые воды часто имеют местный напор. При застройке надпойменной террасы р. Химка (САО) сооружение свайного фундамента вызвало изменение режима грунтовых вод с подтоплением, что привело к набуханию глинистых грунтов и соответственно снижению несущей способности грунтов. Это привело к неравномерной осадке зданий и появлению трещин в стенах. Подтопление часто отмечается при сооружении фундамента «вкрест» (перпендикулярно) движения подземных вод, возникает явление барража. В результате этого оказываются подтопленными подвальные помещения окружающих зданий. Рассматривается несколько участков в пределах г. Москвы. Территория г. Москвы отличается сложной гидрологией: в р. Москву впадают многочисленные реки и ручейки, которые вырабатывают свои долины на второй и третьей надпойменных террасах р. Москвы. Низкие террасы часто заболочены за счет выхода подземных вод у подножия террасовых склонов. В настоящее время почти 80% водотоков либо засыпаны, либо забраны в коллектора. При застройке террасовых территорий необходимо учитывать наличие старой гидрологической сети, т.к. разрушение коллекторов или вскрытие засыпанных водотоков приводит к резкому изменению режима грунтовых вод (увеличивается расход, поднимается уровень грунтовых вод и т.д.). При барраже может также изменяться динамический режим подземных водоносных вод: переходят в напорные, при этом в верхнем водоупорном слое возникает явление капиллярного поднятия (в суглинках до 6 метров), что приводит к изменению

структуры и уменьшению несущей способности грунта. Процесс подтопления в сильно проницаемых грунтах может привести к развитию механической суффозии даже при незначительных уклонах. При этом формируются подземные полости, а на поверхности провалы.

На берегах городских водохранилищ (например, Химкинского водохранилища г. Москвы) в результате подтопления развиваются суффозионные оползни.

Одним из часто встречающихся факторов подтопления застроенных территорий является утечка из водопроводных сетей. Такие утечки приводят к катастрофически быстрому подземному размыву, и как следствие, провалу поверхности. Рассматривая процессы подтопления и их многофакторность необходимо при застройках территории провести комплекс инженерно-геологических исследований: геологическое строение, режимные наблюдения за подземными водами (для проектирования дренирования), определение физико-механических и прочностных характеристик (т.к. в условиях плотной городской застройки базовые значения могут сильно колебаться)

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОНОМИЧЕСКИЕ КАРТЫ И МОДЕЛИ ТИПИЗАЦИИ ГЕОРИСКОВ В МЕГАПОЛИСАХ ГОРНЫХ СТРАН**

**Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Шарифов Г.В.,  
Орунбаев С.Ж., Шакиров А.Э.**

*(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, г. Бишкек; Таджикский национальный университет, г. Душанбе)*

В работе приведены ИГН карты комплексной типизации георисков, природного, техногенного и экологического характера для обеспечения безопасности в горных мегаполисах г. Бишкек и г. Душанбе (Рис.1.) [1-6].

Горные малые мегаполиса Бишкек и Душанбе расположены в районах с интенсивностью возможных землетрясений 8-9 и более баллов, в связи с этим, для инженерного проектирования и строительства необходимо составление карты сейсмического микрорайонирования (СМР). Указанная интенсивность землетрясений, является “эталонным” по отношению к грунтам I или II категорий (СНиП-II-7-81) [1-3, 5-6].

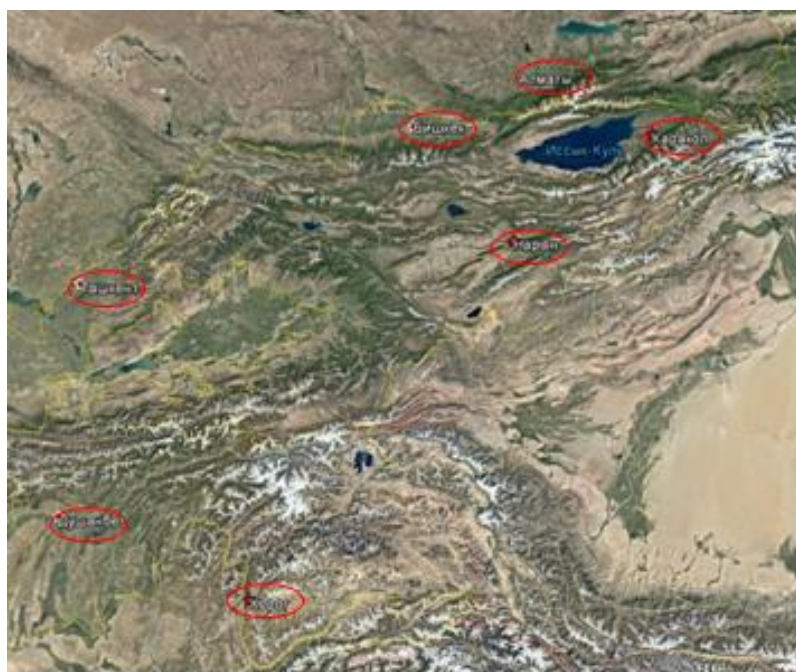
Для составления карты сейсмо-микрорайонирования (сайт-эффекта) проведены:

а) площадные измерения сейсмических шумов на репрезентативных 3-4 полигонах;

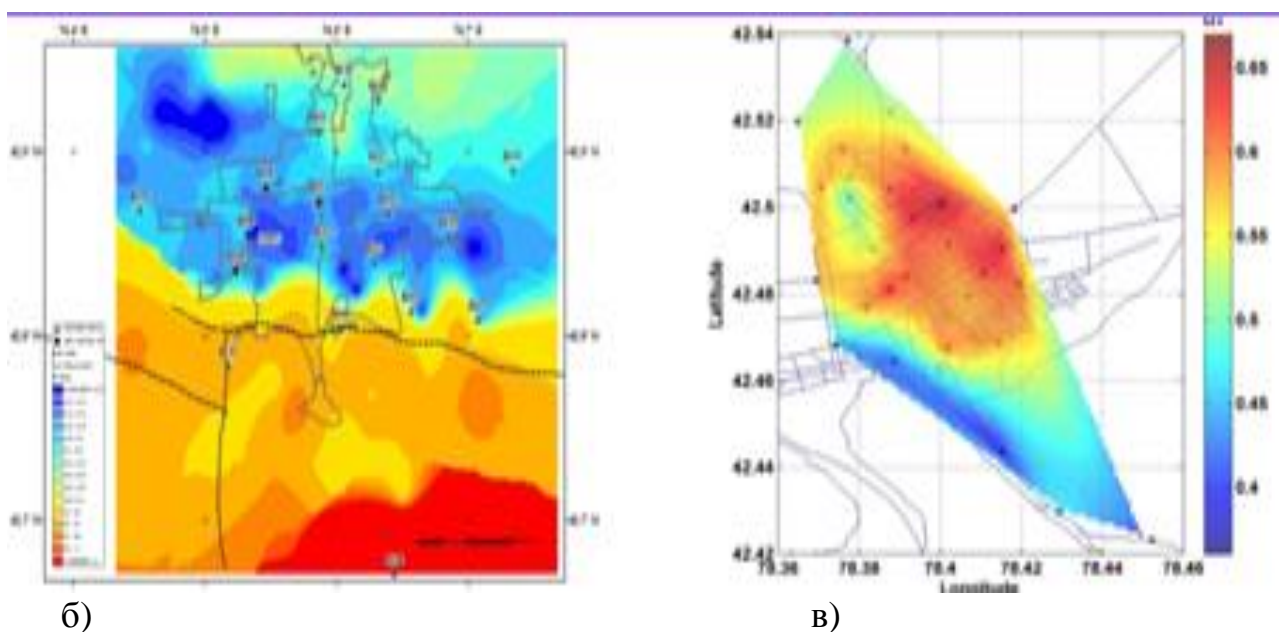
б) мобильные точечные измерениями кросейсм для определения резонансной частоты верхнего слоя и его мощности с обработкой данных методом Накамура;

в) стационарной записи реальных землетрясений в течение 3 месяцев сейсмическими станциями размещенными в пунктах охватывающих все «эталонные» грунтовые комплексы и зоны влияния активных разломов [1-3, 5-6].

Оценка собственных частот зданий осуществлена записями микросейсм в 163 зданиях Бишкека. Для оценки динамического поведения зданий во время землетрясения в 10-ти типовых зданиях г. Бишкек установлены были акселерометры на каждом этаже.



а)



б)

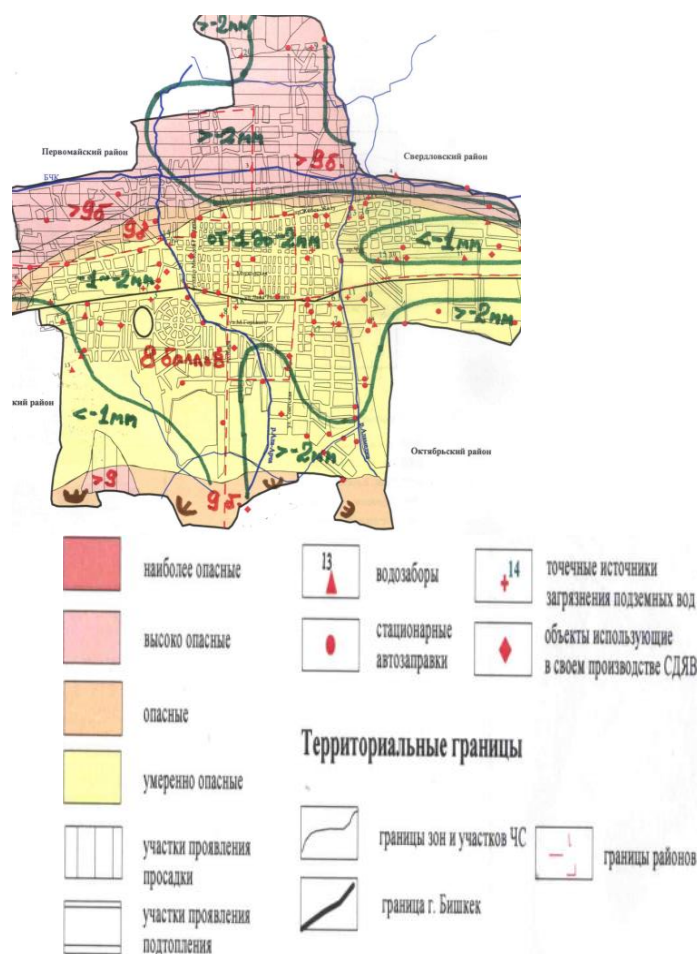
в)

**Рис. 1. Исследования георисков: а) -7 городов ЦА и сайт-эффектов: б) - г. Бишкек, в) - г. Каракол, в городах горных стран Центральной Азии**

На рис. 2 представлена инженерно-геономическая карта трансформации георисками территории г. Бишкек. Территория города Бишкек и его агломерации трансформируются современными вертикальными движениями опускания (проседания) со скоростями от -1 мм/год до 2 мм/год и более, а также в южной части города оползневыми процессами и сейсмическими воздействиями по карте СМР.

Создана сеть мониторинга из 50 акселерометров для раннего оповещения населения и инфраструктуры г. Бишкек и его агломераций от разрушительных

землетрясений, записи от которых в режиме реального времени поступают в ЦАИИЗ и МЧС Кыргызстана.



**Рис. 2. ИГН карта трансформации георисками территории г. Бишкек**

Анализ инженерно-хозяйственного освоения территории г. Душанбе и его агломерации показали, что за последние 90 лет выросли геориски в сфере влияния нагрузок от мегаполиса на окружающую геологическую среду.

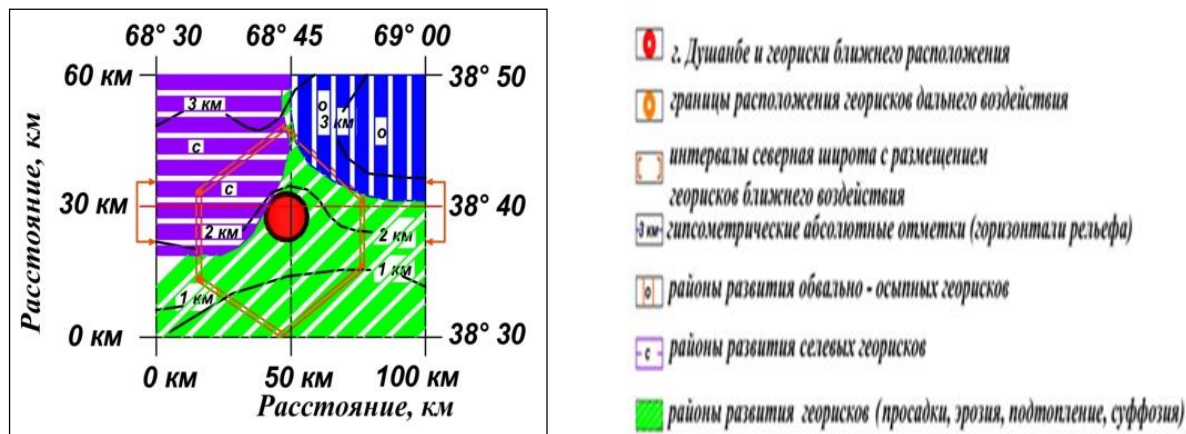
Вследствие срока давности строительства жилого фонда г. Душанбе выросли износы и снижены устойчивости зданий и сооружений. В кровле литосферы г. Душанбе от процесса урбанизации индуцируются геориски: просадки, овражная эрозия, оползни, псевдокарст, суффозионные явления, загрязнение окружающей среды, высокий подъем уровня подземных вод. Составлены карты ИГН типизации и прогноза просадок лессовых грунтов развитых в мегаполисе Душанбе.

На рис. 3 представлена ИГН карта-схема типизации георисков ближнего идеального расположения для города Душанбе и его агломерации.

На составленной впервые инженерно-геономической (ИГН) карте-схеме типизации георисков дальнего и ближнего воздействий для г. Душанбе и его агломераций (Рис.3) выделены границы различных междисциплинарных по-



казателей: а - геоморфологические (изолинии изменения абсолютных отметок); б - районы распространения георисков (селевых, обвально-осыпных); в - районов интегрального развития георисков (просадок, эрозии, подтопления, суффозии); г - интервалы широт с развитием дальних и ближних георисков.

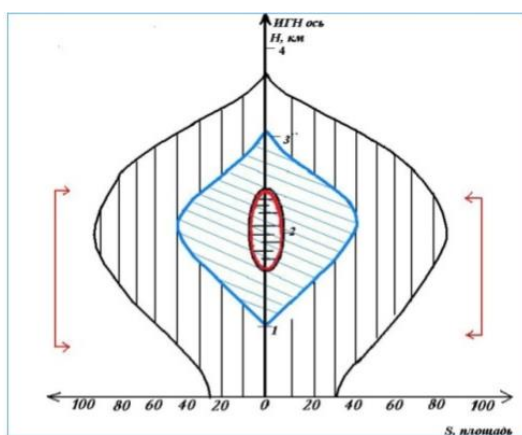


**Рис. 3. ИГН карта-схема типизации георисков ближнего и дальнего расположения для города Душанбе и его агломерации.**

На двух ИГН моделях, составленных впервые в результате преобразования выше описанной ИГН карты-схемы, показаны геонемы закономерностей высотного (рис. 4, а) и широтного (рис. 4, б) латерального распределения георисков. На ИГН модели вертикального высотного распределения георисков геонемы селей и обвально-осыпные имеют максимальные пики их развития на высотах 1,8–2 км (рис. 4 а.).

Из ИГН модели латерально-широтного распределения георисков видно, что максимальные пики геонемы селей приходится на широту  $38^{\circ}45'$ , а геонемы обвально-осыпных - на широту  $38^{\circ}46'$  (рис. 4 б).

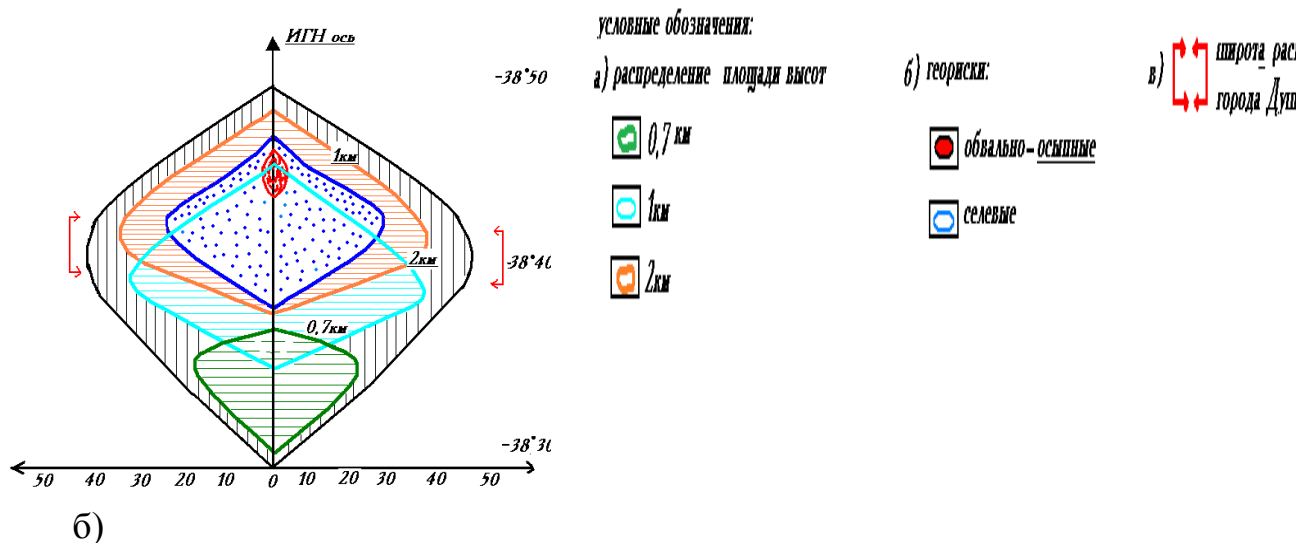
Для территории г. Душанбе и его агломераций геонемы георисков дальнего воздействия имеют максимальные пики для высоты до 0,7 км на  $38^{\circ}35'$ ; для высоты до 1 км - на  $38^{\circ}38'$ ; для высоты 2 км - на  $38^{\circ}45'$  (рис. 4, а).



**Условные обозначения:**

- обвально - осыпных
- селевые
- абсолютные отметки расположения города Душанбе

а)



**Рис. 4. ИГН модель закономерности вертикального (а) и (б) латерально-широтного распределения, типизации и прогноза георисков для г. Душанбе и его агломераций с учетом развития до 2025г.**

### **Выводы**

1. Составлены ИГН карты и модели трансформации кровли литосферы мегаполисов горных стран (г. Бишкека и г. Душанбе) процессами урбанизации.
2. На геонм-моделях мегаполисов горных стран (г. Бишкек и г. Душанбе) впервые выделены геориски ближнего и дальнего воздействия.
3. Составленные ИГН карты и модели мегаполисов горных стран предназначены для использования в планировании градостроительства и деятельности МЧС Киргизской Республики и Республики Таджикистан.

### **Литература**

1. СНиП КР 31-02:2007. Проектирование и застройка территорий примыкающих к Иссык-Атинскому разлому г. Бишкек. Бишкек, 2007. 11 с.
2. Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Орунбаев С.Ж., Мелешко А.В., Токмулин Ж.А., Абдыбачаев У.А. Жусупова К. (ЦАИИЗ), Dr. St. Parolai, A. Strollo. GFZ (Германия), Dr. D. Bindi, E. D'Alema, P. Auglie INGV (Италия). Сейсмическое микрорайонирование территории города Бишкек с учетом развития его до 2025 года. / Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. 8 изд. испр. и доп. Б.: МЧС КР, 2011, с. 675 – 679
3. Marco Pilz, Tanatkan Abakanov, Kanatbek Abdrakhmatov, Dino Bindi, Tobias Boxberger, Bolot Moldobekov, Sagynbek Orunbaev, Natalya Silacheva, Shahid Ullah, Sheyshenaly Usupaev, Pulat Yasunov, Stefano Parolai. An overview on the seismic microzonation and site effect studies in Central Asia. ANNALISOFGEOPHYSICS, 58, 1, 2015, S0104, doi. 10. 4401/ag-6662. 1-14.

4. Лаврусевич А.А., Лаврусевич С.А. Оценка степени пораженности псевдокарстом лессовых массивов при инженерно-геологических изысканиях //Сергеевские чтения, М.: РУДН, вып. 12, 2010,с 147-150.

5. Шарифов Г.В. Инженерная геонотия картирования георисков в Душанбинской агломерации. [Текст]/ Ш.Э. Усупаев, Шарифов Г.В. //Наука и новые технологии Кыргызстана. Республиканский научно-теоретический журнал. Бишкек 2013, №8. с. 8-12

6. Шарифов Г.В. Инженерно-геономическая модель распределения георисков на территории города Душанбе. [Текст]/ Шарифов Г.В., Ш.Э. Усупаев // Вестник Таджикского национального университета. Душанбе.2016, №3.с. 290-295

## АНАЛИЗ ДАННЫХ ОБМЕРА ФАСАДОВ ЦЕРКВИ СПАСА НЕРУКОТВОРНОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА АБРАМЦЕВО

Елманова Е.Л., Чернышов С.Н., Рубцов И.В.

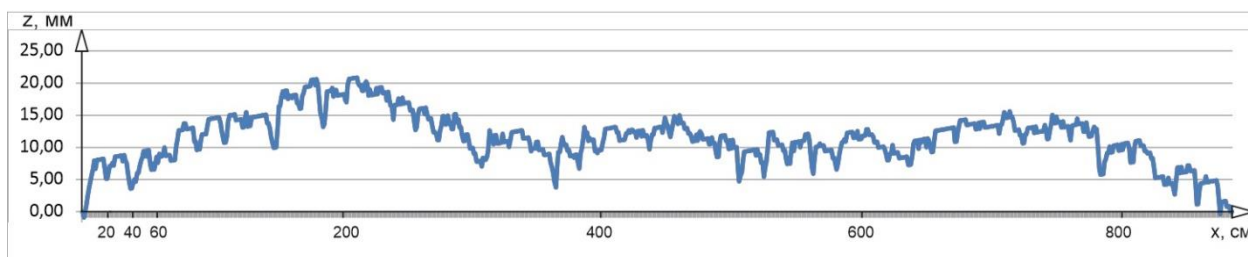
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Целью данной работы является выявление закономерности распределения неоднородностей поверхности стен церкви Спаса Нерукотворного, расположенной в Музее-заповеднике Абрамцево [1]. Обмеры произведены в январе 2017 г. при помощи электронного тахеометра Leica TCR 1201. Точность измерений -  $\pm 1$  мм, шаг точек сканирования – до 1 см.



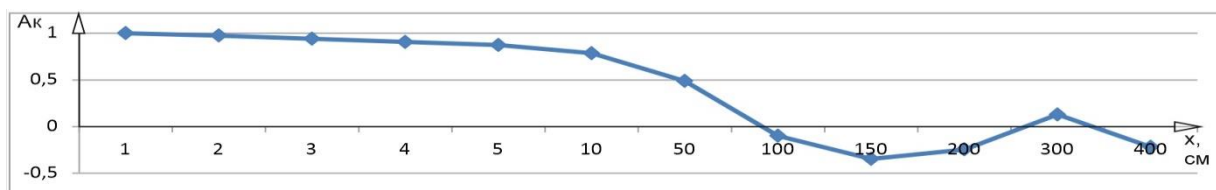
**Рис. 1. Церковь Спаса Нерукотворного Музея-заповедника Абрамцево, западный фасад. Вид облака точек в программе AutoCAD 2016.**

На основе данных, полученных в ходе сканирования объекта [2,3], с помощью программных средств были построены профили кирпичного контрфорса, горизонтальный и вертикальные профили стены. С помощью программы AutoCAD были определены величины отклонений поверхности стены от среднего значения плоскости (профили стены спроецированы на плоскости  $xz$  и  $yz$ , а плоскость стены сориентирована на плоскость  $xy$ ). Отклонение от плоскости стены характеризует величина координаты  $z$  (рис. 2-5).

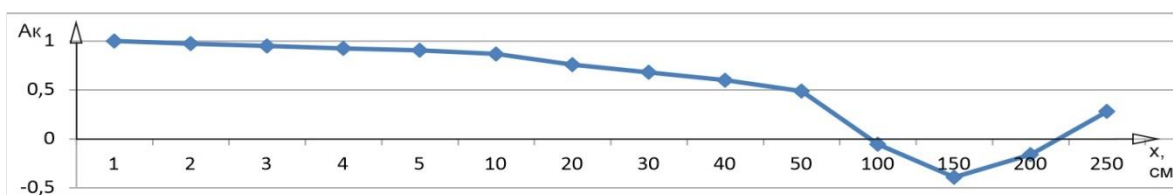


**Рис. 2. График отклонений от плоскости стены (координата z) для профиля №4.**

Построен график автокорреляционной функции (Рис. 3.)

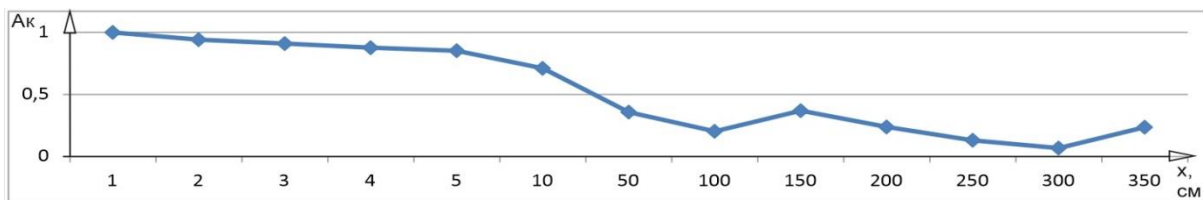


**Рис. 3. График автокорреляционной функции (по вертикали - значения коэффициента корреляции, по горизонтали – расстояние в см) для профиля №4 (горизонтальный профиль – 800 точек).**



**Рис. 4. График автокорреляционной функции (по вертикали - значения коэффициента корреляции, по горизонтали – расстояние в см) для профиля №1 (вертикальный профиль – 400 точек).**

На приведенных графиках (рис. 2-5) видно, что есть значительная автокорреляционная связь на первых 10-ти см, а далее она теряется. Графики показывают тесную зависимость между соседними значениями, которая исчезает на расстоянии 100, 150 см. До расстояния 150 см получаются отрицательные значения коэффициента корреляции, что свидетельствует о слабовыраженной гармонике случайной функции длиной волны порядка 300 см. Для вертикального направления эта волна короче, порядка 150 см, что связано с расположением кирпичей. Вдоль ряда кирпичей поверхность более гладкая, в связи с вытянутостью кирпичей в этом направлении.



**Рис. 5. График автокорреляционной функции (по вертикали - значения коэффициента корреляции, по горизонтали – расстояние в см) профиля №3. (вертикальный профиль - 633 точки).**

## Литература

1. Борисов А.Е. Русская архитектура второй половины XIX века. «Русский стиль». Новые тенденции в русской архитектуре конца XIX века. М.: Наука. 1979.
2. Рубцов И.В. Задачи мониторинга на стадии эксплуатации сооружения. Интеграл, №6, Изд.: Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственный центр «Энергоинвест». М. 2007. 102-103 с.
3. Когин А.В., Захарченко М.А., и др. Анализ нормативной документации по мониторингу технического состояния зданий и сооружений, совершенствование методов мониторинга на базе центра структурированных систем мониторинга ФГБОУ ВПО «МГСУ», Вестник МГСУ №8. М. 2011. с. 212-221

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА МЕТОДАМИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ И МЕХАНИКИ ГРУНТОВ

**Симонян В.В.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

На оползневых склонах, как правило, возникает сложное напряженно-деформированное состояние (НДС), которое, при проектировании зданий и сооружений, требует дополнительных исследований, в том числе количественной оценки напряжений и деформаций. В случаях, когда в откосах и склонах проявляются свойства ползучести грунта [1], [13], требуются дополнительные комплексные инженерно-геологические, инженерно-геодезические и геотехнические изыскания.

В последние годы для решения прикладных задач в механике грунтов используется метод конечных элементов (МКЭ) [2], [3], так как он позволяет учитывать сложную геометрическую форму плитного фундамента, неоднородность основания, нелинейную деформацию грунтов при их взаимодействии с фундаментом.

Для математического (численного) моделирования НДС грунтов оснований внутри ограждающей конструкции и за её пределами необходимы [4], [7], [12]:

- геомеханическая модель массива грунта, вмещающего рассматриваемый комплекс сооружений;
- механическую модель грунтов, слагающих рассматриваемый массив;
- расчётные параметры грунтов инженерно-геологических элементов (ИГЭ);
- начальные и граничные условия модели;
- программный комплекс Plaxis 3D 2012, с помощью которого можно эффективно реализовать численное моделирование [5], [6].

Выбор механической модели грунтов основания во многом определяет успех количественного прогнозирования НДС массивов грунтов, служащих основанием или средой различных сооружений [11]. В настоящее время наиболее распространёнными является модель слабого водонасыщенного грунта с учетом ползучести SoftSoilCreep.

Для оценки устойчивости склона с учетом параметров ползучести грунтов была построена трехмерная геомеханическая модель габаритами 390×320×62 м, состоящая из 55269 конечных элементов.

Для комплексной оценки НДС склона был разработан следующий алгоритм расчетов:

1. Создание трехмерной геомеханической модели склона с учетом результатов инженерно-геологических изысканий.

2. Расчет деформаций склона во времени за период инженерно-геодезических изысканий.

3. Сравнение результатов расчета геомеханической модели склона с результатами геодезического мониторинга.

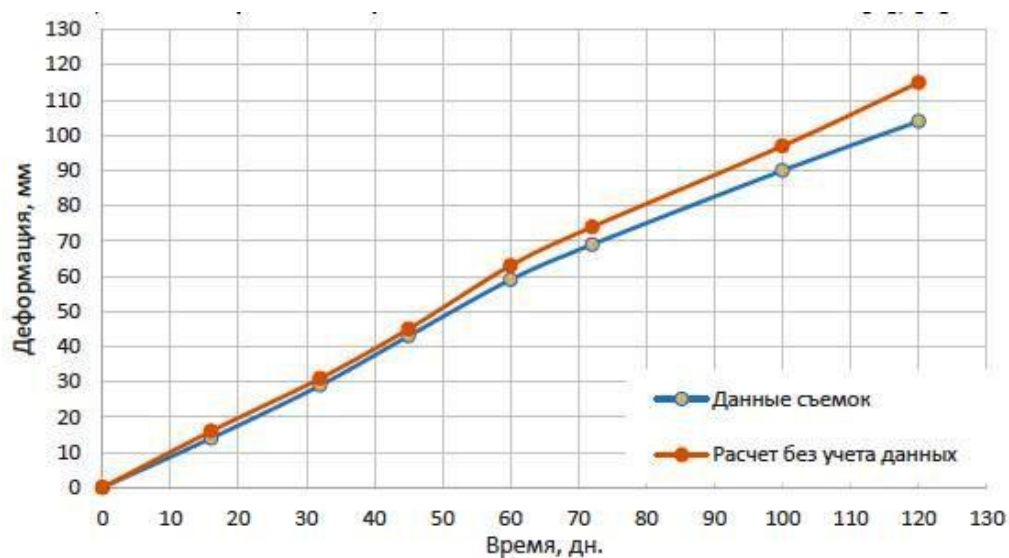
4. Корректировка расчетных характеристик грунтов, слагающих массив, для расчета устойчивости откосов и склонов с учетом результатов геодезического мониторинга.

5. Расчет деформаций склона во времени с учетом откорректированных параметров грунтов;

6. Расчет времени окончания вторичной консолидации грунтов, слагающих склон, с учетом первоначальных и откорректированных параметров грунтов;

7. Комплексный количественный анализ деформаций склона во времени с учетом и без учета результатов геодезического мониторинга.

Ниже представлены результаты предварительного расчета НДС склона с учетом ползучести грунтов на основании инженерно-геологических изысканий. В качестве точек измерений были приняты 46 точек, использованных в процессе геодезического мониторинга. На рис. 1 показаны средние деформации склона с привязкой к циклам геодезического мониторинга и данные геодезического мониторинга (смещения в пространстве получены по среднеквадратическим эллипсоидам смещений [8], [9]).



**Рис. 1. Деформации поверхности склона**

Как видно, деформации по результатам расчета в среднем выше на 12,2%, чем перемещения поверхности склона по данным геодезического мониторинга.

Выполним повторный расчет, значения характеристик грунтов в котором были повышены на 12,2%, т.е. на разницу между результатами предварительных расчетов и данными геодезического мониторинга.

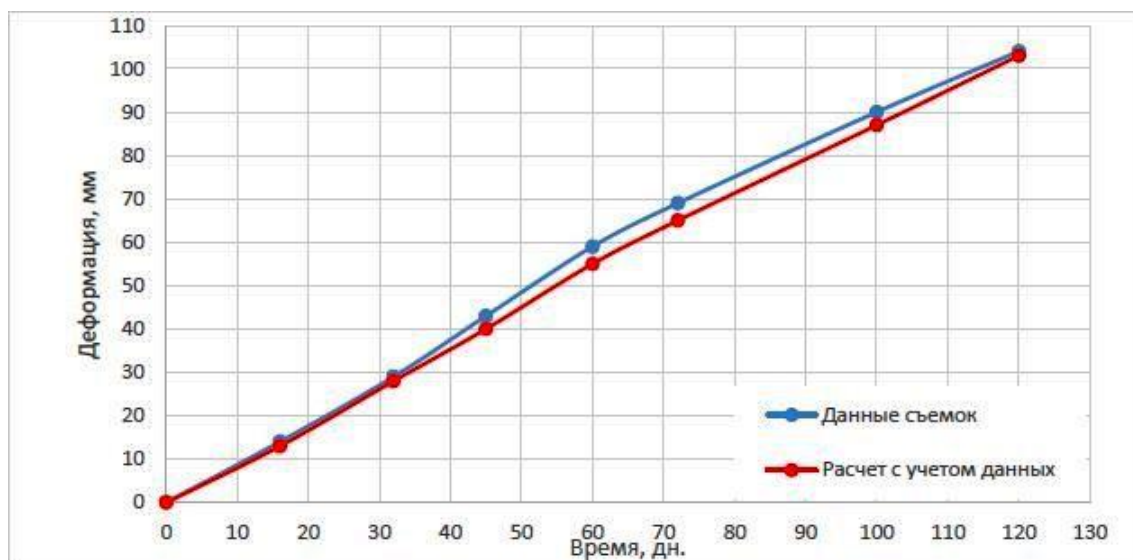
При хорошей сходимости результатов расчета с данными геодезического мониторинга поверхности склона можно сказать, что предложенная методика



позволяет прогнозировать деформации поверхности откосов и склонов во времени. Точный прогноз деформаций поверхности склона во времени позволит проектировать здания и сооружения на его поверхности с наибольшей экономической выгодой.

Результаты расчета с откорректированными характеристиками грунтов основания приведены ниже. На рис. 2 показаны средние деформации склона с привязкой к этапам геодезического изысканий по предварительному расчету и по расчету с уточненными характеристиками грунтов основания и данные инженерно-геодезических изысканий. Как видно из графика, геомеханическая модель с уточненными характеристиками грунтов ведет себя более близко по отношению к реальному склону по сравнению с первоначальной.

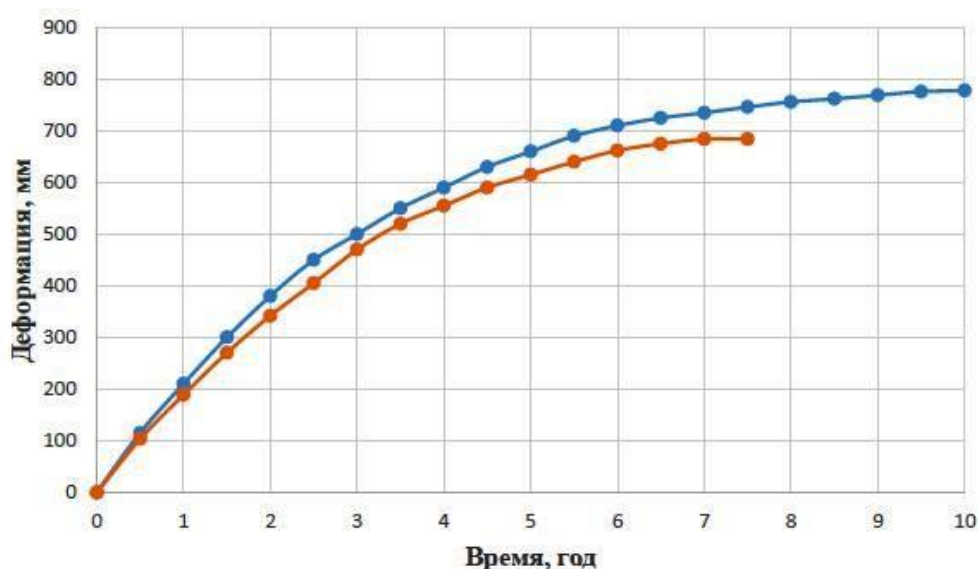
Полученная по результатам комплексного анализа данных геомеханическая модель склона позволяет оценить деформации склона в долгосрочной перспективе. Основными двумя параметрами при анализе склона являются значения деформаций и время окончания вторичной консолидации. Эти параметры позволяют оценить необходимость мер по инженерной защите откосов и склонов.



**Рис. 2. Деформации поверхности склона**

Для оценки деформации по окончании вторичной консолидации грунтов основания и времени ее окончания были выполнены расчеты деформации поверхности склона с учетом и без учета геодезического мониторинга.

Результаты таких расчетов представлены ниже. В качестве точек измерений были также приняты 46 точек, использованных в процессе инженерно-геодезических изысканий. На рис. 3 представлен график зависимости средней деформации поверхности склона от времени без учета и с учетом результатов геодезического мониторинга, соответственно.



**Рис. 3. График зависимости средней деформации поверхности склона от времени без учета (синяя линия) и с учетом (красная) результатов геодезического мониторинга**

По результатам выполненных расчетов время завершения вторичной консолидации без учета данных геодезического мониторинга - 9,7 лет, а с учетом данных - 7,2 года, а средние деформации поверхности склона отличаются на 12% - 778 и 684 мм, соответственно.

Результаты всех приведенных выше расчетов показывают, что комплексный анализ деформирования грунтов методами инженерной геодезии и механики грунтов позволяет прогнозировать деформации грунтовых массивов во времени с наибольшей точностью, что позволит уменьшить риски при проектировании зданий и сооружений на оползнеопасных склонах и обеспечить их безопасность [10].

### Литература

1. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. - Учебное пособие для строит. спец. вузов 4-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2007. - 566 с.
2. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов / Монография. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. 552 с.
3. Голованов А.И., Бережной Д.В. Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел. - Казань: изд-во «ДАС», 2001. 300 с.
4. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. - М.: Недра, 1987, 221 с.
5. Заменский В.В., Рузаев А.М., Польшков И.Н. Сравнение результатов натуральных экспериментов с расчетами, выполненными при помощи конечно элементной программы Plaxis 3D Foundation для забивных свай в глинистых грунтах // Вестник МГСУ. 2008. № 2, с. 18-23.

6. Руководство пользователя Plaxis 3D AE 2015: Пер. с англ. СПб.: НИИ-Информатика, 2015. 430 с. (ISBN13: 978-90-76016-19-1).
7. Власов А.Н., Волков-Богородский Д.Б. и др. / Конечно-элементное моделирование задач геомеханики и геофизики // Вестник МГСУ. 2012, №2с. 50-54
8. Симонян В.В., Тамразян А.Г., Кочиев А.А. Теоретическое обоснование построения обобщенных среднеквадратических эллипсоидов смещений оползней // Геодезия и картография. 2015. № 12,с. 10-14
9. Симонян В.В. Изучение оползневых процессов геодезическими методами: монография. М.: МГСУ, 2015. - 176 с.
10. Булгаков С.Н., Тамразян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Под общ.ред. А.Г. Тамразяна. М.: АСВ, 2012. 304 с.
11. Brinkgreve R. B. J. Selection of soil models and parameters for geotechnical engineering application. Soil Constitutive Models: Evaluation, Selection, and Calibration / Ed. J.A.Yamamuro, V.N.Kaliakin. American Society of Civil Engineers, 2005.Vol. 128. Pp. 69-98.
12. Barla M., Barla G. Torino subsoil characterization by combining site investigations and numerical modelling. Geomechanics and Tunelling. 2012. Vol. 3, pp. 214-232
13. Vermeer, P.A., Stolle, D.F.E., Bonnier, P.G. From the classical theory of secondary compression to modern creep analysis. 9th International Conference on Computer Methods and Advances in Geomechanics, Wuhan, China, 4, 2469-2478, 1998.

## МОЗАИЧНАЯ ВИДЕОТЕЛЕСКОПИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ФАСАДОВ

**Ранов И.И.**

(НИУ МГСУ, г. Москва)

В пунктах 8.3; 8.4; 8.5 СП 126.13330.2012 [1] обоснована необходимость раздельного геодезического мониторинга фундаментов и фасадов высотных зданий, так как вследствие их «гибкости» под воздействием ветра и неравномерного солнечного нагрева, деформации фундаментов не полностью отражают итоговую деформацию здания.

В приложении М, «Мониторинг зданий и сооружений в процессе эксплуатации» СП 126.13330.2012 рекомендован мониторинг с использованием моторизованных электронных тахеометров или автоматизированных систем на основе видео измерений в реальном масштабе времени. Известно так же, что на фасадах со сплошным остеклением возникают деформационные процессы, приводящие к появлению трещин и даже разрушению стекол. Измерение величин смещений элементов фасадов возможно путем цифровой фотосъемки с крупным масштабом изображения ( $\frac{1}{300} \div \frac{1}{500}$ ) и большим (180мм × 240мм) форматом кадра, обеспечивающим съемки фасада размером 100м × 150м на один кадр.

Получение требуемых точностей измерений возможно путем использования видеосистем с большим фокусным расстоянием ( $F$ ), чтобы угловая величина пикселя ( $\beta$ ) обеспечивала минимальную погрешность измерения малых углов, обусловленную стабильностью в атмосфере ( $m_\beta = \pm 0,3''$ ).

Приняв линейный размер пикселя  $l = 0,004$  мм и полагая  $m_\beta = 0,4\beta$  [2], определим требуемое фокусное расстояние

$$F = l \cdot \rho \cdot 0,4 / m_\beta = 0,004 \cdot 206265'' \cdot 0,4 / 0,3'' = 1100 \text{ мм} \quad (1)$$

В этом случае величина смещения в 1 пиксель на снимке ( $l$ ) будет соответствовать смещению на местности  $L = l \cdot M = 0,004 \cdot 300 = 1,2$  мм. Учитывая, что точность определения положения центра марки размером изображения 10-15 пикселей составляют  $0,4l$ , значение  $L$  для масштаба изображения 1:300 составит  $\pm 0,5$  мм, а для масштаба 1:500  $L = \pm 0,8$  мм.

Эти расчеты показывают достаточную точность определения смещений точек фасада, однако серьезным препятствием для осуществления данного метода являются отсутствие ПЗС матриц большого размера и крупноформатных камер с  $F_3 \approx 1100-3000$  мм.

Для решения этой задачи предлагается использовать реальные объективы с  $F_{об}=210\text{мм}$  и  $F_{об}=300\text{мм}$  (Индустар 4 и Индустар 11) [3] покрывающие кадр  $180\times 240\text{мм}$ . Если в кадровом окне установить стекло-матрицу (рис.1) с мини видеокамерами, в количестве равном числу деформационных марок установленных на фасаде, то каждая мини видеокамера может фотографировать через общий объектив фотокамеры одну деформационную марку. Таким образом, возможна одновременная фиксация марок, что позволит получить достаточно полную картину деформации фасада размером от  $70\text{м}\times 50\text{м}$  до  $115\text{м}\times 85\text{м}$ .(рис.1)

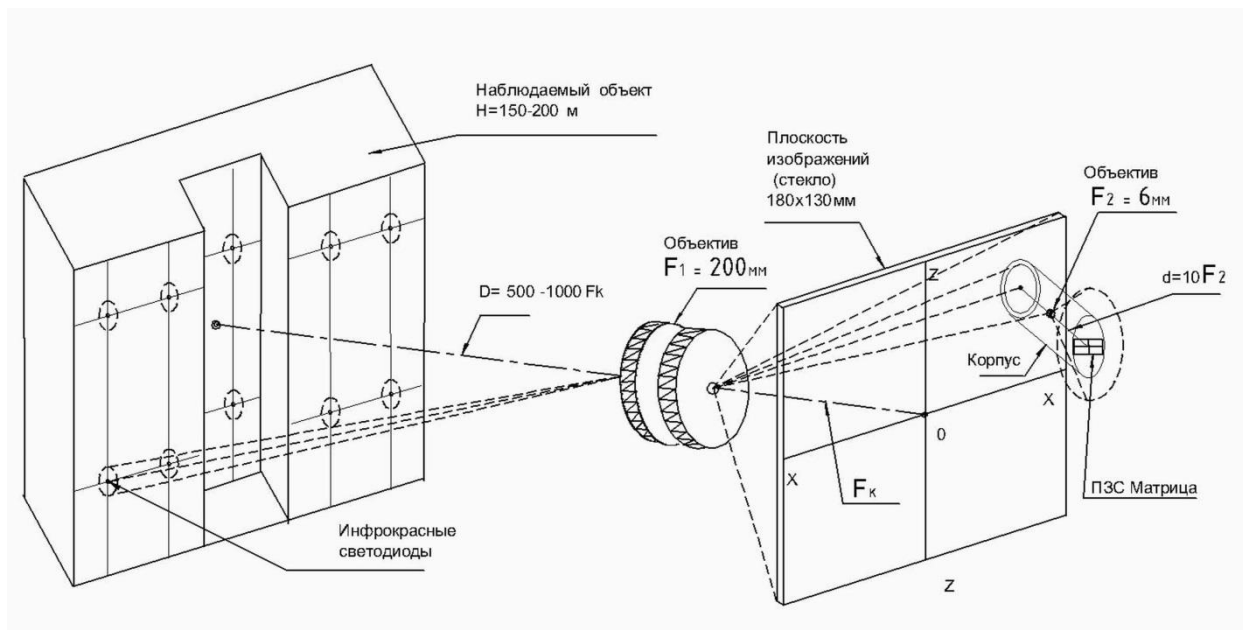


Рис. 1. Схема работы видеотелескопической камеры

Оптическая схема работы мини видеокамеры с общей крупноформатной фотокамерой показана на рис.2. Совместная оптическая система двух камер может иметь фокусное расстояние ( $F_э$ ) эквивалентное фокусному расстоянию фотокамеры в  $1000\text{мм}-3000\text{мм}$ , которое можно варьировать, изменяя следующие параметры:

$$F_э = S' \frac{F_{об}}{f_{вид}}; \quad S' = S \cdot \frac{f_{вид}}{\Delta}; \quad (3)$$

$$S = f_{вид} + \Delta; \quad (4)$$

$$\Delta = \frac{f_{вид}}{V_l}; \quad (5)$$

$$V_l = \frac{l_x}{d_c}; \quad (6)$$

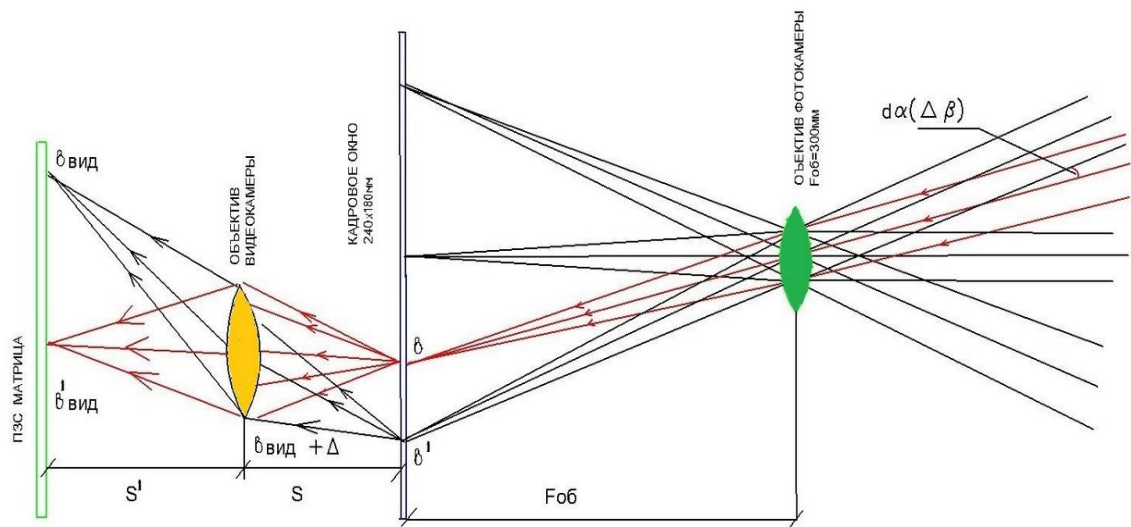
где:  $F_{об}$  – фокусное расстояние общей фотокамеры;

$f_{вид}$  – фокусное расстояние видеокамеры;

$s'$  - задний отрезок;

$V_l$  - линейное увеличение проекции сетки;

$d_c$  – диагональ матрицы; ( $l_x, l_y$ ) - размеры матрицы);



**Рис. 2. Схема построения изображений деформационных марок видеотелескопической камерой.**

В приведенных выше сведениях следует, что смещение изображения точки объекта из положения  $\beta_{\phi}$  в положение  $\beta'_{\phi}$  можно зафиксировать мини видеокамерой как  $\beta_{вид}$  и  $\beta'_{вид}$  с погрешностью  $m_{\beta(вид)}=0,4$  пикселя т.е. не больше 0,005мм. Учитывая эффективное фокусное расстояние  $F_{\phi}$  составляющее от 1000мм до 3000мм, погрешность измерения угла смещения точки  $\beta_{вид}$  составит:  $m_{d\alpha(\Delta\beta)}=\rho''(m_{\beta})/F(8)$  При различных вариациях размера пикселя т.е.  $li$   $F_{\phi}$ , значение  $m_{d\alpha(\Delta\beta)}$  лежит в пределах 0,1" - 0,5", что, обеспечит точность определения смещений марок на объекте размером 100 x 150 метров с погрешностью не более  $\pm 1$ мм.

Предлагаемое устройство позволяет фиксировать временные смещения в пикселях при помощи компьютерной система измерения цифровых снимков [5] методом «разновременных» или «псевдопараллакс» одноименных точек на 2х «разновременных» снимках с вычислением малых углов  $d\alpha(\Delta\beta)$  [3], используя значение угловых величин пикселя ( $\beta$ ).

## Литература

1. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84
- 2.RUL: [http://lens-club.ru/lenses/brands/c\\_45.html](http://lens-club.ru/lenses/brands/c_45.html)
- 3.Буюкян С. П. Видео измерительные системы / С. П; Моск. гос. ун-т геодезии и картографии. - Москва: МИИГАИК, 2008, 72 с.
4. Прикладная оптика Учебное пособие / под. Ред. Н.П. Заказнова. 2-е изд. стер. СПб, : Издательство «Лань», 320с.

5. Книжников Ю.Ф., Гельман Р.Н. Компьютерная система для измерения цифровых стереопар при решении не топографических задач научных исследований// Геодезия и картография. 1999, №2, с. 136-149

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ СМЕЩЕНИЙ, ИЗМЕРЕННЫХ МЕТОДОМ МАЛЫХ УГЛОВ ПРИ ПО- МОЩИ МОЗАИЧНОЙ ВИДЕОТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ

**Борейша Е.В.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Использование видео измерительных систем для определения смещений точек по величинам малых углов путем измерений смещений их изображений, зафиксированных на видеокдрах, полученных в разные моменты времени, приводит к необходимости разработки математического аппарата, позволяющего вычислять приращения координат в последующих циклах измерений по величинам приращений углов.

Дифференциальные формулы приращения координат позволяют решать задачу измерения сдвига точки относительно прежнего (исходного) положения, их вывод основан на вычислении полного дифференциала функции решающей прямую угловую геодезическую засечку [1].

Смещение точки  $Z$  в точку  $Z'$  (рис.1) определяется путем дифференцирования формулы прямой геодезической засечки.

$$X_Z = \frac{D}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \sin \beta_2 \cdot \cos(\alpha_{AB} - \beta_1) + X_A \quad (1)$$

$$Y_Z = \frac{D}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \sin \beta_2 \cdot \sin(\alpha_{AB} - \beta_1) + Y_A \quad (2)$$

При этом с высокой точностью измеряются угловое перемещение  $\Delta\beta_1$  и  $\Delta\beta_2$ , а параметры: базис-  $D$  и горизонтальные углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$  измеряются один раз с пониженной точностью и используются как неизменные за все время наблюдений.

В дифференциальных формулах приращения координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$  обозначаются  $dX$  и  $dY$ , соответственно, получим их как полные дифференциалы:

$$dX = - \frac{D \sin \beta_2 \cos(\alpha_{AB} - \beta_1)}{\sin^2(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \frac{\Delta\beta_1}{\rho} + \frac{D \sin \beta_1 \cos(\alpha_{AB} - \beta_1)}{\sin^2(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \frac{\Delta\beta_2}{\rho} \quad (3)$$

$$dY = - \frac{D \sin \beta_2 \sin(\alpha_{AB} - \beta_1)}{\sin^2(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \frac{\Delta\beta_1}{\rho} + \frac{D \sin \beta_1 \sin(\alpha_{AB} - \beta_1)}{\sin^2(\beta_1 + \beta_2)} \cdot \frac{\Delta\beta_2}{\rho} \quad (4)$$



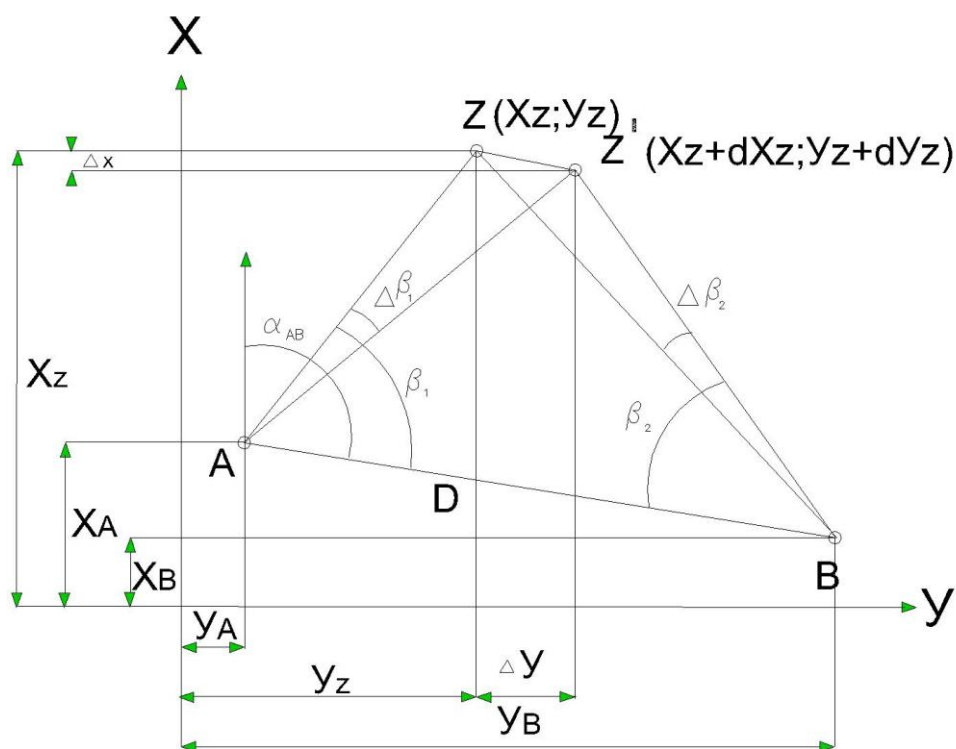


Рис.1. Определение смещений точки Z( $dX_z$  и  $dY_z$ )

Кроме того величины смещения  $dX$  и  $dY$  могут быть определены путем дифференцирования формулы дирекционного угла с заменой аргументов  $\alpha_{AB}$  и  $\alpha_{CB}$  на  $dX$  и  $dY$  в процессе преобразований и при дифференцировании.[2]

Рассмотрим три точки A, B, C; (рис.2) с известными координатами. В точках A и C устанавливаются мозаичные видео телескопические камеры. Координаты  $X_A, Y_A; X_B, Y_B; X_C, Y_C$ , и величины углов  $\alpha_{AB}$  и  $\alpha_{CB}$  являются константами, их измеряют только в начальном цикле, а в рабочих формулах они служат коэффициентами при неизвестных.

Если точка B переместится в B', то ее координаты получат приращение  $dX$  и  $dY$ . В соответствии с этим изменится и дирекционный угол  $\alpha_{AB}$  линии AB и угол  $\alpha_{CB}$  линии CB на величину  $\Delta\alpha$ . Если приращения координат  $dX_B$  и  $dY_B$  будут малыми величинами, то при этих условиях можно считать, что угол  $\alpha$  изменится на величину дифференциала  $d\alpha$  ( $\Delta\alpha \approx d\alpha$ ).

Формулы дирекционных углов имеют вид:

$$\operatorname{tg}\alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta Y_1}{\Delta X_1}; \quad \operatorname{tg}\alpha_{CB} = \frac{Y - Y_C}{X_B - X_C} = \frac{\Delta Y_2}{\Delta X_2} \quad (6)$$

После взятия производных получим:

$$\frac{d\alpha_1}{\rho \cos^2 \alpha_1} = \frac{(X_B - X_A) \cdot dY_B - (Y_B - Y_A) \cdot dX_B}{(X_B - X_A)^2} = \frac{\Delta X_1 \cdot dY_B - \Delta Y_1 \cdot dX_B}{\Delta X_1^2} \quad (7)$$

$$\frac{d\alpha_2}{\rho \cos^2 \alpha_2} = \frac{(X_B - X_C) \cdot dY_B - (Y_B - Y_C) \cdot dX_B}{(X_B - X_C)^2} = \frac{\Delta X_2 \cdot dY_B - \Delta Y_2 \cdot dX_B}{\Delta X_2^2} \quad (8)$$

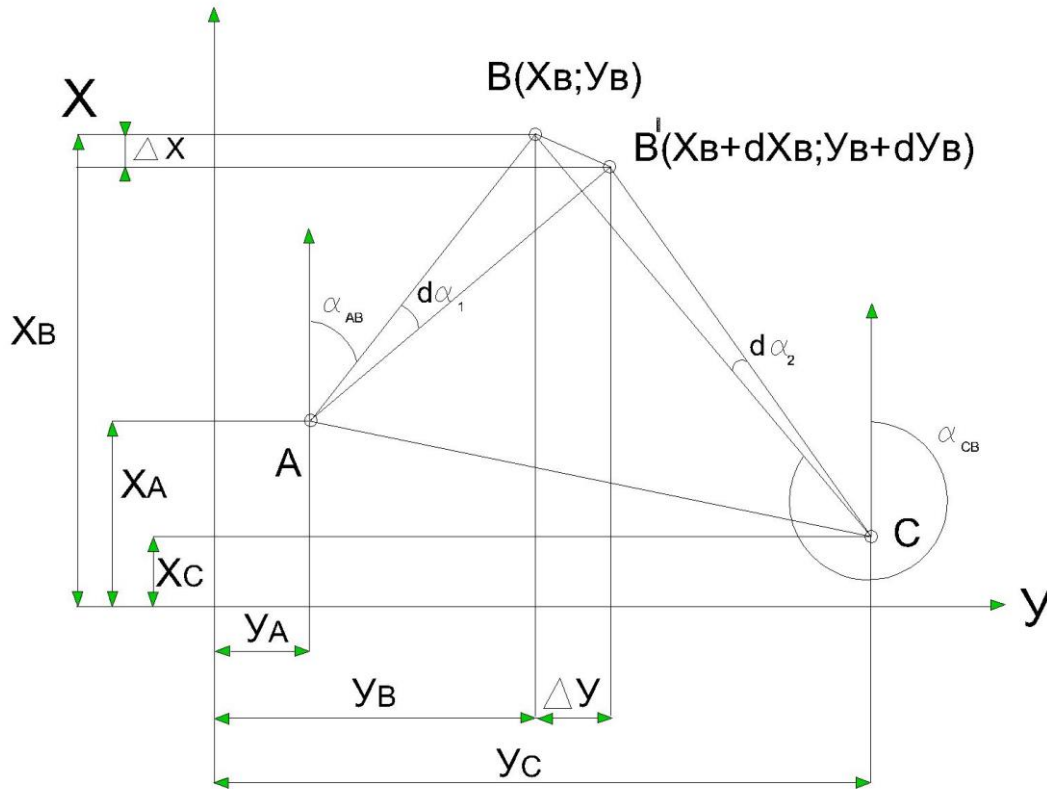


Рис.2. Определение смещений точки В (dXB и dYB)

Для получения  $dX_B$  и  $dY_B$  решаем систему уравнений по аргументам  $dX_B$ ,  $dY_B$  в общем виде:

$$\begin{cases} \Delta X_1 dY_B - \Delta Y_1 dX_B = \Delta X_1^2 d\alpha_1 / \rho \cos^2 \alpha_1 \\ \Delta X_2 dY_B - \Delta Y_2 dX_B = \Delta X_2^2 d\alpha_2 / \rho \cos^2 \alpha_2 \end{cases} \quad (9)$$

$$dX_B = \frac{d\alpha_2 \cdot \Delta X_2 \cdot \cos^2 \alpha_1 - d\alpha_1 \cdot \Delta X_1 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\rho \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)} \quad (10)$$

$$dY_B = \frac{d\alpha_2 \cdot \Delta X_2 \sin 2\alpha_1 - d\alpha_1 \cdot \Delta X_1 \sin 2\alpha_2}{2\rho \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)} \quad (11)$$

Таким образом, формулы (3),(4),(10),(11), позволяют получить величины смещений точек ( $\Delta X$  и  $\Delta Y$ ) которые произошли за определенный промежуток времени и вызвали угловые смещения ( $d\alpha_1(\Delta\beta_1); d\alpha_2(\Delta\beta_2)$ ) измеренные на строительных конструкциях.

## Литература

1. Геодезические разбивочные работы / Учеб. пособие/ Е.Б. Михаленко, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич, Ф.Н. Духовской, Н.Н. Загрядская, А.А. Смирнов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007,с. 22
2. RUL: <http://greleon.ru/geodesy/lekcii/geod/>

## МНОГОЛЕТНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОБОЛОЧКИ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ

**Олейников А.В.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Современное строительство требует непрерывного совершенствования технологий, в том числе методов оценки его состояния, способствующих снижению материалоемкости, времени и стоимости возведения сооружений [1]. Происходящие аварии различного рода зданий и сооружений свидетельствуют о необходимости ведения систематических наблюдений за их конструкциями [2-6], т.е. вести мониторинг зданий и сооружений, что позволяет заблаговременно спрогнозировать ЧС и предотвратить её.

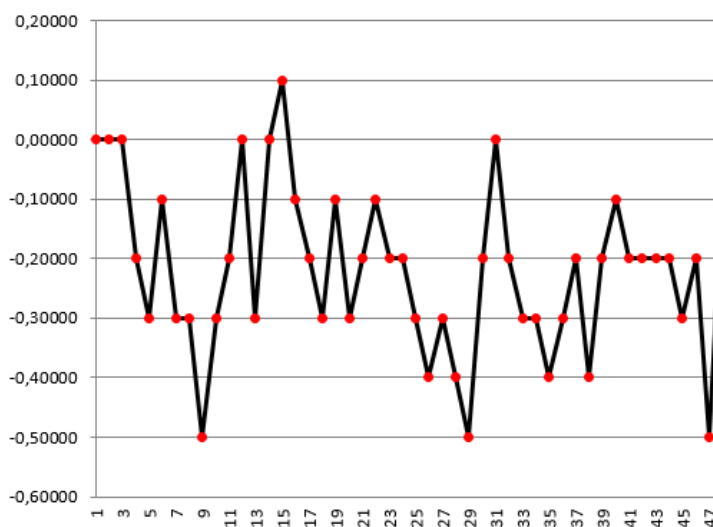
Разъяснение понятия мониторинг, упоминания основных видов, с краткой расшифровкой к каждому перечисленному. Анализ нормативной документации по данному вопросу [7].

В процессе эксплуатации конструкции зданий и сооружений непрерывно испытывают различные воздействия (ветровые, снеговые, эксплуатационные и т.д.), что приводит к возникновению циклического нагружения. Наличие циклическости ведет к появлению усталостных повреждений в теле конструкций, что, в свою очередь, приводит к снижению прочности конструкций.

Поскольку напряжения непременно связаны с деформациями объекта, представляется возможным для выявления усталостных повреждений вести геодезический мониторинг.

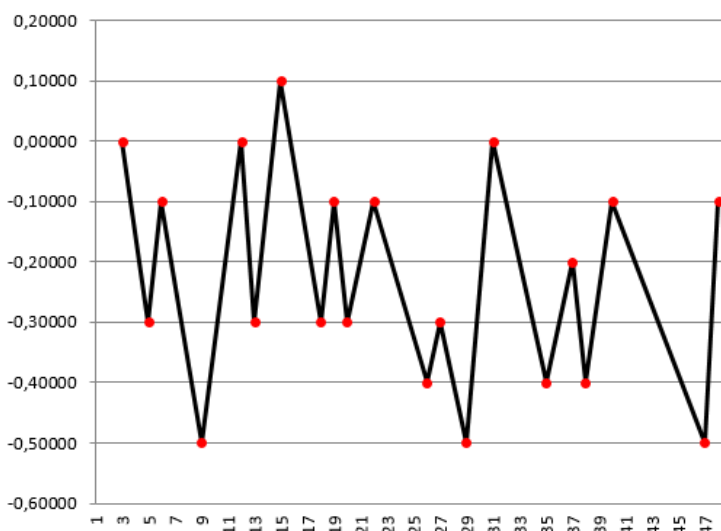
Для проведения мониторинга был задействован роботизированный тахеометр Leica TPS1201+, позволяющий вести наблюдение за выбранными точками, закреплёнными на подбололочном пространстве купола в автоматизированном режиме, с периодичностью наблюдения в 1 час. Данный тахеометр был подключен к ноутбуку с возможностью выхода в интернет, что позволило отслеживать полученные данные удалённо.

В качестве примера получаемых данных рассмотрим колебания одной из центральных точек относительно оси Zв течении 48 часов:



**Рис. 1. Изменение координаты Z для одной из центральных точек по часам**

Поскольку, в данной работе целью мониторинга было выявление усталостных повреждений, а они связаны только с наличием цикла, что промежуточные точки из полученных данных можно исключить и тогда график примет вид:

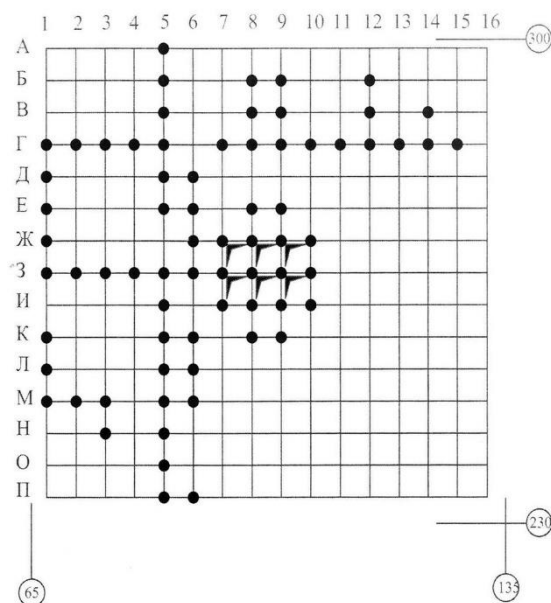


**Рис. 2. Изменение координаты Z для одной из центральных точек за исключением промежуточных точек**

Расположение наблюдаемых точек происходило из следующих соображений:

- Наблюдаемые точки должны быть в зоне прямой видимости тахеометра
- Количество марок должно быть минимальным и достаточным для полного понимания поведения конструкции в целом

Схема расположения контрольных деформационных точек представлена на рисунке 3.



**Рис. 3. Схема расположения контрольных деформационных точек на оболочке двоякой кривизны**

Для количественного подсчета возникающих повреждений использованы методики расчета усталостной прочности для шестеренок деталей машин [8-9].

Таким образом, по результатам геодезических наблюдений за деформациями наблюдаемых точек, удалось получить практическое представление об испытываемых конструкцией напряжениях в период эксплуатации, приводящих к накоплению усталостных повреждений.

### Литература

1. Lapidus A.A., Makarov A.N. Model for the potential manufacture of roof structures for residential multi-storey buildings // *Procedia Engineering*. 2016, vol. 153, pp. 378-383
2. Рубцов И.В. Мониторинг на стадии возведения сооружения // *Интеграл*. 2007, №5, с. 86-87.
3. Рубцов И.В. Задачи мониторинга на стадии эксплуатации сооружения // *Интеграл*. 2007, №6, с. 102-103
4. Рубцов И.В., Трескина Г.Е., Болотова А.С. Классификация дефектов при возведении монолитных железобетонных конструкций и их влияние на качество // *Научное обозрение*. 2015, №18, с. 58-62
5. Волков А.А., Рубцов И.В. Построение комплексных систем прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций в зданиях, сооружениях и их комплексах // *Вестник МГСУ*, 2013, №1, с.208-212
6. Рубцов И.В., Кухта А.В., Рубцов О.И., Галушко А.М. Некоторые особенности мониторинга большепролетных сооружений // *Вестник МГСУ*, 2010, №5, с. 329-334

7. Коргин А.В, Захарченко М.А., Емельянов М.В., Ермаков В.А., Рубцов И.В., Кухта А.В. Анализ нормативной документации по мониторингу технического состояния зданий и сооружений, совершенствование методов мониторинга на базе центра структурированных систем мониторинга ФГБОУ ВПО «МГСУ» // Вестник МГСУ, 2011, №8, с.212-221

8. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность // М: «Машиностроение», 1975, с. 284-288

9. Решетов Д.Н. Детали машин // М: «Машиностроение», 1975, 518с

## **ИГН ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОЭКОРИСКАМИ КРОВЛИ ЛИТОСФЕРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

**Усупаев Ш.Э., Валиев Ш.Ф., Садыбакасов И.С.,  
Едигенов М.Б., Атыкенова Э.Э., Сычев В.В.**

*(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, г. Бишкек; Институт горного дела и горных технологий им. ак. У. Асаналиева, г. Бишкек; Таджикский Национальный Университет, г. Душанбе)*

Трансформация, есть функция литосферы адаптироваться к внешним (экзогенным) и внутренним (эндогенным), быстрым и медленным преобразованиям окружающей геологической среды, вследствие нагрузки и/или разгрузок, изменения напряженного состояния, геодеформаций, природного, техногенного и экологического характера, активизирующих проявления георисков, в процессе поиска состояния статической и динамической стабилизации в виде изостазийного равновесия [1-8].

Исследования трансформации литосферы проведены были на территории Таджикистана, Узбекистана, Кыргызстана и Северного Казахстана (Костанайская область), для горных стран с позиций вергентных (геоволновых) новейших тектонических движений [1-8].

На территории Кыргызского Тянь-Шаня расположены несколько тысяч месторождений полезных ископаемых, в т.ч. более 200 имеют промышленное значение. При освоении полезных ископаемых несовершенство современных технологий и отсутствие эффективных и экономически выгодных безотходных способов переработки сырья заставляют создавать опасные хвостохранилища и отвалы горного производства. В районах добычи полезных ископаемых в связи с геодинамической активностью горных стран, получили развитие сейсмические, оползневые, селевые геориски, которые создают угрозу разрушений дамб хвостохранилищ.

Возведение крупных инженерных объектов, таких как гидротехнические узлы и водохранилища ГЭС в горных странах Киргизский Тянь-Шань, Памир, активизируют процессы трансформации геологической среды активизируя индуцированные землетрясения, переработку берегов, подтопления территорий, изменения гидрогеологических условий, активизацию обвально-оползневых явлений, формирование техногенно-измененных почво-грунтов и заиление дна водоема. Возведение горнопромышленных предприятий, на различных стадиях освоения месторождений вызывают трансформации кровли литосферы индуцируя геориски: горные удары, обрушения стенок карьеров, обводнения шахт, оседания поверхности земли, загрязнения от отходов производства.

Землетрясения формируют сейсмические геориски несущие угрозу



инфраструктуре населения и жизни около 30 млн. чел. в горных странах Кыргызстане, Таджикистане и сопредельных странах Центральной Азии.

В сейсмическом отношении в Центральной Азии выделяются 3 основные линеаментные зоны регионального масштаба - Северо-Тянь-Шаньская (каледонида), Южно-Тянь-Шаньская (герциниды) и Памиро-Гиндукушская (альпиды). Превалируют тектонические деформации, обусловленные значительными горизонтальными перемещениями корней орогенов литосферы по астеносфере. Разупрочнение земной коры в новейшее время происходит унаследовано с юга на север, от альпийских структур к герцинидам, а затем к каледонидам. Сейсмические очаги Памиро-Гиндукуша интенсивно погружаются в верхнюю мантию до глубин 300 км. Кровля литосферы стальных частей Средней Азии трансформируется гипоцентрами до глубины 15-20 км. [1, 3, 4-6].

На составленной ИГН карте интегрированы информационные поля из вышеуказанных и следующих дополнительных карт-схем:

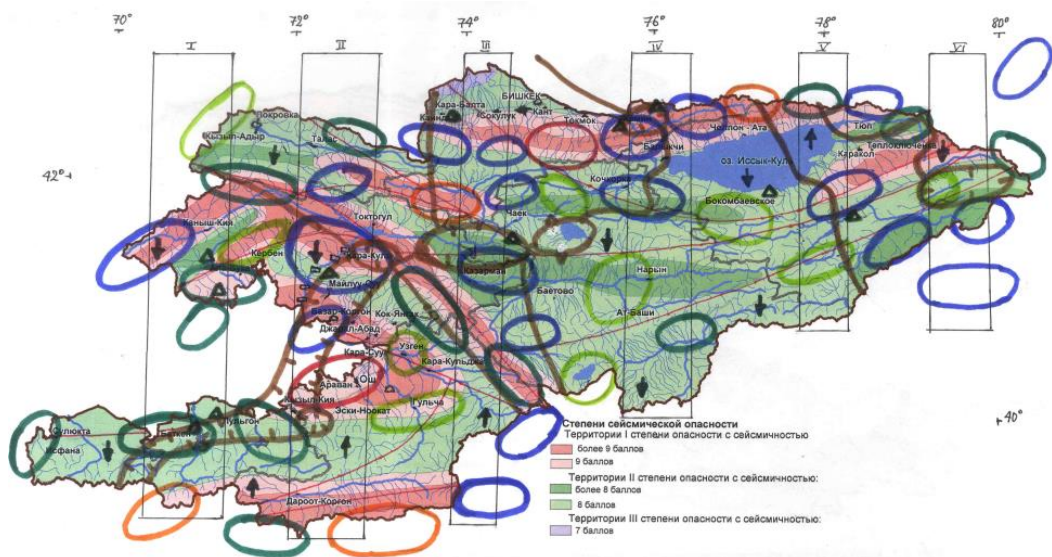
1. Вергентных неотектонических движений;
6. Эпицентров сильных землетрясений;
7. Местоположения плотин ГЭС и водохранилищ;
8. Расположения радиоактивных и токсически опасных хвостохранилищ.

На ИГН карте типизации сейсмичности, эпицентры произошедших сильных землетрясений магнитудами более  $M - 6.1; 6.7; 7.2; 7.8$ ; распределены в зависимости от геоволнового направления падения горных масс на южно-, северо-моновергентные, ди- и конвергентные условия Кыргызстана.

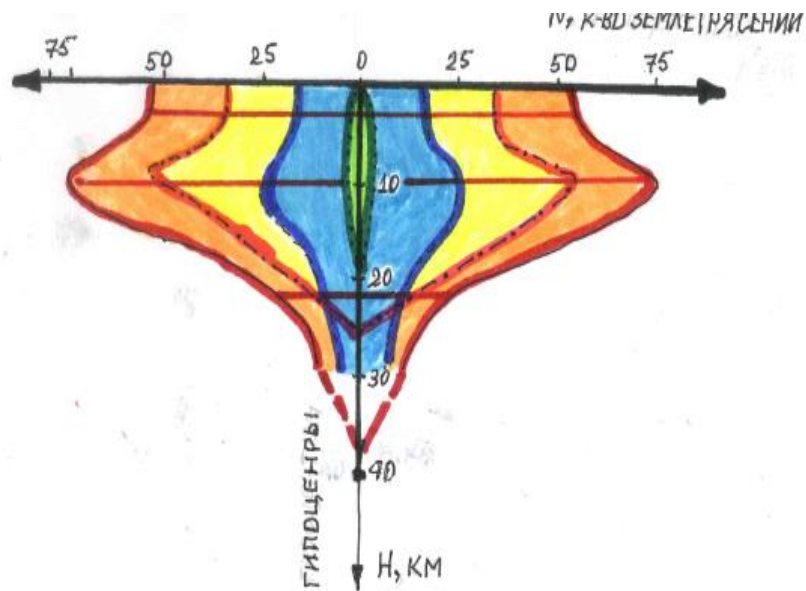
По количеству произошедших сильных землетрясений 52% (36 событий) проявились в южно-моновергентных, 39% (27 соб.) в северо-моновергентных и 9% (6 соб.) в конвергентных обстановках, что свидетельствует о преобладании в трансформации кровли литосферы Киргизского Тянь-Шаня и проявлении сильных землетрясений сжимающего в сторону Индо-Австралийской плиты воздействия с севера на юг от Евразийской плиты [3, 5].

На рисунке 1 представлена ИГН карта типизации и прогноза сейсмических георисков, трансформирующих литосферу Кыргызстана.

На ИГН карте в границах сейсмического районирования, 48% (33 эпицентров землетрясений) размещены на крыльях разломов, в т.ч. 20% на узлах их пересечений, а оставшиеся 52 % эпицентров землетрясений приурочены к от 8 до 9 и более балльным зонам, выделенным на карте сейсмического районирования Кыргызстана.

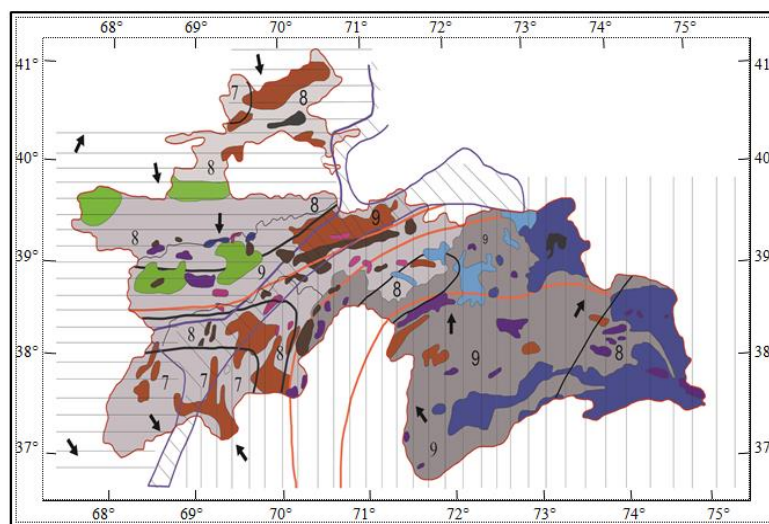


**Рис. 1. ИГН карта типизации и прогноза сейсмических георисков в Кыргызстане**

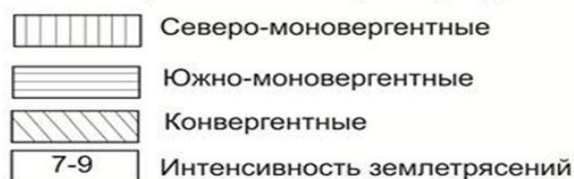


**Рис. 2. ИГН модель трансформации кровли литосферы Кыргызстана землетрясениями**

Из рисунка 2 видно, что максимальная трансформация кровли литосферы Кыргызстана (оранжевый цвет на ИГН модели) имеет место на глубинах 10-11 км, и одновременно на поверхности в изосейстовых зонах от эпицентра землетрясения. Из ИГН модели (рис.2) видно, кровля и поверхность литосферы максимально трансформируется на глубинах 10-11 км землетрясениями в Северном Тянь-Шане (желтый цвет), в 2 раза менее в Срединном Тянь-Шане (синий цвет) и на порядки меньше в Южном Тянь-Шане (зеленый цвет). При этом кровля литосферы на глубинах от 5-6 км и выше в 2 раза больше трансформируется по сравнению с глубинами гипоцентров землетрясений 21-22 км и глубже.



### ИГН вергентность распределения георисков



### ИГН геориски



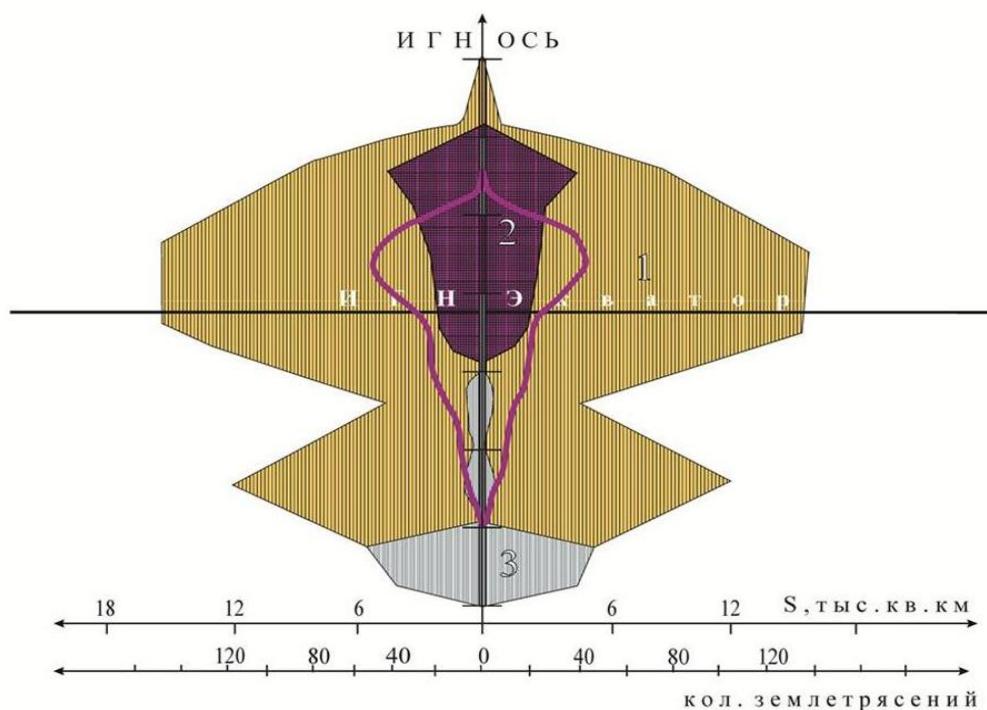
**Рис.3. Инженерно-геономическая карта трансформации приповерхностной части толщи литосферы территории Таджикистана георисками природного генезиса, в зависимости от направлений движения вергентных неотектонических структур и интенсивности возможных землетрясений.**

В целом, 61% (42 события) эпицентров сильных землетрясений распределены восточнее, а 39% (27 соб.) западнее регионального Таласо-Ферганского разлома, что свидетельствует о более динамичной трансформации землетрясениями ее восточной части. Плотины ГЭС и водохранилищ, например, каскада Токтогульских ГЭС размещены в более 9 и 9 балльной зоне на северном крыле конвергентной неотектонической структуры в сфере влияния РОЗ с классами землетрясений более 15 [2, 3, 5].

На рисунке 3 представлена Инженерно-геономическая карта трансформации приповерхностной части толщи литосферы территории Таджикистана георисками природного генезиса, в зависимости от направлений движения вергентных неотектонических структур и интенсивности возможных землетрясений 7-9 и линиями жирным черным цветом выделены границы перехода зон трансформируемых различной интенсивностью землетрясениями, в баллах;

стрелки черного цвета, это направления вергентной трансформации горных масс в кровле литосферы территории Таджикистана.

На рисунке 4 представлена ИГН модель высотного распределения интегральной площади, трансформируемой георисками поверхности и кровли литосферы с геонами по: 1) территориальности; 2) оледененности; 3) долинности; 4) числа сильных землетрясений, для территории Таджикистана



**Рис. 4.** ИГН модель высотного распределения интегральной площади, трансформируемой георисками поверхности и кровли литосферы с геонами по: 1) территориальности; 2) оледененности; 3) долинности; 4) числа сильных землетрясений, для территории Таджикистана.

### **Выводы**

1. Составлены первые ИГН карты типизации природных и техногенных георисков для снижения их воздействий на население и исследуемую территорию стран Центральной Азии.

2. Рекомендуется организовать и проводить на крупных и ответственных инженерных сооружениях мониторинговые исследования для снижения георисков и управления ими на всех стадиях инженерно-хозяйственной деятельности: а) инженерные изыскания, б) проектирование, в) строительство, г) эксплуатация.

### **Литература**

1. Усупаев Ш.Э., Атыкенова Э.Э. Гидрогеолого-гидрологические аспекты оценки и прогноза геоэкологического загрязнения и радиационного заражения на территории Кыргызстана и трансграничных районах со странами Центральной Азии. Известия Национальной Академии наук Киргизской Республики. Серия физико-технических, математических, горно-геологических наук. Бишкек: «Илим», 2012,. №3, с.38 – 43

2. Усупаев Ш.Э., Валиев Ш.Ф., Орунбаев С.Ж. Инженерно-геономические функции литосферы Таджикистана. Научно-образовательный и производственный журнал. ИА КР. Инженер №9, 2015, с. 184-188

3. Валиев Ш.Ф., Усупаев Ш.Э. О трансформации литосферы георисками в Таджикистане. // Современные техника и технологии в научных исследованиях: мат-лы докл. VII Межд. конф. молодых ученых и студентов 25-26 марта 2015 г., г. Бишкек, с. 22-27

4. Лаврусевич А.А. Оценка опасности, уязвимости лессовых массивов и степени геологического риска при развитии лессового псевдокарста // Геориск: межд. научно-практ. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков М, 2012, с. 301-305.

5. Едигенов М.Б. Усупаев Ш.Э. ИГН карты типизации и прогноза горно-рудничных георисков месторождений (Северный Казахстан). // Развитие наук о Земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы состояние и перспективы», посвященной 100-летию юбилею академика М.М. Адышева: мат-лы межд. конф. Бишкек. 2015, с. 104-110

6. Усупаев Ш.Э. ИГН карта и модели прогноза сейсмогеорисков трансформирующие литосферу Узбекистана. // Актуальные проблемы современной сейсмологии, посвященной 50-летию Института сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз 12-14 октября 2016 :к доклады Межд. Конф. Узбекистан. Ташкент. 2016,с. 727-734

7. Едигенов М.Б., Усупаев Ш.Э., Маралбаев А.О., Туркбаев П.Б. Перспективы освоения месторождений полезных ископаемых Кыргызстана и Казахстана. Горно-промышленный комплекс Кыргызской Республики. Горный Журнал. №8. 2016. С. 10-15.

8. Садыбакасов И. С. Неотектоника Высокой Азии. М:Наука, 1990. 180 с.

## ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЁТА ОСАДКИ ПО МЕТОДУ ПОСЛОЙНОГО СУММИРОВАНИЯ.

**Чернышев С.Н., Мартынов А.М.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Геологические границы между грунтами при изысканиях определяют методами шурфования, бурения, статического и динамического зондирования, геофизическими методами сейсмо - и электроразведки. Иногда для этого приходится прибегать к статистическому обобщению результатов массового определения характеристик свойств грунтов в массиве ввиду отсутствия признаков для визуального определения границ по керну скважин [4,5]. Точность проведения границ на геологическом разрезе сильно зависит от того, каким из названных методов определены границы в точке проведения исследования, в месте бурения или зондирования, но так же и от расстояния между скважинами. При бурении различными методами четко видимая резкая геологическая граница может быть установлена с погрешностью от  $\pm 0,2$  до  $\pm 0,7$  м в зависимости от метода бурения [6]. К этой погрешности при проведении границы на разрезе прибавляется погрешность интерполяции между скважинами, которая тем больше, чем больше расстояние между скважинами. Сложив погрешность бурения и погрешность интерполяции получаем погрешность проведения границы более 1м.

В данной статье мы впервые проводим численный эксперимент по определению требований к точности определения положения геологической границы при изысканиях. Решаем задачу на примере расчёта осадки ленточного фундамента. Точность расчёта осадок для зданий различной конструкции была задана в СНиП 2.02.01-83, приложение 4 [10] и с тех пор почти не изменялась в последующих редакциях нормативных документов и в том же виде вошла в действующий свод правил [11].

Расчёт оснований и фундаментов по деформациям в настоящее время проводится по условию

$$s \leq s_u, \quad (1)$$

где:

$s$  - вычисленное значение средней по зданию осадки, см,

$s_u$  - предельное значение средней по зданию осадки, см.

Расчёт осадок нами выполнен на трёхслойной модели основания для ленточного фундамента шириной 1,2м по формуле

$$s = \beta \sum (\sigma_{z_{гр}} \cdot x \cdot h_i) / E_i, \quad (2)$$

где:

$\beta$  – коэффициент формы фундамента и равный 0,8, постоянный в нашем расчёте и потому не влияющий на погрешность расчёта при вариации геометрических характеристик геологического разреза в модели, безразмерная величина,

$\sigma_{zгр}$  – дополнительное вертикальное давление на верхней границе  $i$ -того слоя от пригрузки фундаментом, МПа,

$h_i$  – мощность  $i$ -того слоя под фундаментом, см,

$E_i$  – модуль общей деформации  $i$ -того слоя, МПа.

Значения плотности трёх грунтов во всех сериях приняты одинаковыми, а именно:  $\gamma_1=1,7 \text{ т/м}^3$ ,  $\gamma_2=1,6 \text{ т/м}^3$ ,  $\gamma_3=1,85 \text{ т/м}^3$ .

Давление на грунт от фундамента принято 0,3 Мпа (36 т/мп).

При названных параметрах расчётной схемы в каждой серии подсчитана истинная величина осадки  $s_0$  при условии, что первая геологическая граница находится на глубине 1,0м от подошвы фундамента при мощности первого слоя 1,0м, вторая геологическая граница находится на глубине 5,2м от подошвы фундамента при мощности второго слоя 4,2м. Третий слой имеет мощность 6м. Сжимаемая зона основания замыкается в этом слое. При этом погрешность расчёта, вызываемая неточным изображением геологической границы на геологическом разрезе принимаем равной нулю. Далее вводим в расчёт погрешность определения геологической границы при изысканиях. Рассчитываем осадку при ошибочных положениях границы между первым и вторым слоями с отклонением её на 0,15м, 0,25м, 0,50м и 1,0м в верх и вниз от истинного положения. Такие погрешности и более значительные могут быть допущены при изысканиях в силу причин указанных в [6 и 7].

Результаты расчётов приведены в таблицах 1 и 2.

### Погрешность расчёта осадки здания при изменении границы между 1 и 2 слоем

Таблица 1

№ расчёта	Погрешность проведения границы $\Delta h$ , м	Мощность слоя, м		Расчётная осадка, мм	Погрешность расчёта осадки	
		$h_1$ , м	$h_2$ , м		$\Delta s$ , мм	$\Delta s/ s_0$ , %
1	-0,15	0,85	4,35	30,9	-1,1	-3,4
2	-0,25	0,75	4,45	30,1	-1,9	-5,9
3	-0,5	0,5	4,7	28	-4	-12,5
4	-1	0	5,2	23	-9	-28,1
5	0,15	1,15	4,05	32,9	0,9	2,8
6	0,25	1,25	3,95	33,5	1,5	4,7
7	0,5	1,5	3,7	34,9	2,9	9,1
8	1	2	3,2	37,1	5,1	15,9

## Погрешность расчёта осадки здания при изменении границы между 2 и 3 слоем

Таблица 2.

№ расчёта	Погрешность проведения границы $\Delta h$ , м	Погрешность проведения границы		Расчётная осадка, мм	Погрешность расчёта осадки	
		$h_2$ , м	$h_3$ , м		$\Delta s$ , мм	$\Delta s/ s_0$ , %
1	-0,15	4,05	6,15	31,8	-0,2	-0,6
2	-0,25	3,95	6,25	31,6	-0,4	-1,3
3	-0,5	3,7	6,5	31,6	-0,4	-1,3
4	-1	3,2	7	31,1	-0,9	-2,8
5	0,15	4,35	5,85	31,9	-0,1	-0,3
6	0,25	4,45	5,75	32	0	0,0
7	0,5	4,7	5,5	32,3	0,3	0,9
8	1	5,2	5	32,7	0,7	2,2

Проведенный численный эксперимент показывает, что при погрешности определения границы слоев до 1м, погрешность расчета осадки достигает 28%.

### Литература

1. Дмитриев В.В., Чернышев С.Н. Классификация методов определения расчётных характеристик грунтов//Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2016, № 5, с. 453-460.
2. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Официальное издание.: Стандартиформ, 2013, с.25.
3. Чернышев С.Н. Геологические предпосылки к определению природных напряжений в грунтовом массиве// Вестник МГСУ, № 2. 2015, с. 44-53.
4. Chernyshov S.N., Zommer T.V., Lavrusevich A.A. Statistical analysis for Determining Rock Bed Seepage nonuniformity at hydraulic installations, using of the Boguchanskaya Dam// Power Technology and Engineering, 2016, vol. 50 (4), pp. 369-372
5. Чернышев С.Н., Зоммер Т.В., Лаврусевич А.А. Статистический анализ определения фильтрационной неоднородности скальных массивов основания гидросооружения на примере Богучанской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2016, № 6, с. 6-10
6. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания// - М.: КДУ, 2007. 424 с.
7. Чернышев С.Н. Кригоузов А.А. II Потаповские чтения. 2016.
8. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96// Издание официальное. М: Минрегион России. 2013, 161 с.
9. Черняк Э.Р. Об экспертизе результатов инженерных изысканий – хорошей и разной. Инженерные изыскания, № 1, 2009 г.



10. Основания зданий и сооружений СНиП 2.02.01-83// Госстрой СССР. – М: Стройиздат, 1985. - 40 с.

11. Свод правил. СП 22.13330. 2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 // Издание официальное. - М: Министерство регионального развития РФ. 2011 -161 с.

## ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ НА ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИ- ВОСТИ СКЛОНОВ

**Неклюдов М.А.**  
(НИУ МГСУ, Москва)

Для освоения присклоновых территорий необходимо точное определение их устойчивости. С момента появления методы расчёта устойчивости склонов претерпели значительные изменения. Так, например, использование численных методов при математическом моделировании считалось сложным и трудоёмким, поэтому использовались, в основном, методы предельного равновесия. Развитие вычислительной техники и линейной алгебры способствовало изменению ситуации и активному развитию численных методов в последние несколько десятилетий.

Основным численным методом наряду с методом конечных разностей является метод конечных элементов (МКЭ, FEM). Широкое распространение МКЭ при расчёте устойчивости склонов получил благодаря возможности учесть неоднородность, сложную геометрию склона, а также совместную работу грунта и инженерных сооружений. При этом в большинстве программ, основанных на МКЭ, определение коэффициента запаса устойчивости ( $K_y$ ,  $M_{sf}$ ) производится методом снижения прочности (SRM). Главным преимуществом этого метода является то, что поверхность скольжения и коэффициент устойчивости определяются в процессе расчёта одновременно.

В методе снижения прочности  $K_y$  определяется в соответствии с условием прочности Кулона как отношение фактических прочностных характеристик грунта к минимальным значениям, соответствующим предельному равновесию:

$$K_y = \frac{c + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi}{c_r + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi_r} \quad (1)$$

Тангенс угла внутреннего трения и сцепление уменьшаются одновременно:

$$K_y = \frac{c}{c_r} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_r} \quad (2)$$

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод, что основными расчётными характеристиками грунта, влияющими на  $K_y$ , являются  $\operatorname{tg} \varphi$ ,  $c$ ,  $\gamma$ . Анализируя формулу, можно сделать предположение, что погрешность определения  $K_y$  находится в линейной зависимости от погрешности вышеперечисленных характеристик грунта. Вес грунта в настоящее время определяется на

электронных весах с высокой степенью точности (погрешность менее 1%), однако следует учитывать изменение веса грунта от влажности (при высыхании и замачивании). Поэтому рекомендуется характеристики грунтов определять для естественного и водонасыщенного состояния. В ходе расчётов было подтверждено, что погрешность в определении прочностных характеристик линейно влияет на погрешность определения  $K_y$ . При этом на суммарную погрешность, в зависимости от типа грунта, погрешность определения угла внутреннего трения и сцепления влияет по-разному. Так, в песчаных грунтах основным фактором, влияющим на коэффициент запаса устойчивости, является тангенс угла внутреннего трения, а в глинистых грунтах, наряду с данным параметром, ещё и сцепление. При одинаковой погрешности в определении сцепления и тангенса угла внутреннего трения, погрешность в определении  $K_u$  соответствует этой погрешности. При разных погрешностях определения прочностных характеристик, погрешность  $K_u$  не превышает максимальной погрешности.

На устойчивость также влияет прочность грунтов на растяжение. [1] И если для большинства расчётов погрешность незначительная (до 2%), то для крутых глинистых склонов этот параметр может существенно повлиять на точность определения коэффициента запаса устойчивости (погрешность до 20%).

Помимо данных характеристик в расчётных схемах закладывается ещё множество других характеристик. Установлено, что погрешность в определении других расчётных характеристик ( $E$ ,  $\nu$ ,  $m$ ,  $OCR/POP$ ) практически не влияет на значение  $K_u$  (погрешность менее 1%), т.е. вместо определения этих характеристик в ходе дорогостоящих испытаний для расчёта устойчивости можно использовать табличные значения из СП 22.13330.2011 или принимать условные значения.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОГО ТАДЖИКИСТАНА

Кабилов А. М., Аллабергенава Э. М., Гулова Т.М., Лаврусевич А. А.

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

В последние десятилетия после гражданской войны, предгорные пространства Республики Таджикистан в связи с темпами роста плотности населения приобретают все большее значение. Это районы освоения земель, где активно разворачивается промышленное и гражданское строительство. Очевидно, что в горной стране, где равнинные территории занимают всего 7%, темпы роста новых земель в республике из года в год падают. Приходится осваивать земли расположенные в предгорных зонах Таджикистана, имеющих очень сложный рельеф поверхности и требующих выполнения больших объемов земляных и планировочных работ [1,2]. Взаимодействие техники и сильно расчлененного рельефа, орошение, прокладка дорог и коммуникаций приводит к дестабилизации устойчивости лессовых массивов, которые слагают большую часть адырных площадей Юго-Западного Таджикистана. Активно развивается целый комплекс опасных геодинамических феноменов. Для формирования опасных геодинамических процессов необходимо наличие: 1. Больших высотных градиентов; 2. Наличие неустойчивых к техногенному воздействию пород; 3. Поступление воды, которое сопровождает освоение новых территорий (как для орошения, так и для хозяйственно-питьевых нужд). На все это накладывается еще и высокая сейсмичность территории Юго-Западного Таджикистана. Таким образом, в настоящее время, вопросы защиты существующих и будущих населенных пунктов, сельскохозяйственных земель и промышленных сооружений являются важными и актуальными для большей части предгорий Таджикистана.

При освоении предгорий Юго-Западного Таджикистана возможны проявления стихийных бедствий и катастрофических процессов, особенно при комплексном или последовательном проявлении процессов. Можно привести пример Гиссарского оползня 1989, когда водонасыщенные лессовидные суглинки сместились в результате 7-ми бального землетрясения Основными причинами, вызывающими насыщение грунтов на этих территориях, являются утечки воды из каналов и арыков, недозированные поливы территории, нецивилизованный сброс излишков воды с хозяйственных и сельскохозяйственных площадей (Рис 1.). На адырных склонах, где в результате стихийной застройки построены многочисленные одноэтажные здания, в результате утечек из водопроводных сетей и чрезмерных поливов образуются оползни-течения (Рис. 2).



**Рис. 1. Общий вид вновь сформировавшегося оврага (Фото Ахмадов Х.М) [3].**

Весной 2008 года в Обикиикской долине в Хуросонском районе Джамаате Уялы в результате выпадения интенсивных осадков в предгорной зоне сформировался мощный поток, который размыл вершинную часть затухшего оврага, образовавшегося в первые годы освоения долины. Разрушая орошаемые территории, где уровень почвенно-грунтовых вод находился на глубине 0,6-1,0 м, поток образовал овраг, длиной свыше 150 м, шириной 100 м и глубиной до 10 м. Образовавшаяся сжиженная масса, двигалась по дну оврага, углубила его и при выходе уничтожила часть населенного пункта. В общей сложности было уничтожено и разрушено около 300 домов.



**Рис. 2. Разрушение части населенного пункта в Хуросонском районе продукцией овражной эрозии (Фото Ахмадова Х.М) [3].**

Все это произошло в течение одного дня. Эти два примера ясно показывают, что неправильное освоение, а также климатические факторы могут дополнить друг друга и разрушить ценные плодородные земли, превращая их в бедленд. Это самая большая величина прироста оврагов по всем морфологическим показателям, произошедшая в течение одного дня на всей территории Таджикистана за последние десять лет [3].

### **Выводы**

Адырные территории Юго-Западного Таджикистана, которые население вынуждено осваивать в связи с нехваткой свободных земель, наряду с особым набором архитектурно-планировочных мероприятий заставляет принимать меры жесткого контроля за использованием водных ресурсов.

Необходим строгий контроль за расходом и сбросом излишков воды в результате хозяйственного освоения.

Максимальное использование при сельскохозяйственном освоении богарных видов сельхозпродукции.

Каждому домовладельцу выдавать инструкцию по использованию воды.

Службам эксплуатации установить водяные счетчики и жестко контролировать использование водных ресурсов.

### **Литература**

1. Сквалецкий, Х. Хайдаров, З. Холматов. К инженерно-геологической характеристике неогеновых отложений Таджикистана // Проблемы инженерной геологии Таджикистана. Душанбе :Изд-во Дониш. 1972, с.13-15

2. Комилов О. К. Поэтапное освоения просадочных территорий. Душанбе:Типогр. ТАУ. 1994г. 259с.

3. Ахмадов Х.М., АсоевН.М.Тенденция развития оврагов в зоне новоорошаемыхземель // Доклады ТАСХН, №1, 2011,с. 20-25

4. Зеркаль О.В. Роль горизонтов погребенных почв в подготовке массива лессовых пород к сейсмическом смещению при Гиссарском землетрясения 1989г. (Таджикистан) М. 1991. (Деп. В ВНИТИ 15.11.91. № 4317-В91)с. 9-15

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ (НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ)**

**Аранбаев Т.А.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

За всю многовековую историю на территории города Москвы накоплена значительная толща техногенных насыпных грунтов. В центральной исторической части города общая мощность слоя техногенных образований в среднем составляет 4-6 м, а на отдельных участках достигает 20-24 м.

На основании анализа результатов инженерных обследований зданий и материалов инженерно-геологических изысканий произведенных Мосгоргеотрестом, выполненного А.А. Полуботко [3], было установлено, что из общего числа инженерно-геологических причин деформаций существующих зданий в городе Москве в 47,1% случаев причиной подобных деформаций является наличие в основании зданий техногенных насыпных неравномерно-сжимаемых грунтов, а в 9,7% случаев – неравномерная сжимаемость и разнородность естественных грунтов основания зданий.

Как правило, мощность техногенных насыпных грунтов в исторической части города Москвы (в границах ранее существовавшего Камер-Коллежского вала) не выдержана в плане и нередко существенно изменяется даже на коротких расстояниях.

По данным Е.А. Воронцова наличие техногенных насыпных грунтов в основании фундаментов обследованных реконструируемых или попадающих в зону влияния строительных работ зданий исторической части города Москвы построенных в период с 1767 г. по 1930 г. было отмечено в 56% случаев [1]. При этом в большинстве случаев (34%) техногенные насыпные грунты были выявлены в основании фундаментов лишь на локальном участке, в 17% – в основании части здания и в 5% – под всем зданием. При этом мощность слоя техногенных насыпных грунтов ниже подошвы фундаментов обследованных зданий составляла от 0,5 до 16,0 м.

По мнению автора, практика инженерно-геологических изысканий на территории города показывает, что при диагностике причин деформаций зданий исторической застройки наиболее часто выявляется именно локальное залегание техногенных насыпных грунтов под подошвой фундаментов. Нередко такое залегание обусловлено наличием засыпанных древних колодцев, погребов, выгребных и мусорных ям, захоронений, заброшенных каналов и коллекторов и т.д. Зачастую зоны исторической застройки характеризуются также наличием в основании существующих зданий захороненных фундаментов разрушенных зданий и остатков подземных частей древних сооружений.

Техногенные насыпные грунты в пределах исторической застройки города Москвы характеризуются существенной неоднородностью своего состава, строения и свойств. В большинстве случаев они представляют собой типичные антропогенные образования (техногенно образованные грунты) преимущественно песчано-глинистого состава с включением различного строительного и бытового мусора. Зачастую они представляют собой различные природные перемещенные образования (техногенно переотложенные грунты).

В составе техногенных насыпных грунтов весьма часто встречаются различные органические включения (остатки древесины, кости, кожа, ткань, бумага и пр.), что отличает эти грунты от природных грунтов и во многом обуславливает их свойства. Как показали исследования Е.М. Пашкина [2], присутствие в основании зданий техногенных насыпных грунтов с содержанием органических веществ более 10%, является причиной значительных деформаций их конструкций.

Наличие техногенных насыпных грунтов в основании существующих зданий и сооружений, провоцирует существенные, а главное весьма неравномерные осадочные деформации фундаментов, надфундаментных конструкций, в целом нарушает пространственную жесткость зданий (сооружений), представляет реальную угрозу потери их устойчивости и несущей способности.

Необходимость выявления и последующего оконтуривания зон залегания техногенных насыпных грунтов под подошвой фундаментов существующих зданий при проведении их технического обследования требует существенного увеличения объема проводимых проходческих работ по сравнению с установленными нормами (СП 11-105-97 часть V), а установление фактической полной мощности техногенных насыпных грунтов – обязательного бурения скважин.

Наглядно оценить плановую неоднородность грунтов непосредственно подстилающих подошву фундаментов обследуемых зданий, позволяет построение соответствующих карт-схем грунтов (карт срезов грунтов в уровне подошвы фундаментов). Для построения таких карт, в случае существенной плановой неоднородности грунтов, оказывается необходимой проходка достаточно большого количества шурфов с одной стороны равномерно охватывающих все пятно застройки (весь контур сооружения), а с другой сконцентрированных на участках с высокой степенью неоднородности грунтов.

Выполненный автором анализ отчетных фондовых изыскательских материалов, выполнявшихся различными изыскательскими организациями, показывает, что при обследовании оснований зданий и сооружений исторической застройки полевые методы исследования и испытания грунтов применяются ограниченно. Наиболее часто статическое и/или динамическое зондирование проводятся со дна шурфов на небольшую глубину (до 5 м). Испытания обследуемых техногенных насыпных грунтов статическими нагрузками на штамп, методом вращательного среза и другими методами прямого определения физико-механических свойств грунтов выполняются крайне редко. Геофизиче-



ские методы исследования техногенных насыпных грунтов в практике обследования грунтовых оснований наиболее часто применяются для оценки состояния контакта «фундамент-грунт». Для оптимизации изучения техногенных насыпных грунтов залегающих в основании зданий исторической застройки требуется дальнейшее совершенствование методик и технологий выполнения обследовательских работ.

### Литература

1. Воронцов Е.А. Некоторые вопросы обследования оснований реконструируемых зданий в городе Москве, расположенных на насыпных и неравномерно-сжимаемых грунтах. // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. / Материалы Четвертой научно-практич. конф. молодых ученых, аспирантов и докторантов (25-26 апреля 2001 г.). М.: МГСУ, 2001. С.21-23.
2. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. –М.: Высш. шк., 1998. –255 с.: ил.
3. Полуботко А.А. К вопросу изучения инженерно-геологических причин деформации промышленных и гражданских зданий. // Известия высших учебных заведений. ГЕОЛОГИЯ и РАЗВЕДКА. 1968. №4. С. 92-96.

## **ПОЛЕВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

**Амирханян М.З.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

В связи с всесторонним ростом потребления электроэнергии возрастает беспокойство людей фактическим или мнимым присутствием электромагнитных полей (ЭМП) в местах их нахождения [1, 2]. Это обстоятельство определяет необходимость проведения систематизированных исследований ЭМП на рабочих местах, в жилой зоне, на территориях промышленных предприятий и вблизи них. Кроме того, исследование ЭМП в составе инженерных изысканий предусматривается сводом правил СП 47.13330.2012 [3]. Несмотря на очевидную актуальность пред проектными исследованиями ЭМП, вопросы их измерения и обобщения в материалах инженерных изысканий мало изучены [2, 4].

Настоящая работа посвящена обобщению результатов измерений ЭМП, выполненных ООО НПО «Гидротехпроект» в 2016 г. в рамках инженерно-экологических изысканий для реконструкции системы водоснабжения г. Дудинки (Красноярский край).

Наиболее мощные источники ЭМП на данном объекте – главная понизительная подстанция ГПП-6/0,4 кВ, локальная подстанция 6/0,4 кВ действующей насосной станции, здание насосной станции и ЛЭП 6 кВ. Измерения ЭМП проводились с помощью прибора ВЕ-метр-АТ-003. Замеры выполнялись вблизи указанных наиболее мощных источников ЭМП в 10 контрольных точках на нормативных высотах 1,8 м и 1,5 м над поверхностью земли.

Установлено, что напряженность электрического поля изменяется в пределах от незначительной, на уровне пороговой чувствительности измерительного прибора (менее 0,01 кВ/м) вблизи ЛЭП до 0,9 кВ/м на расстоянии 0,5 м от трансформатора локальной подстанции. Напряженность магнитного поля изменяется в пределах от 0,7 А/м вблизи ЛЭП до 3,8 А/м на расстоянии 0,5 м от северной стороны здания главной понизительной подстанции.

С учетом критериев санитарных норм и правил, устанавливающих предельно допустимые уровни напряженностей электрического и магнитного полей [5-7], измеренные характеристики ЭМП на данном объекте не превышают нормативных значений.

Несмотря на очевидность отсутствия опасности от воздействия ЭМП на исследуемом объекте, данное исследование оказалось полезным с точки зрения информирования населения о несущественной интенсивности ЭМП, создаваемых этим объектом.

## Литература

1. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz to 100 kHz) // Health Physics. 2010. Iss. 6. P. 818–836.

2. Полоусова Е.П. О планировании натуральных измерений электромагнитных полей промышленной частоты в рамках инженерно-экологических изысканий // Вестник МГОУ. Сер. «Естественные науки». 2010. № 3. С. 128–129.

3. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М.: Госстрой РФ, 2012. – 110 с.

4. Лазорина Е.П. Некоторые результаты натуральных измерений электромагнитных полей на электроподстанции Уча (Московская область) // Материалы международной научно-технической конференции «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». Кн. 10. – М.: МГТУ «МАМИ», 2010. С. 69–71.

5. СанПиН 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты». – М.: Минздрав СССР, 1984.

6. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. – М.: Минздрав РФ, 2003.

7. ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. – М.: Минздрав РФ, 2007.

## ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦ В ТОЧКЕ БУРЕНИЯ.

**Чернышев С.Н., Кривогузов А.А.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

При инженерно-геологических изысканиях допускаются различные погрешности в оценке физико-механических и фильтрационных характеристик грунтовых массивов. Природа этих погрешностей различна. Часть из них связана с неоднородностью геологической среды, часть с несоответствием физической модели экспериментального процесса и прогнозируемого процесса при строительстве (методическая погрешность), часть с неточностью измерений при эксперименте. Эти погрешности в какой-то мере исследованы и учитываются в коэффициентах запаса по грунту при геомеханических расчётах. Менее исследованы погрешности определения структурных элементов массива. В данной статье мы рассматриваем общий вопрос о точности фиксации геологической границы между грунтами в точке бурения.

Геологические границы на инженерно-геологических разрезах служат базой для принятия проектных решений по конструированию подземной части здания или сооружения. Так длина свай-стоек, опираемых на скальные грунты, определяется по абсолютной отметке кровли скального грунта. Совершенный горизонтальный дренаж проектируется на уровне подошвы водоносного слоя и кровли подстилающего водупора. Нужны точные данные о границах для прогноза инженерно-геологических процессов в основаниях сооружений и окружающей геологической сред. Например, расчет осадки здания по методу послойного суммирования требует точного определения положения границ между слоями с существенно разными модулями деформации. Проектировщики закладывают коэффициент запаса по грунту для обеспечения надежности расчёта ввиду погрешностей в лабораторных и полевых экспериментах при определении расчётных характеристик грунтов. Границы, проведенные изыскателями на разрезах, при этом принимаются за абсолютно точные. Однако при проведении геологических границ изыскатели неизбежно допускают ряд погрешностей. Ошибки в построении разрезов выявляются при авариях сооружений, в лучшем случае, при вскрытии котлованов. В этих случаях составляются акты о несоответствии изыскательской документации реальному разрезу. Так при строительстве Усть-Илимского ЛПК (лесопромышленный комплекс) под вращающуюся башню высотой около 100 м с площадью основания 15x15м было пробурено 5 скважин: одна по оси башни и четыре по углам квадрата. Все скважины на глубине от 3 до 5 м вскрыли сохранный скальный грунт долерит, который бурить всухую чрезвычайно сложно, а бурение с промывкой не было организовано ввиду отсутствия воды на площадке и трудности подвоза. По долериту прошли по 20-30 см на каждой скважине. При

вскрытии котлованом на 70% площади основания скальные грунты отсутствовали. Дополнительными скважинами они были встречены на глубине до 8 м. Строительство было задержано на 2 месяца для доразведки, проектирования и согласования нового проекта ответственного сооружения. Объективно это случилось потому, что площадка попала в зону контакта трапповой интрузии с песчано-глинистыми отложениями карбона, которые оказались разрушены выветриванием до состояния дисперсных грунтов. Встреченные при изысканиях долериты оказались апофизами (застывшие тонкие струи магмы, углубившиеся на несколько метров во вмещающие породы от массива интрузии). К ошибке при чрезвычайно сложных инженерно-геологических условиях в элювиированных грунтах привела необеспеченность изыскателей необходимым в данном случае буровым оборудованием.

Погрешности проведения геологических границ на разрезах складываются из погрешности определения геологической границы в точке бурения скважины и погрешности при построении разреза по данным буровых колонок. Все погрешности допущенные в точке бурения скважины содержатся в совокупности на колонке буровой скважины, характеризующей геологическое строение по оси скважины.

Колонка буровой скважины представляет собой первичный документ, который ложится в основу построения геологического разреза. Погрешность, допущенная при построении колонки, как правило, без изменения переходит на разрез. Лишь грубые ошибки в геологической индексации или определении уровней подземных вод могут быть замечены при построении разреза и исключены. Например, под песками пойменного аллювия могут лежать пески речной террасы. При описании керна скважины они могут быть объединены в один слой. В колонке подошва пойменных отложений окажется на несколько метров ниже, чем в натуре. Такая ошибка может быть выявлена и исправлена в ходе камеральной обработки при наличии нескольких скважин, вскрывающих подошву пойменного аллювия. В практике изысканий не редко встречается грубая ошибка в определении уровня подземных вод в точке бурения. Она типична для случая, когда водоносный горизонт располагается в слабопроницаемой горной породе или стенка скважины в интервале водоносного горизонта глинизирована шламом. После подъема бурового инструмента уровень воды в скважине при этом восстанавливается медленно. Буровая бригада, иногда приступает к следующей операции, не дождавшись полного подъема воды, а в буровом журнале появляется запись об уровне с грубой ошибкой, которая выявляется при камеральном построении разреза, но не может быть корректно исправлена.

По многолетнему опыту работы одного из авторов, в материалах изысканий встречаются и преднамеренные грубые искажения фактического положения геологических границ при бурении скважин, которые нельзя именовать ни погрешностями, ни даже грубыми ошибками. Они связаны со сложившимися в советское время нормами оплаты труда буровой бригады в зависимости от

пройденных метров скважины и категории буримости горных пород. Например, в г. Братске при разведке в конце 1950-х годов карьера инертного гравийно-галечного материала методом ручного бурения, мощность полезного слоя была завышена на несколько метров по всем скважинам разведочной сети с целью получения заработка буровой бригадой, так как проходка по гравийно-галечным отложениям особенно хорошо оплачивалась. Строительный материал был всесторонне исследован в лаборатории НИС Гидропроекта (научно-исследовательский сектор) и признан отличным наполнителем для бетона высотной гравитационной плотины на Ангаре. Когда к карьере проббили дорогу через тайгу, свели лес, сняли вскрышу и поставили крупно ковшовый экскаватор, то он ковшом ударил о скалу. Выяснилось, что он не может взять гравмассу, так как её там менее метра. В данном случае преступное искажение информации повлекло за собой серьёзные административные взыскания, потребовало затрат для перехода на другой инертный материал для бетона плотины. Пришлось разведать месторождение скального грунта, спроектировать и построить завод для дробления долерита на щебень. Нам известен и другой подобный случай грубого искажения геологического разреза в документах изысканий. Такие «погрешности» должны быть исключены из практики изысканий и здесь не рассматриваются.

В отличие от грубых ошибок неизбежные случайные погрешности при бурении и документации скважин необходимо изучить, выработать рекомендации по их минимизации и учёту при построении инженерно-геологических разрезов. В отчёте по результатам инженерно-геологических изысканий следует указывать точность проведения геологических границ. Точность для границ разных генетических типов будет различной. Она так же может снижаться сверху вниз по разрезу ввиду наличия скважин разной глубины.

Ниже приводим составленный нами перечень случайных погрешностей разного происхождения, имеющих место при бурении скважин:

1) Погрешность геодезической привязки планового и высотного положения устья скважины.

2) Погрешности измерения глубины границы при бурении, которые связаны с неточностью измерительного инструмента - метра, погрешностью отсчёта по метру, погрешностью арифметического суммирования длин штанг, опускаемых в скважину.

3) Погрешность, вызванная отклонением ствола скважины от вертикали.

4) Погрешность, вызванная деформацией и разрушением керна при бурении, поскольку вымываются промывочной жидкостью слабые прослои, а в зонах дробления перемалывается щебенистый материал и условно увеличивается в описании и колонке длина сохранного грунта, иногда полностью пропускают размываемый слабый слой небольшой мощности.

5) Погрешности при условном по лабораторным анализам либо субъективном проведении границы слоёв в случае постепенного перехода от одной литологической разности к другой внутри одной геолого-генетической толщи.

Итак, случайные ошибки, которые неизбежно присутствуют в профессионально выполненной работе по привязке, проходке, описанию скважин существенно сказываются на точности проведения границ на инженерно-геологическом разрезе. Их дальнейшее исследование актуально.

### Литература

1. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания: учебник/ Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. – М.: КДУ, 2007. – 424 с.
2. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерения. Изд. 2-ое. - Ленинград: Наука. 1967. 88 с.
3. Оценка точности определения водопроницаемости горных пород/ Ильин Н.И., Чернышев С.Н., Дзекцер Е.С., Зильберг В.С. Академия Наук СССР, Госстрой СССР. М.: изд. Наука. 1971, 150 с.
4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
5. Черняк Э.Я. Об экспертизе изысканий – хорошей и разной. Инженерные изыскания № 1, 2009 г.
6. Чернышев С.Н. Трещины горных пород/ Академия наук СССР. М.: Наука. 1983, 240с.
7. Чернышев С.Н., Кривогузов А.А. Изменение погрешности интерполяции при построении геологической границы на разрезе в зависимости от расстояния между скважинами// Сб. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы в строительстве. II Потаповские чтения. Сборник докладов межкафедрального круглого стола в рамках Внутривузовской научной-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов за 2015-2016 учебный год «Дни студенческой науки» (18.03.2016) и XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» (28.04.2016). М.: МГСУ, 2016. С. 169

## НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

**Бакалов А.Ю., Демидова А.А.**

*(НИУ МГСУ, г. Москва)*

До начала строительства Олимпийских объектов, территория Имеретинской низменности широко использовалась под сельскохозяйственные угодья. На 80% территория представляла собой мелиоративную систему с открытой дренажной сетью. Для отвода избыточных вод был использован опыт древнего освоения Колхидской низменности. Здесь применялась оригинальная система регулирования водного режима почв - "квали". Это своеобразный техногенный микрорельеф в виде "шифера" (чередование насыпных повышенных полос шириной 20-35 и длиной от 200 до 800 м ограниченных по ширине мелкими, глубиной 40-70 см открытых дренажных канав. При экстремальных осадках такая система позволяла быстро отводить избыточную воду и не давать ей застаиваться [1]. Более крупные сбросные каналы были облицованы железобетонными плитами которые сбрасывали поступившие воды в реки Мзымта и Псоу, либо до насосных станций, которые перекачивали ее в акваторию моря. Перед началом "олимпийского" этапа освоения территории мелиоративная система была практически в нерабочем состоянии: откосы каналов были обрушены, днища заилены и, местами, заросли кустарниковой растительностью, сток в каналах практически отсутствовал.

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 слабых грунтов (лагунные глинистые и заторфованные грунты пластичной и текучей консистенций). Модуль деформации перечисленных грунтов основания находился в пределах 0,3-1,9 МПа [2,3]. Широкое распространение заболоченных земель и подтопленных территорий. Высокая сейсмическая активность района. Сложная ситуация в прибрежной зоне, за счет активной абразии берега. Сложные гидрогеологические условия: водоносные горизонты выделяются в аллювиальных, ундуллювиальных и морских отложениях четвертичного и неоген-палеогенового возраста. Практически повсеместное и круглогодичное присутствие верховодки.

Основными мероприятиями инженерной защиты являлись отсыпки значительной части территории (до 70%) песчано-гравийной смесью с подъемом отметок поверхности до уровня 2,5 -3,5 м с одновременной закладкой горизонтального дренажа. Основные характеристики грунтов в теле насыпи: коэффициент фильтрации не менее 2м/сут, содержание глинистых частиц не более 10%, коэффициент уплотнения не менее 0,95. Такое значение коэффициента фильтрации принято исходя из оценки эффективности превышения напора



между дренами (кольцевые и дрены-прорези) при расстоянии между ними 100м. Кроме того, при расчете баланса, учитывалось инфильтрационное питание за счет техногенного воздействия.

Была проведена укладка ливневой канализации и строительство новой дренажной системы (горизонтальный закрытый трубчатый дренаж с фильтровой обсыпкой и локально лучевой горизонтальный дренаж, а также нагорные каналы, магистральные дренажные коллекторы, насосные станции и очистные сооружения).

Укреплена прибрежная зона для уменьшения негативного влияния абразионных процессов (особенно в зонах каньонов Константиновский и Новый).

К опасным инженерно-геологическим процессам, имеющим наибольшее развитие, на территории Имеретинской низменности, отнесены затопление и подтопление территории, абразионная деятельность, а также суффозия.

К основным факторам, определяющим формирование и развитие подтопления, относятся: плоский с западинами и затрудненным стоком рельеф; большое количество выпадающих атмосферных осадков; широкое развитие верховодки; разгрузка напорных и субнапорных подземных вод из нижележащих морских отложений, которые, в свою очередь, пополняются за счет разгрузки аллювиальных водоносных горизонтов из Мзымты и Псоу, а также за счет поверхностного притока с нагорных территорий и инфильтрации техногенных вод. Затопление территории происходит в прибрежной зоне в результате существенного подъема уровня воды в море при нагонных явлениях, а также в связи с паводками рек Псоу и Мзымта, и интенсивностью сгонно-нагонных явлений, зависящих от господствующих ветров.

Проведены мероприятия инженерной защиты Имеретинской низменности. Построены уникальные олимпийские объекты прибрежного кластера. Успешно завершились Олимпийские игры 2014 г. К сожалению, так и не были проведены работы по восстановлению режимной сети наблюдательных гидрогеологических скважин, 99% которых в период строительства объектов инженерной защиты была выведена из строя. Из сети режимных скважин на территории Имеретинской низменности сохранилась только одна скважина № 59 в прибрежной зоне в районе насосной станции. Не удалось провести восстановительные работы наблюдательной сети, что позволило бы значительно повысить эффективность мониторинга и принятие экстренных мер по предотвращению проявления негативных процессов.



**Рис. 1. Плавное оседание дорожного полотна (до 1,2м) в результате остаточной консолидации грунтов основания.**

Достаточно привести примеры разуплотнения грунтов дорожного полотна в различных точках освоенной Имеретинской низменности (Рис.1). И это только дорожная сеть. В силу "закрытости" объектов в настоящее время отсутствует возможность наблюдений за другими инженерными сооружениями прибрежного кластера.

### **Литература**

1. Антошкина Е.В., Молочников Н.Р. Геоэкологические аспекты хозяйственного освоения Имеретинской низменности// Геология, география и глобальная энергия. 2012.№2. С.154-158.
2. Рубцов О.И. Новые методы улучшения деформационных свойств слабых оснований. Изд-во АСВ.М.2017.200с.
3. Жмаков Г.Н., Дильман Р.В., Панков С.И. Защита Имеретинской низменности от подтопления поверхностными стоками/Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 4. С. 55-61.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Крапильская Н.М.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния окружающей среды [1]:

- определение метеорологических характеристик: интегральные характеристики влажности, характер облачности;
- контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
- определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;
- обнаружение крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;
- контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
- обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;
- выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;
- регистрация дымовых шлейфов от труб;
- мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
- обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;
- контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

Для контроля параметров загрязнения окружающей природной среды дистанционными методами используются основные виды аэрокосмических съемок: оптическая фотосъемка, телевизионная, инфракрасная, радиотепловая, радиолокационная, радарная, многозональная.

Спутниковая информация, принимаемая и обрабатываемая наземными станциями, служит основой для повседневного оперативного контроля над состоянием окружающей среды. С их помощью создается система геоэкологического мониторинга региона, в частности, можно осуществить контроль за сохранением границ водоохранных и санитарных зон при отводе земель и рубке леса в регионах, а также за целевым использованием земельных ресурсов.

Фотографические съемки: аэро- и космифотосъемка (АФС и КФС) в настоящее время - самый универсальный и наиболее широко используемый вид дистанционного зондирования природной среды.

Эффективность применения фотосъемок связана с высокой степенью пространственного и спектрального разрешения, что имеет особую важность в

определении закономерностей пространственно-временного изменения природных и техногенных условий эксплуатации и технического состояниях хозяйственных объектов.

Материалы КФС целесообразно применять для решения следующих основных задач:

- уточнения расположения известных и выявления новых разрывных нарушений, оказывающих влияние на распределение и формирование эндогенных и экзогенных процессов;

- уточнения границ полей распространения формаций горных пород, геолого-генетических комплексов;

- выявления и детализации крупных очагов распространения экзогенных геологических процессов (заболачивание, оползни и др.);

- выявления изменений элементов окружающей среды под влиянием техногенных воздействий;

- уточнения и обновления интерпретации ранее составленных карт.

Полнота и объем информации, получаемой с космических и аэрофотоснимков, зависят от их разрешающей способности, определяемой освещенностью объектов, их яркостью, спектральными характеристиками, интервалом яркостей, оптическими свойствами объектива, техническими характеристиками фотопленок, масштабом съемки [2].

Для решения задач мониторинга окружающей среды наибольшая информация может быть получена при комплексном использовании черно-белых, цветных и спектральных пленок.

Многозональная съемка - фотографирование местности одновременно несколькими фотокамерами в различных спектральных диапазонах.

Наиболее информативными зонами для решения задач мониторинга окружающей среды является зеленая и красная-инфракрасная. В зеленом канале четко видны участки переувлажненных грунтов, лишённые растительности. В красной-инфракрасной зоне четко дешифрируется поверхностное обводнение, границы раздела вода-суша. Во 2-м канале МКФ-6М хорошо дешифрируются эрозионные процессы.

Нефотографические виды съемки (тепловая инфракрасная, микроволновая, телевизионная, радиолокационная, сканерная и др.) – это специальные съемки, позволяющие решать более узкий круг специфических задач [3].

Тепловые съемки применяются для изучения проявлений геодинамических и гидрогеологических процессов, связанных с увлажнением, водонасыщением и переносом тепла (обводнение, заболачивание, таяние мерзлоты и т.д.). Такие участки обнаруживаются на тепловых снимках по тепловым аномалиям.

Телевизионную (ТВ) съемку с искусственных спутников Земли (ИСЗ) целесообразно применять для контроля за развитием геодинамических процессов в районе прокладки трасс трубопроводов, обнаружения и оценки масштабов крупных аварийных ситуаций. ТВ-съемка с ИСЗ обеспечивает оперативное и периодическое получение изображений большой обзорности на одну и ту же территорию.

Радиолокационная съемка (РЛС) основана на использовании отражения зондирующих сигналов, излучаемых передатчиком РЛС от земной поверхности. Материалы РЛС применяют для создания и обновления топографических и тематических карт, а также для анализа суши и водного пространства. Радиолокационные станции бокового обзора метрового диапазона дают возможность подпочвенного зондирования на глубину до 2 м, что позволяет получить информацию о карстовых явлениях и др.

Лазерная съемка основана на свойствах лазера давать мощное излучение в узких зонах спектра. Ее применяют для получения изображений поверхности местности (в том числе в ночное время), поиска утечек перекачиваемого продукта, оценки загрязнения местности и воздушного бассейна.

### **Литература**

1. Горшков М. В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. 313с.
2. Варганов А.З., Рубан А.Д., Шкурятник В.Л. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг. М.: 2010.- 640с.
3. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем - М.: Наука, 1984. - 320 с.

## **ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

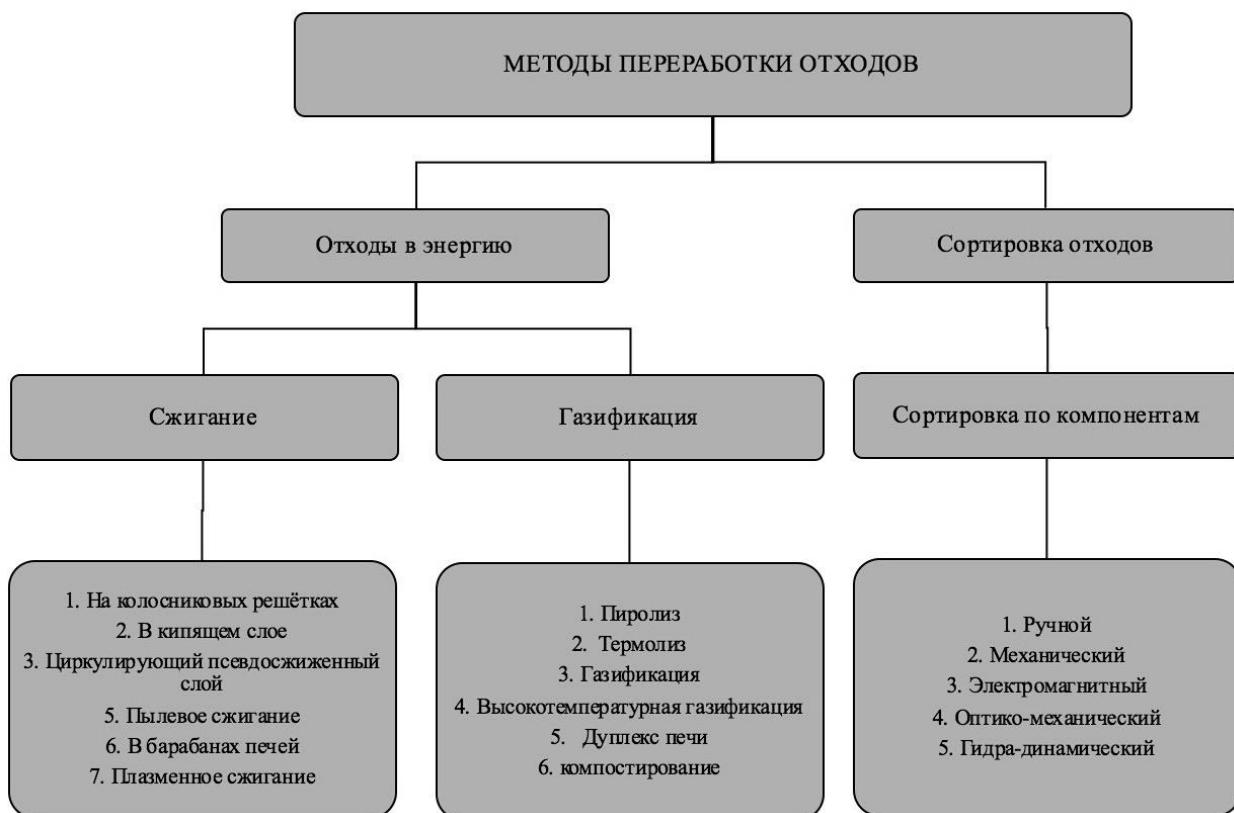
**Аканов А. В.**  
(НИУ МГСУ, г. Москва)

В настоящее время остро стоит проблема обращения с отходами производства и потребления. Согласно документам стратегического планирования РФ [1], необходимо развитие инфраструктуры по отдельному сбору, обеспечение утилизации (использованию), обезвреживанию и экологически безопасному размещению твёрдых коммунальных отходов (ТКО). Одним из путей решения этой проблемы является строительство и развитие межмуниципальных объектов по утилизации (использованию) ТКО, объектов по обезвреживанию ТКО для получения тепловой и электрической энергии, а также для получения метана при обработке органических компонентов, входящих в состав ТКО. Особенно бурное развитие комплексов по переработке ТКО предполагается в Москве и Московской области [2]. Однако для эффективного функционирования подобных комплексов по переработке необходимо подобрать оптимальные решения, с учётом местных особенностей.

Проведен анализ используемых технологий по переработке отходов с целью систематизации и выявления оптимальных технологических решений, обеспечивающих переработку твёрдых коммунальных отходов ТКО.

Целью переработки отходов является извлечение максимального количества полезных компонентов или ресурсов пригодных для вторичного использования из состава ТКО. В настоящее время существует два основных подхода при переработке ТКО: сортировка отходов и Waste to Energy (WtE) – «отходы в энергию» [3].

Суть подхода сортировки заключается в извлечении из несортированного потока ТКО полезных компонентов: целлюлозы, цветных и черных металлов, разнообразных пластиков, стекла и другие компоненты, пригодных для вторичного использования после их переработки на узкоспециализированных предприятиях. Различают следующие виды сортировочных линий по принципу работы: механические, электромагнитные, ручные и оптико-механические, гидродинамические (рис.1.). Сортировочные линии проектируются по принципу последовательных блочно-модульных систем конвейерного типа, каждый модуль которого отвечает за определённый этап процесса сортировки [4].



**Рис. 1. Существующие методы переработки отходов.**

Параллельно с методом сортировки отходов можно осуществлять метод Waste to Energy (WtE). Последний состоит в том, чтобы преобразовать отходы в энергию как в тепловую, так и в электрическую. При этом попутно можно выделять полезные компоненты для внедрения их в хозяйственный оборот [5]. Метод Waste to Energy (WtE) разделяется на две основные группы: прямое сжигание и газификация [6, 7] (рис.1). Все перечисленные технологии способны перерабатывать ТКО в промышленных объёмах с допустимыми значениями по выбросам в окружающую среду.

Прямое сжигание отходов, как и их газификация осуществляется различными способами. Технологии прямого сжигания отходов можно охарактеризовать тем, что процесс разложения происходит под воздействием температуры. В настоящее время самым распространённым методом переработки ТКО является именно прямое сжигание [8]. Можно выделить следующие виды прямого сжигания: на колосниковых решётках, в кипящем слое, циркулирующий псевдосжиженный слой и пылевое сжигание. Эти способы отличает наличие открытого горения. Ко второй группе технологий по переработки отходов относится – газификация. Эта группа в свою очередь делиться на подгруппы по сути своей представляющие разные способы разложения отходов с выделением из них горючих газов. Если рассмотреть методы газификации, то следует отметить такие способы как: получение биогаза, пиролиз, термическая газификация (термолиз), дуплекс печи [9]. В качестве отдельной подгруппы сле-

дует рассматривать компостирование, которое представляет собой технологию переработки отходов, основанной на их естественном биоразложении. Данная технология широко применяется для переработки органических отходов. Компостирование осуществляется, как для пищевых отходов, так и неразделённого потока ТКО. В нашей стране этот вид не получил широкого распространения. Одной из причин является низкая среднегодовая температура, из-за чего существенно возрастают затраты на собственные нужды. Отсутствие спроса на органические удобрения, произведённые из отходов, даже в регионах с развитым сельским хозяйством, что приводит к низкой рентабельности. Значительные площади на отчуждаемые территории из-за длительного процесса брожения, а также из-за повышенной опасности выхода в атмосферу метана.

Основными недостатками, связанными с эксплуатацией существующих мусоросжигательных заводов (МСЗ) работающих по технологиям прямого сжигания и газификации являются:

- Диоксины и фураны - продукты выбросов МСЗ. При прямом сжигании эти токсические вещества выбрасываются в окружающую среду. Данные соединения весьма стойки и могут не разлагаться длительное время. На клеточном уровне действие диоксинов сравнивают с последствиями радиационного облучения. Экосистемы начинают разрушаться уже при содержании нескольких наногرامмов на килограмм почвы и литр воды. Это приводит к необходимости соблюдения весьма жёстких требований, которые довольно низкие в РФ.

- Пыль, соединения тяжёлых металлов, оксиды углерода (СО), двуокись серы (SO<sub>2</sub>), оксиды азота (NO<sub>x</sub>) и пр. Среди тяжёлых металлов наиболее опасны: свинец, кадмий, сурьма, медь, цинк, хром и ртуть.

- Наличие несгоревших углеводородов (как продуктов неполного химического сгорания), так и механический недожог в виде золы.

- Твёрдые отходы, накапливаемые в золошлакоотвалах.

Так, например, один МСЗ, работающий по традиционной технологии, производительностью – 300 000 т отходов/год производит около 100 000 т твёрдых шлаков. Их захоронение является весьма сложной экологической и экономической проблемой [10]. Все перечисленные недостатки, возможно, устранять или минимизировать средствами инженерной защиты и применением специальных фильтрующих элементов уходящих газов.

Сравнение технологий приведено в таблице 1 с указанием количественных и качественных показателей, на основе рассмотрения объектов аналогов. Установлено, что наиболее эффективным при применении технологий прямого сжигания является генерация тепловой энергии, а при газификации электрической. При сравнительно одинаковых площадях застройки, размер санитарной защитной зоны (СЗЗ) у технологий газификации значительно меньше.



## Технологии переработки ТКО и их сравнительные характеристики.

Таблица 1

№	Наименование технологии	Краткое описание	Преимущества	Недостатки	Удельные капитальные вложения (\$/т*год установленной мощности)	КПД установки в %	Площадь застройки (Га/тонн установленной мощности)	Отчуждаемые территории (Га/т установленной мощности)	Объект аналог
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Слоевое сжигание ТКО в печах с колосниковыми решётками	Для сжигания характерна подача горячих воздушных потоков на слой отходов, загруженный на колосниковую решётку, (с воздушным охлаждением)	простота процессов, обработка технологий	Не обеспечивает стабильное горение, сложно поддается регулированию, не газифицируется, требует доп. топливо	250-600	22% э + 56% тепло	4	6	МСЗ-3
2	Слоевое сжигание ТКО (RDF) в колосниковых печах	Калорийность топлива более 13,5 Мдж, водяное охлаждение решётки	Высокая энергетическая эффективность и надёжность с точки зрения газоочистки	Жёсткие требования к качеству ТПО, обязательная подготовка топлива	500-800	до 40% э (в режиме пар-пар) + 43% тепло	5	6	Клайпеда МСЗ
3	Слоевое сжигание в барабанных обжиговых печах цементных заводов	Измельчённое топливо через кальцинатор подаётся в обжиговую печь и там сжигается, зола фактически является клинкером	При наличии собственно подходящего цементного завода минимальные затраты	Зачастую необходима существенная реконструкция цементного завода, и достройка очистных сооружений	60-180	-	1	8	Уралцемент Челябинская область

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Технология кипящего слоя	В технологии псевдоожиженного слоя отходы предварительно разделяют на гомогенные фракции, а затем сжигают в специальных камерах	Этот способ позволяет снизить эмиссию токсичных веществ при сгорании, Применяется для утилизации в т.ч. илов.	необходима запальная горелка, долгий процесс расхолаживания	400-700	18-20%э + 50% тепло	3	6-8	Водоканал СПб МСЗ (Bamag)
5	Слоевое сжигание ТКО в печах с колосниковыми решётками	Для сжигания характерна подача горячих воздушных потоков на слой отходов, загруженный на колосниковую решётку, (с воздушным охлаждением)	Простота процессов, обработка технологий	Не обеспечивает стабильное горение, сложно поддается регулированию, не газифицируется, требует дополнительное топливо	250-600	22% э + 56% тепло	4	6	МСЗ-3
6	Получение биогаза	Метановое разложение биомассы происходит под воздействием бактерий. Конечный продукт может быть метан или водород.	Хорошо подходит для утилизации отходов животноводческих хозяйств	Разное качество получаемого топлива, невозможно выстроить непрерывный цикл, требуется сортировка отходов, требует катализаторов.	150-250	до 20%э, + 50% тепло	4-6	1,3-1,6	Установка в Белгородской области

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Пиролиз	В результате нагрева отходов в бескислородной среде образуются жидкости и газы с высокой удельной теплотой сгорания, которые используют в качестве топлива	Высокая рентабельность при утилизации высоко опасных отходов	Не возможна выработка энергии в едином производственном цикле, высокая зависимость от сырья	200-400	до 25%э + 50% тепло	3	0,8-0,9	Установка в городе Глазово
8	Термическая газификация	Термолиз представляет разогрев топливной массы в присутствии кислорода	Непрерывный производств. цикл, высокая степень переработки, универсальность топлива	Требуется перенастройка оборудования для перехода на другой вид отходов	250-450	до 20%э, + 55% тепло	3	0,5-0,6	Установка в п. Тотанино, Челябинской области
9	Дуплекс печи	Совмещает в себя два процесса - газификации на колосниках и последующего дожёго во вторичной камере	Энергоэффективный процесс при высокой эргономике	Капиталоёмкое решение, активное внедрение которого начало относительно недавно	600-900	до 35%э + 50% тепло	2	4	Глазго, Шотландия, All-energy

Анализ методов по переработке отходов показал, что в настоящее время существуют два основных подхода по переработке ТКО: сортировка и «отходы в энергию». Каждый из них не является самостоятельным, поэтому при выборе технологических решений необходимо концентрировать внимание на возможности их комбинировании, с учётом полного жизненного цикла объекта по переработке ТКО.

В дальнейшей работе предлагается расширить банк данных по объектам переработки ТКО с целью создания эколого-экономической методики оценки размещения комплексов по переработке ТКО с учётом полного жизненного цикла.

## Литература

1. Стратегия обращения с твёрдыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации, утверждённую приказом Минприроды России от 14 августа 2013 г. № 298
2. Арустамов Э.А. Обращение с отходами и создание мусоросжигательных заводов в России и Московской области. Отходы и ресурсы. 2018. Т.5. №2. С. 3.
3. Хмельченко Е.Г. Проблемы утилизации твёрдых коммунальных отходов в российской федерации и пути их решения. Муниципальная академия. 2018. № 2. С. 110-114.
4. Польшгалов С.В. Систематизация технических и технологических решений по сортировке твёрдых коммунальных отходов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 2 (26). С. 17-31.
5. Фазлыев Р.Ф. Переработка и вторичное использование твёрдых коммунальных отходов. опыт западных стран. В сборнике: Энергия науки Электронный сборник материалов VII Международной студенческой научно-практической Интернет-конференции. 2017. С. 1221-1223.
6. Попов Д.В., Современные методы утилизации ТБО (твёрдых бытовых отходов). В сборнике: Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ Материалы международной научно-практической конференции. Сборник статей. 2017. С. 334-336.
7. Михайлова Н.В. Термическое обезвреживание отходов. в поиске осуществимых решений. Твёрдые бытовые отходы. 2009. № 3 (33). С. 14-20.
8. Тарасова П.С., Христинич В.Г., Галаева В.А., Пацук А.С. Высокотемпературная переработка ТКО в Люберецком районе Московской области. В сборнике: International scientific review of the problems and prospects of modern science and education XLI. International scientific and practical conference. 2018. С. 32-34.
9. Хопёрский Р.И., Бондаренко А.В. Энергетическая утилизация ТКО методом среднетемпературного пиролиза. В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии – 2018. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 214-216.

10. Фоменко А.И. К проблеме утилизации твёрдых коммунальных отходов. В сборнике: Интеграционные процессы мирового научно-технологического развития Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. 2017. С. 173-176.

## **ВАЛОВЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ СУРА-СВЯЖСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**Кузнецова О.Г.**  
(НИУ МГСУ)

Исследования проводились на территории западного склона Сура-Свияжского междуречья Приволжской возвышенности. Территория располагается между реками Сура и Свияга. Река Сура образует несколько пойменных террас, озер стариц. Рельеф местности испещрен балками и оврагами.

В качестве объектов исследования были выбраны ненарушенные ландшафты, находящиеся на территории Государственного природного заповедника «Присурский». Охранный режим на его территории позволяет считать техногенное воздействие здесь минимальным и условно принять за эталонные [4]. Безусловно, полностью идентичные условия миграции и концентрации химических элементов на однородной территории принять за эталонные проблематично, так как каждый биогеоценоз уникален и не имеет аналогов. Техногенез, как процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов, сегодня становится основным средообразующим фактором. В настоящее время очевидно уже не осталось исследователя, который бы не учитывал размах этого феномена, меняющего геологический длительный ход развития Земли и ее биосферы [5]. За последний геологический ничтожный промежуток времени на земной поверхности и в биосфере произошли очень серьезные изменения ландшафта и рельефа, нарушающие природное равновесие. Едва ли когда-либо в предыдущую геологическую эпоху экзогенные силы вызывали изменения аналогичного масштаба за столь короткий промежуток времени. Не хватает фантазии вообразить себе, к чему мог бы привести этот процесс, допустим через один миллион лет. Пока же интенсивность изменений на наших глазах все возрастает [5].

Химический состав является весьма важной геохимической характеристикой ландшафта, наследующей историю геологического развития территории.

Валовый состав почвообразующих пород во многом определяет содержание химических элементов в почвах и растениях. Результаты валового анализа почв и почвообразующих пород района исследования представлены в таблице 1.

Результаты исследования химического состава свидетельствуют о высоком содержании кремнезема, особенно в почвообразующих породах автономных ландшафтов (до 93,61%). В геохимических подчиненных супераквальных ландшафтах зарегистрировано увеличение количества кремнезема с глубиной почвенного профиля, максимальная концентрация в иллювиальном горизонте – 66,53%. Разница связана с различным содержанием кремнезема в почвообразующих породах.

**Результаты валового химического анализа, %**  
**(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ор-  
дена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.  
Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН),02.06.08; аналитик Рощина  
И.А.)**

**Таблица 1**

Место взятия пробы, ландшафт	Гори-зонт	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Пойменная дерновая									
пойма о.Кулю-кары	A <sub>1</sub>	56,85	12,60	7,03	0,147	1,71	1,65	0,63	2,13
	B	58,55	13,12	7,16	0,106	1,64	1,41	0,59	2,01
	BC	62,16	12,77	7,32	0,071	1,43	1,25	0,67	1,91
Дерновая почва центральной поймы									
пойма о.Щучье	A <sub>1</sub>	57,70	12,93	6,86	0,069	1,53	1,28	0,64	2,06
	B	66,53	11,42	6,27	0,066	1,24	1,11	0,56	1,57
	BC	63,47	11,74	8,89	0,335	1,29	1,09	0,47	1,35
Супесчаная дерново-слабоподзолистая иллювиально-железистая на аллювиальных песках средне-нижнечетвертичного возраста									
Ельник - зелено-мошник вершины холма	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	86,55	5,31	0,87	0,011	0,27	0,19	0,49	0,96
	B	82,06	6,79	2,31	0,014	0,45	0,24	0,53	1,01
	D	93,61	2,25	1,09	0,013	0,11	0,15	0,34	0,52
о.Кулюкары, ил	h=1 м от берега	53,79	12,41	6,90	0,072	1,56	2,34	0,56	2,08
	h=2 м	54,36	13,09	7,09	0,077	1,63	1,70	0,52	2,19
	h =3,2 м	51,29	13,33	7,72	0,110	1,66	1,47	0,48	2,17
О. Щучье, ил	h=5 м	52,27	13,71	9,05	0,096	1,50	0,92	0,47	2,09
	h =8,7 м	50,12	13,29	9,26	0,138	1,42	0,94	0,39	1,92

Продолжение таблицы 1

Верховое болото. Сфагнум. Зола.		69,01	12,16	3,64	0,023	0,70	4,86	0,81	1,15
d=0,0001 мм О. Щучье, пойма	C	48,14	15,73	12,78	0,075	1,80	1,68	0,26	1,46
d=0,0001 мм ельника-зеленомошника вершины холма	D	43,20	18,06	9,53	0,021	1,16	0,40	0,38	1,75
d=0,1 мм о.Щучье, пойма	BC	77,66	6,13	5,96	0,554	0,62	0,57	0,36	0,85
d=0,1 мм ельника-зеленомошника вершины холма	D	91,21	3,20	1,77	0,014	0,13	0,16	0,32	0,50

В иллювиальном горизонте содержание большинства оксидов возрастает. Происходит иллювиальное накопление. Оксиды алюминия составляют значительную долю от суммы всех полуторных оксидов (около 75%). Супесчаные почвы автономных ландшафтов характеризуются бедностью минеральных веществ, на долю которых приходится не более 10 % от общей массы. Процесс подзолообразования выражен слабо.

Пойменные почвы отличаются повышенным содержанием оксидов алюминия (до 13,12% в иллювиальном почвенном горизонте), железа (до 8,89% в почвообразующей породе), марганца (до 0,335% в материнской породе) и кальция (1,65 % в гумусово-аккумулятивном почвенном горизонте).

Нами определен валовый химический состав минеральной (d=0,1 мм) и илистой фракции (d=0,0001 мм) почвообразующей породы супераквального и



автономного ландшафтов (см. табл. 1). Из данных таблицы видно, что накопление элементов происходит в тонкодисперсной почвенной фракции. Оно более выражено в пойменных почвах супераквальных ландшафтов, что связано с их геохимической зависимостью от расположенных гипсометрически выше автономных ландшафтов.

Почвенные образцы, собранные на верховом болоте, характеризуются повышенным содержанием большинства оксидов. Количество кремнезема составляет 69,01%. Верховые болота являются геохимически независимыми ландшафтами, источником поступления и накопления минеральных веществ в них, в основном, является атмосфера.

Как известно, железо является типоморфным элементом ландшафтов смешанных лесов [3]. В природных условиях формы нахождения железа весьма чувствительно реагируют на изменения окислительно-восстановительных и кислотнo-щелочных условий, и по этой причине являются выразительными индикаторами геохимического состояния ландшафтов. Миграция железа в значительной степени обусловлена подвижностью железо-гумусовых соединений. Входя в состав гуминовых кислот, железо аккумулируется в твердой фазе почв [2].

В почве соединения железа находятся в двух- и трехвалентной форме. Валовое железо традиционно подразделяется на две группы: силикатное и так называемое свободное (не силикатное). Железо в свободной форме не входит в состав первичных силикатов и поэтому широко вовлекается в гипергенные процессы [1].

Соединения железа являются геоэкологическими индикаторами изменений верхней части геосферы (педосферы). Установлено, что содержание железа в двух- и трехвалентной форме, аккумулируются в иловой фракции. Аккумулятивные процессы, связанные с соединениями железа, приводят к значительному увеличению ПДК и неблагоприятны для экосистем, так как ведут к засолению и впоследствии могут привести к отмиранию беспозвоночных и позвоночных животных. Максимальные концентрации оксидов в иловой фракции зарегистрированы на небольшой глубине пойменных почв супераквальных ландшафтов, что связано с их геохимической зависимостью от выше расположенных автономных ландшафтов.

## Литература

1. Водяницкий Ю.Н. Оксиды железа и их роль в плодородии почв. - М.: Наука, 1989.
2. Добровольский В.В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов // Природа. - №7. - 2004. - С.35-39.
3. Перельман А.И., Касимов Н.М. Геохимия ландшафта: Учебное пособие. Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Москва: Астрейя-2000, 1999. – 768 с.

4. Костовска С.К., Кузнецова О.Г. Выявление антропогенной истории ландшафтов гидрохимическими методами // Природа и общество. Динамика кризиса. Серия «Социоестественная история. Генезис кризисов природы и общества в России». Отв. ред. Борисова Е.А. вып. XXXIX. М.: МБА, 2015.-С. 148-152.

5. Лаврусевич А.А. Основные черты техногенеза //Вестник МГСУ –М. - 2010. -№4. Т.2. - С.175-181.

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПУНКТОВ ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ, ПО ИТОГАМ ПЕРВИЧНОЙ РЕГИСТРАЦИИ РАО**

**Лукьянова Ю.Н.**  
(НИУ МГСУ)

Актуальность темы исследования безопасного обращения и хранения радиоактивных отходов (РАО) обусловлена активной деятельностью Российской Федерации по реабилитации объектов ядерного наследия и внедрению современных технологий, обеспечивающих на всех стадиях обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) ядерной, радиационной и экологической безопасности, физической защиты и сохранности делящихся материалов.

В 2011 году, в рамках реализации Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 г. и на период до 2015 г.» (далее – ФЦП ЯРБ-1) был издан Федеральный закон «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 11.07.2011 № 190-ФЗ [1]. Статья 10 этого закона определяет цель создания, принципы функционирования и состав единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами.

Создание единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами включает в себя следующие этапы:

1) До 01.01.2015 осуществлялась разработка нормативной и организационной основ системы обращения с радиоактивными отходами, первичная регистрация радиоактивных отходов и мест их размещения;

2) До 01.01.2018 создавалась система захоронения низко активных и средне активных радиоактивных отходов;

3) Реализовывается в настоящее время. В срок до 01.01.2021 должна быть создана система захоронения высокоактивных радиоактивных отходов, перевод пунктов размещения особых радиоактивных отходов в пункты консервации особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов в пункты захоронения радиоактивных отходов.

В рамках реализации первого этапа была проведена первичная регистрация так называемого «наследия»: радиоактивных отходов, образовавшихся до вступления в силу Федерального закона № 190-ФЗ и мест их размещения. Было зарегистрировано 809 пунктов хранения РАО на территории Российской Федерации и установлены собственники РАО. Прделана работа по уточнению сведений о кадастровых номерах земельных участков, на которых размещены пункты хранения РАО (ПХРАО), кадастровых номерах ПХРАО, проверке данных, представленных предприятиями с данными актов первичной регистрации [2].

В 2015 году установлен правовой статус 720 пунктов хранения РАО: пункты хранения удаляемых РАО, пункты глубинного захоронения жидких

РАО, пункты размещения и консервации особых РАО. По 89 пунктам решение отложено. Конечная цель – к 2045 году вывести из эксплуатации все 809 пунктов хранения, все РАО, подлежащие захоронению разместить в пункте захоронения [3].

Один из таких пунктов находится на ОАО «ЧМЗ», расположенном в г. Глазове, Республики Удмуртия, на левом берегу реки Чепца. Завод функционирует с 1946 года. Территория завода включает в себя основную промплощадку, территорию хвостового хозяйства и полигон глубинного размещения промстоков.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) для ОАО «ЧМЗ» определена Решением, утвержденным Главой администрации г. Глазова и согласованна Главным государственным врачом ЦГСЭН-41 в 2001 году. По потенциальной радиационной опасности ОАО «ЧМЗ» отнесен к III категории [4] и СЗЗ ОАО «ЧМЗ» ограничена территорией предприятия (периметр промплощадки). Территория основной промплощадки огорожена сплошным железобетонным ограждением, территория хвостового хозяйства и полигона глубинного размещения промстоков имеет ограждение из колючей проволоки на железобетонных столбах. Площадь - 3,748 км<sup>2</sup>, протяженность по периметру - 8,213 км.

Пункт хранения создавался как пункт захоронения в соответствии с действовавшими в те годы нормами и правилами. Прошедшие годы показали, что существующие барьеры безопасности обеспечивают приемлемый уровень безопасности.

С момента создания пункта хранения и в последующий период полное удаление РАО из них не предусматривалось. Проведение работ по удалению РАО сопряжено со значительными рисками, обусловленными дозовыми нагрузками на персонал [5], поэтому признание пункта хранения пунктом хранения особых РАО позволит закончить работы по консервации пункта хранения, полностью обеспечить безопасность на длительный период и в полной мере соответствовать основным принципам радиационной защиты, поскольку будет обеспечен более высокий уровень безопасности персонала, населения и окружающей среды при меньших рисках и затратах в сравнении с удалением РАО.

Кроме того, РАО данного хранилища удовлетворяют критерию подпункта в) пункта 1 ПП №1069 [6]: «пункт хранения радиоактивных отходов и его санитарно-защитная зона размещены вне границ населенных пунктов, особо охраняемых природных территорий, прибрежных защитных полос и водоохраных зон водных объектов, других охранных и защитных зон, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации».

Санитарно-защитная зона хвостохранилищ (хвостового хозяйства) не входит в водоохранную зону водного объекта (р. Чепца) и г. Глазова. Санитарно-защитная зона предприятия выведена за границы г. Глазов и категория земель переведена в «земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической де-

тельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения» [7].

Хвостохранилище № 1 имеет защитный барьер, обусловленный естественным геологическим строением участка и инженерными сооружениями. Основание хвостохранилища - четвертичные грунты, представлены торфом и торфянистым почвенно-растительным слоем мощностью от 0,4 м до 3,2 м и аллювиальными грунтами в виде глины мощностью от 0,4 до 3,8 м. Глубина залегания коренных пород, представленных верхнепермскими серо-зеленоватыми глинами, изменяется от 5,8 до 9,4 м. При отсыпке дамб выторфовка не производилась. Пионерные дамбы начального обвалования построены из местного грунта, дальнейшее наращивание дамб производилось из хвостов рудного производства (песчаной фракции) и песчано-гравийным грунтом. Характеристика тела дамб: средняя высота - от 6,3 до 9,3 м, длина - 2,5 км, максимальная ширина по основанию - 54 м.

На начальных выполнениях мероприятий по проекту «Консервация отработанного хвостохранилища № 1», карты хвостохранилища были осушены и произведена буферная засыпка твердых радиоактивных отходов (ТРО), препятствующая интенсивному рассеиванию радионуклидов. Мощность слоя над отходами: карта 1 - 1,15 м; карта 2 - 0,5 м;

карта 3 - от 0,8 до 1,5 м. Ограждающие дамбы покрыты песчаным карьерным грунтом, слоем от 0,5 до 2,0 м.

Для мониторинга состояния недр (первого от поверхности четвертичного аллювиального водоносного горизонта) вокруг хвостохранилища № 1 создана сеть из 18 наблюдательных скважин.

В связи с выходом новых нормативных требований в 2005 г. разработан новый проект консервации для хвостохранилища №1.

Согласно СНиП 2.01.28-85 [8], карты хвостохранилища, заполненные отходами I, II и III класса опасности, должны иметь толщину засыпки (экранирующего защитного слоя) не менее 2 метров, включая первоначальный защитный слой, противофильтрационный асфальтобетонный экран и слой чистого потенциального плодородного слоя грунта.

Засыпка карты № 1 и карт № 2,3 ведется отдельно, имеет выпуклую поверхность. На середине карты верх засыпки возвышается не менее чем на 1,5 метра над гребнями дамб, а по контуру стыкуется с ним. Для предотвращения ветровой эрозии, фильтрации атмосферных осадков, которые могут вызвать вымывание радиоактивных и солевых составляющих из захороненного хвостохранилища предусмотрено устройство асфальтобетонного противофильтрационного экрана с водоотводными канавами по границе экрана и двумя ж/бетонными водосбросами в существующие водоотводные каналы.

Асфальтобетонный противофильтрационный экран принимается по СНиП 2.01.28- 85 [8] и представляет собой сплошной слой толщиной 8 см из гидротехнического водонепроницаемого мелкозернистого асфальтобетона с покрытием слоем (5 мм) горячего битума марки БНД 60/90 для самозалечивания тре-

щин. Толщина слоя чистого потенциально плодородного грунта над противofильтрационным экраном, на внешних откосах ограждающих дамб и на прилегающей 30 метровой зоне для посева травы равна 0,5 м, в том числе почвы - 0,2 м.

Мощность дозы внутри карт хвостохранилища до проведения консервации могла достигать по оценкам 25 мкЗв/ч. Согласно расчёту толщины экранирующего защитного слоя, мощность дозы после проведения работ по консервации не превысит 0,2 мкЗв/ч, что соответствует естественному фону.

С целью недопущения разрушения инженерных барьеров законсервированного хвостохранилища корнями древесной растительности необходимо ежегодно производить скашивание травы с поверхности хранилища. Для предотвращения эрозии почвы следует своевременно восстанавливать травянистую растительность на низовых откосах в случае её повреждения.

Проектной документацией [9] установлен период осуществления радиационного контроля и мониторинга после закрытия - без ограничения по времени.

Анализ результатов прогнозного расчёта для оценки безопасности хвостохранилища после закрытия [10] показывает, что создание верхнего противofильтрационного экрана и поддержание его в целостности в течение периода потенциальной опасности хвостохранилища, гарантирует безопасность хвостохранилища в соответствии с выбранным критерием безопасности: не превышение уровней вмешательства по основному загрязняющему радионуклиду U-238 в верхнем водоносном горизонте в месте разгрузки в реку Чепца.

В разработанном в 2005 г. проекте консервации хвостохранилища № 1 санитарно-защитная зона для него не установлена.

В связи с большими периодами потенциальной опасности РАО, которые значительно превышают прогнозируемый период функционирования эксплуатирующей организации, возникает необходимость отдельного установления границ СЗЗ для пункта хранения [11], обеспечивая исключение несанкционированного доступа и проведение работ внутри СЗЗ, которые могут привести к дополнительному облучению населения.

Мониторинг хвостохранилища №1 по основному загрязняющему радионуклиду U-238 позволил установить, что состояние системы соответствует критериям безопасности.

## Литература

1. Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2. А.А. Абрамов, А.Н. Дорофеев Современное состояние и перспективы развития системы обращения с РАО в Российской Федерации//Радиоактивные отходы № 1, 2017 г., с. 11-22.

3. А.Н. Дорофеев Реализация первого этапа создания единой государственной системы обращения с РАО, планы на будущее//Материалы Международного общественного форума-диалога и выставка «АтомЭко 2017», Москва, 21-22 Ноябрь, 2017//URL: [http://www.atomeco.org/media-files/u/files/2015/Materials/9\\_november/Dorofeev.pdf](http://www.atomeco.org/media-files/u/files/2015/Materials/9_november/Dorofeev.pdf)

4. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.

5. Абалкина И.Л., Барчуков В.Г., Бочкарев В.В., Ведерникова М.В., Дорогов В.И., Кочетков О.А., Крышев И.И., Линге И.И., Панченко С.В., Савкин М.Н., Уткин С.С. под общей редакцией Линге И.И.//Научно-техническое пособие по подготовке обосновывающих материалов для принятия решения об отнесении радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам версия 2.0//ФГБУН ИБРАЭ РАН, Москва 2014 г., раздел 5.2.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2012 г. №1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».

7. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2018), ст. 87.

8. СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию.

9. Проект консервации хвостохранилища №1 № Т-06-26, выполненный ОАО «ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ И НАУЧНОИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ» ОРГСТРОЙНИИПРОЕКТ, г. Москва, 2006 г.

10. Разработка программно-технических средств анализа ядерной, радиационной безопасности и комплексный анализ рисков для объектов ядерного наследия: отчет о НИР / ИБРАЭ РАН; рук. Линге И.И. - Инв. № 3565-Н.4п.23.12.08.144-19. -М., 2012. -134 с.

11. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснования (СП СЗЗ и ЗН-07).

12. Объединенная конвенция МАГАТЭ «О безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами» (ратифицирована ФЗ № 139-ФЗ от 04.11.2005).