

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации Голец Анны Борисовны**  
**на тему: «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и**  
**рекультивации техногенно измененных грунтов», представленной на**  
**соискание ученой степени кандидата технических наук**  
**по специальности 1.6.21 – Геоэкология**

Строительная отрасль является одной из важнейших отраслей экономики, обеспечивающей развитие городов и инфраструктуры. Среди наиболее актуальных геоэкологических проблем в строительной отрасли особое место занимает загрязнение селитебных территорий токсичными веществами, включая ионы тяжелых металлов. Ионы тяжелых металлов, такие как свинец, кадмий, ртуть, цинк, медь и другие, могут нанести серьезный вред окружающей среде и здоровью людей.

Поэтому особенно важен поиск эффективных и доступных методов и технологий, которые могут помочь снизить загрязнение и минимизировать воздействие ионов тяжелых металлов на окружающую среду. Важно применять эти методы на всех этапах строительного процесса, начиная с планирования и заканчивая реализацией проекта. Первым шагом является проведение подробного анализа земельного участка перед началом строительных работ. В соответствии с п.120 СанПиН 2.1.3684-21 на стадии инженерных изысканий хозяйствующим субъектом, осуществляющим инженерные изыскания, необходимо проводить обследование для получения предварительной оценки санитарно-эпидемиологического состояния почв территории проектируемого строительства на соответствие гигиеническим нормативам, в том числе по содержанию тяжелых металлов. Это поможет заранее выявить наличие загрязнений и определить степень их предотвращенного воздействия на окружающую среду и здоровье людей.

Безусловно, решение проблемы загрязнения селитебных территорий, требует совместных усилий со стороны государства, строительных компаний и общества в целом. Необходимо принимать соответствующие меры и внедрять новые технологии, чтобы сделать строительную отрасль более геоэкологически устойчивой. Исследования, такие как диссертационное исследование А.Б. Голец, играют важную роль в осознании проблемы и поиске путей её решения. Необходимо продолжать исследования в этой области и обмениваться опытом, чтобы создать более экологически чистую и устойчивую среду для будущих поколений.

Целью диссертационной работы А.Б. Голец стало исследование процесса обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов.

Научная новизна диссертационной работы включает критерий геоэкологического обоснования использования магнезиального и гипсового камня при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных

грунтов, позволяющий осуществлять обезвреживание ионов тяжелых металлов путем самопроизвольного образования труднорастворимых безопасных соединений, аналогичных природным минералам.

Результаты исследований автора по обнаружению и изучению обезвреживающих свойств магнезиального и гипсового камня, изложенные в главе 3, доказывают, что эти материалы, благодаря своим физико-химическим свойствам, способны эффективно связывать ионы тяжелых металлов. В результате их взаимодействия с загрязненными (ионами тяжелых металлов) грунтами, происходит образование новых соединений, которые являются труднорастворимыми и безопасными для окружающей среды. Доказано, что емкость магнезиального камня при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов свинца составляет 6 мг/г, а емкость гипсового камня – 5,6 мг/г. Обоснована возможность «управления» емкостью при помощи введения модификаторов в магнезиальный и гипсовый камень, что представляет интересные перспективы для их применения: 1) емкость по отношению к ионам свинца увеличивается до 27,5 мг/г; 2) появляется емкость по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта, составляющая от 12,5 до 27,9 мг/г. Было также проведено исследование, в результате которого было установлено, что изменение температуры окружающей среды от 1 до 40 °С не оказывает влияния на емкость магнезиального и гипсового камня. Кроме того, было обнаружено, что модифицированный магнезиальный и гипсовый камень не обладают селективностью. Это означает, что данные материалы способны одновременно обезвреживать различные ионы тяжелых металлов при проведении санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов.

Описанные результаты исследований представляют собой важный шаг в разработке новых методов санации и рекультивации загрязненных грунтов. Модифицированный магнезиальный и гипсовый камень, открывают новые возможности для применения в области геоэкологии и охраны окружающей среды.

Также в работе установлено, что природные минеральные растворы, содержащие, в том числе, сульфат-анионы, и связывающие ионы свинца в труднорастворимые соединения типа англезита, могут быть рассмотрены как средства обезвреживания ионов свинца при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов.

Исследования А.Б. Голец посвящены поиску оптимального алгоритма проведения санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов, загрязненных ионами тяжелых металлов, и направлены на формирование превентивного и ликвидационного технологических решений, основанных на доказанных в работе обезвреживающих свойствах (по отношению к ионам тяжелых металлов) магнезиального и гипсового камня и природных минеральных растворов.

Опытно-промышленная апробация предложенных технологических решений в насыпи земляного полотна автомобильной дороги и на территории

строительной площадки показала снижение концентраций ионов тяжелых металлов на примере ионов свинца в грунте до уровня ПДК.

Проведена эколого-экономическая оценка предложенных превентивных и ликвидационных технологических решений на основе расчета предотвращенного экологического ущерба и индекса PQ.

Результаты диссертационного исследования А.Б. Голец продемонстрированы на научно-практических конференциях различного уровня. По теме диссертационного исследования опубликовано 48 научных публикаций, из них 2 в международных изданиях, включенных в системы цитирования Web of Science и Scopus, 7 в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ. Практическая значимость и новизна работы подтверждена пятью патентами на изобретения. Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВО ПГУПС при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».

По автореферату Голец Анна Борисовны имеется следующее замечание: Способы модификации гипсовых и магниезиальных материалов (при изготовлении и пропиткой) весьма трудоёмки и затратны в практическом плане. Не ясно, что рекомендуется к использованию: сами строительные материалы или их отходы.

Однако высказанное замечание не носит высокопринципиального характера и несколько не снижает научной и практической значимости полученных соискателем результатов. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему. Работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Считаю, что автор диссертационной работы Голец Анна Борисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Доцент Высшей школы  
Гидротехнического и  
энергетического строительства,  
кандидат технических наук, доцент  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого»

**Чусов Александр Николаевич**



«25» сентября 2023 г.

Адрес: СПб, ул. Политехническая, дом 29, ИСИ  
E-mail: Chusov\_an@spbstu.ru  
Телефон: +7(921)940-09-25



**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации**

Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 1.6.21. Геоэкология

Тема диссертационного исследования Голец Анны Борисовны, посвящённая исследованию процесса обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных грунтах при их санации и рекультивации, является актуальной, так как отвечает целям реализации программы федерального уровня «Охрана окружающей среды». Полученные научные знания позволяют обеспечить высокий уровень экологической безопасности и защитить природные системы от негативного техногенного воздействия.

В автореферате автор приводит результаты расчётов по оценке самопроизвольного осуществления возможных процессов обезвреживания ионов тяжёлых металлов магнезиальным и гипсовым камнем и по оценке управления обезвреживающими свойствами модифицированных образцов по величине изменения изобарно-изотермического потенциала.

На основе результатов проведённых исследований в лабораторных и натуральных условиях автор предлагает технологические решения для превентивной и ликвидационной защиты техногенно измененных грунтов с использованием обнаруженных обезвреживающих свойств магнезиального и гипсового камня и природных растворов. Работа обладает практической значимостью для определения необходимого количества материала для санации и рекультивации техногенно измененных грунтов при обезвреживании загрязнения ионами тяжелых металлов. Проведённая апробация санации техногенно измененного грунта от ионов тяжелых металлов до уровня ПДК (на примере ионов свинца свинца) показала свою эффективность.

По тексту автореферата следует сделать следующее замечание:

В автореферате не представлено обоснование выбора сульфатсодержащих строительных материалов и сульфатсодержащих природных растворов для решения поставленной задачи.

Высказанное замечание не снижает научную и практическую ценность представленной работы. Область исследования соответствует паспорту научной специальности 1.6.21 Геоэкология по пункту: 17 «Ресурсосбережение, санация и

рекультивация земель, утилизация отходов производства и потребления, в том числе возникающих в результате добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых, строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ. Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов».

Считаю, что диссертационная работа является законченным научно-квалификационным трудом, выполненном на высоком научном уровне. Достоверность полученных автором результатов теоретических и эмпирических исследований не вызывают сомнения, сформулированные выводы и заключения логичны, аргументированы и обоснованы.

Диссертационная работа Голец Анны Борисовны отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Доктор технических наук  
(специальность 25.00.36 Геоэкология  
(строительство и ЖКХ), доцент, профессор кафедры  
«Охрана окружающей среды»



Слюсарь  
Наталья Николаевна

« 25 » 09 2023

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.  
Телефон/факс: +7 (342) 219-80-67, +7-922-320-25-60  
e-mail: nnslyusar@gmail.com



Подпись \_\_\_\_\_  
Главный специалист УК  
заверяю И. Мисбахова

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голец Анны Борисовны на тему  
«Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации  
техногенно измененных грунтов», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология

Современный этап развития отраслей народного хозяйства связан с необходимостью осуществления строительной и хозяйственной деятельности с учетом «повышения уровня экологической безопасности и сохранения природных систем», что отражено в цели государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды». Однако, следует отметить, что только за последние пять лет в государственных докладах природоохранных организаций России приводятся данные о значительных уровнях загрязнения территорий различных городов нашей страны тяжелыми металлами. По классификации ВОЗ наибольшую опасность для здоровья человека, представляют ионы таких тяжелых металлов, как кадмий, свинец, марганец, кобальт, железо и медь. Поэтому, поиск средств и способов, использование которых приведет к обезвреживанию ионов тяжелых металлов, представляется актуальной научной и практической задачей для строительной и хозяйственной деятельности.

Представленное диссертационное исследование посвящено изучению процесса обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов. В связи с этим, *актуальность и перспективность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.*

Научная новизна исследований, полученных результатов и выводов заключается в следующем:

1. Соискателем на основе положений термодинамики предложен критерий для обоснования использования искусственного магнезиального и гипсового камня при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов, позволяющий осуществлять обезвреживание ионов тяжелых металлов путем их самопроизвольного связывания в труднорастворимые безопасные соединения, являющиеся аналогами природных минералов;
2. Впервые установлено, что обезвреживающая емкость магнезиального камня по отношению к ионам свинца составляет 6 мг/г;
3. Впервые установлено, что введение модификаторов в магнезиальный и гипсовый камень дает возможность увеличения их обезвреживающей емкости по отношению к ионам свинца до 27,5 мг/г, по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта – от 12,5 до 27,9 мг/г. При этом процесс обезвреживания протекает самопроизвольно;
4. Доказано, что обезвреживающая емкость магнезиального и гипсового камня увеличивается в зависимости от дозы модификатора. При этом материалы не обладают селективностью, что обеспечивает одновременное обезвреживание различных ИТМ при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов;
5. Термодинамически обосновано и экспериментально доказано, что изменение температуры окружающей среды от 1 до 40 °С существенно не влияет на обезвреживающую емкость магнезиального и гипсового камня.

### Теоретическая и практическая значимость работы для науки и производства

Выявленные по результатам проведенных соискателем исследований обезвреживающие свойства магнезиального и гипсового камня позволяют использовать их для санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов тяжелых металлов, что, в свою очередь, определяет разработку на их основе превентивных технологических решений.

Соискателем подтверждена возможность использования природных минеральных растворов, а именно  $S^{Mg}_{II}$  и морской воды, для обезвреживания ионов свинца в жидкой среде и в техногенном дисперсном грунте, что, в свою очередь, определяет разработку на их основе ликвидационных технологических решений.

Предложены алгоритмы расчета дозы искусственного магнезиального и гипсового камня, а также объема природных растворов для удельного (на 1 ПДК) снижения концентрации ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах.

Проведена эколого-экономическая оценка предложенных автором превентивных и ликвидационных технологических решений на основе расчета предотвращенного экологического ущерба.

Показано, что при снижении концентрации ионов тяжелых металлов в почве до уровня ПДК общая величина предотвращенного экологического ущерба достигает 2580,30 тыс. руб/год на 1 га.

Практическая значимость и техническая новизна предлагаемых способов подтверждена пятью патентами на изобретения.

Материалы диссертационной работы используются в методическом сопровождении учебного процесса ФГБОУ ВО ПГУПС для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

### Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, сформулированные в диссертации, базируются на обширном теоретическом и экспериментальном материале. Обоснованность основных научных результатов определяется тем, что они опираются на современные положения теории и практики геоэкологии в области строительства и хозяйственной деятельности. Достоверность полученных соискателем научных результатов подтверждается:

- корректностью поставленных задач, использованием апробированных и законодательно рекомендованных методик и методов проведения исследований, сходимостью экспериментальных данных с теоретическими исследованиями.
- широкой апробацией результатов диссертации, доложенных на Международных и Всероссийских научных форумах.

Основные положения диссертационного исследования отражены в 48 печатных работах, из них 2 в международных изданиях, включенных в системы цитирования Web of Science и Scopus, 7 в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ. Предложенные соискателем способы санации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов тяжелых металлов запатентованы (5 патентов на изобретения). Обоснованность предлагаемых технологических решений подтверждена результатами апробации работы в промышленных и полупромышленных условиях. Излагаемые в работе выводы и рекомендации не вызывают сомнений, так как они отражены в указанных публикациях.

Лично автором поставлены задачи исследования, обоснованы объекты и методики исследования, выполнены теоретические и экспериментальные исследования обезвреживающих свойств искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, представлена оценка предложенных технологических решений для санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов при обезвреживании ионов свинца и других тяжелых металлов, проведена обработка, обсуждение и внедрение полученных результатов, выполнены эколого-экономические расчеты предлагаемых подходов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Теоретические и практические результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы в области реализации геоэкологических требований на объектах гражданского, промышленного, специального строительства и на объектах хозяйственной деятельности.

Дискуссионные положения и замечания:

1. По представленным в автореферате материалам трудно проследить организацию дальнейших работ по внедрению результатов исследований в производство.

2. Излишне подробно сформулированы положения теоретической и практической значимости работы, то затрудняет восприятие целостности и главных достижений исследования.

3. На мой взгляд, в автореферате в недостаточном объеме представлен иллюстративный материал.

Однако указанные замечания не носят принципиального характера, и не снижают научной и практической значимости результатов, полученных соискателем. Работа выполнена на высоком научном уровне. Результаты проведенных исследований, научные положения и выводы работы базируются на надежном экспериментальном материале и подтверждены современными физико-химическими методами исследования.

Основные научные положения представленной диссертационной работы соответствуют пункту 17 «Ресурсосбережение, санация и рекультивация земель, утилизация отходов производства и потребления, в том числе возникающих в результате добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых, строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ. Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов» паспорта научной специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Учитывая актуальность выбранной темы, высокую научную и практическую значимость полученных результатов, их достоверность, а также обоснованность выводов и рекомендаций, следует сделать вывод, что диссертационная работа «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов» удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., и является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложены научно-обоснованные способы санации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов тяжелых металлов, в том числе от ионов свинца, с использованием



магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, внедрение которых вносит определенный вклад в развитие области науки и техники «Геоэкология».

Считаю, что Голец Анна Борисовна заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.6.21 – Геоэкология.

**Руш Елена Анатольевна**, профессор, доктор технических наук (25.00.36 – Геоэкология, технические науки), заведующая кафедрой «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Телефон: 8983-41-65-007,

E - mail:lrush@mail.ru



«14» 09 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Я, Руш Елена Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«14» 09 2023 г.  Руш Елена Анатольевна

Адрес организации: 664074, Сибирский федеральный округ, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15



**Отзыв на автореферат диссертации  
ГОЛЕЦ АННЫ БОРИСОВНЫ  
на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации  
техногенно измененных грунтов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 1.6.21 – Геоэкология**

На сегодняшний день деятельность в рамках отраслевой структуры экономики Российской Федерации, включая строительную и хозяйственную отрасли, необходимо осуществлять с учетом повышения «уровня экологической безопасности и сохранения природных систем», что отражено в государственной программе Российской Федерации «Охрана окружающей среды».

В России выявлено свыше 730 тысяч гектаров территорий с чрезвычайно высоким уровнем загрязнения ионами тяжелых металлов. В некоторых городах их концентрация в почвах и грунтах превышает предельно допустимые нормы в десятки раз. Ионы тяжелых металлов представляют собой серьезную геоэкологическую опасность, так как они накапливаются в геосферных оболочках земли и, ввиду своей подвижности, способны усваиваться растениями и попадать в организмы человека и животных, оказывая вредное воздействие.

Оценка качества почв и техногенных грунтов оказывает прямое влияние на решения о возможности строительства объектов различного назначения. Тема диссертационного исследования, несомненно, является актуальной, особенно для строительства в крупных городах, где наблюдается нехватка свободных территорий под жилую застройку, а доступные территории, часть содержит техногенные загрязнения, в том числе ионами тяжелых металлов.

Представленное диссертационное исследование посвящено разработке научно обоснованных технологических решений, применимых для обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов.

Цель исследования сформулирована четко и ясно, и соответствует паспорту научной специальности.

Научная новизна исследований, полученных результатов и выводов заключается в следующем:

Соискателем обоснованы и исследованы обезвреживающие свойства искусственного магнезиального и гипсового камня для санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов свинца. Доказано, что емкости (количественная характеристика обнаруженных обезвреживающих свойств) магнезиального и гипсового камня по отношению к ионам свинца достигают значений 6 мг/г (2,35 мг/см<sup>2</sup>).

- С использованием термодинамических характеристик ( $\Delta G$ ) обоснована возможность управления свойствами искусственного магнезиального и гипсового камня путем введения модификаторов для повышения эффективности обезвреживания других ионов тяжелых металлов. Впервые установлено, что введение модификаторов в магнезиальный и гипсовый камень при обезвреживании ионов тяжелых металлов сопровождается понижением изобарно-изотермического потенциала, емкость по отношению к ионам свинца возрастает до 27,5 мг/г, и появляется по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта, составляя от 12,5 до 27,9 мг/г.

- Результаты исследований показали, что, чем выше доза модифицирующего вещества в магнезиальном или гипсовом камне, тем выше его емкость.

- Установлено, что температура окружающей среды (от 1 до 40 °С) существенно не влияет на емкость магнезиального и гипсового камня.

- В работе показана возможность санации грунтов от ионов свинца с помощью природных растворов ( $S^{Mg_{II}}$  и морская вода с учетом солености Балтийского моря) с образованием труднорастворимого соединения, которое аналогично природному англезиту.

#### Практическая значимость работы для науки и производства

Обнаруженные по результатам проведенных соискателем исследований обезвреживающие свойства искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, позволяют использовать их в строительной и хозяйственной деятельности для обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах. Примечательно, что на этой основе соискателем были разработаны и предложены два технологических решения для санации и рекультивации таких грунтов: превентивное и ликвидационное.

В работе представлены результаты опытно-промышленной апробации предложенных технологических решений на примере санации до уровня ПДК техногенно измененного дисперсного грунта от ионов свинца. Апробация показала снижение концентрации загрязнителя в 10 раз. По результатам апробации получены соответствующие акты.

В работе также предложены формулы для технологических решений, по которым определяются количества магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов при санации и рекультивации техногенных грунтов от ионов тяжелых металлов. По предложенным формулам был проведен расчет необходимой дозы магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов.

Материалы диссертационной работы используются в методическом сопровождении учебного процесса, осуществляемого ФГБОУ ВО ПГУПС, для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Количество и значимость публикаций соискателя свидетельствуют о широком представлении результатов исследования научной общественности.

По автореферату Голец А.Б. имеются следующие вопросы и замечания:

- 1) Хотелось бы более конкретно уточнить какими методами производилось определение ионов тяжелых металлов растворах и в грунтах.
- 2) Какими методами проводили определение энергии Гибса (изобарно-изотермического потенциала), а также емкостей сорбентов?
- 3) Каков химический состав сорбентов, используемых для рекультивации и не оказывают ли они влияние на эффективность обеззараживания грунта?
- 4) Как влияет pH почвы на проведение обезвреживания и будет ли эффективен этот процесс при высокой кислотности грунта?
- 5) В диссертационной работе отсутствует экономический аспект предложенных технологических решений (экономическая оценка произведена только в рамках определения предотвращенного экологического ущерба), что делает невозможным проведение оценки с точки зрения их конкурентоспособности на рынке экологических услуг и, как следствие, не дает возможности оценить потенциальный объем коммерческого применения предлагаемых автором методик.

Высказанные замечания не затрагивают представленных в автореферате принципиальных положений диссертационной работы и не снижают научной и практической значимости результатов, полученных соискателем.

Диссертационное исследование Голец А.Б. на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов» выполнено на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему. Работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

Считаю, что автор диссертационной работы Голец Анна Борисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геозкология.

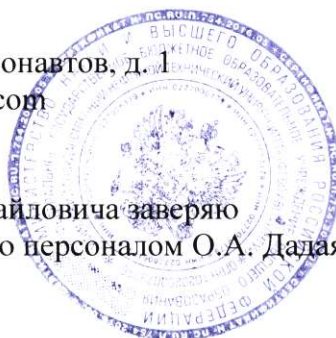
Доктор химических наук, доцент,  
профессор кафедры Охраны окружающей  
среды и рационального использования  
природных ресурсов ФГБОУ ВО  
Уфимского государственного нефтяного  
технического университета)



**Назаров Алексей Михайлович**

05» 10 \_\_\_\_\_ 2023 г.

Адрес: 450000, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1  
E-mail: Nazarovam1501@gmail.com  
Телефон: 8-960-805-22-21



Подпись Назарова Алексея Михайловича заверяю  
Начальник отдела по управлению персоналом О.А. Дадаян



## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология*

Диссертационная работа Голец Анны Борисовны посвящена решению актуальной проблеме - необходимости санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов, которые содержат подвижные формы ионов тяжелых металлов (ИТМ), относящихся к опасным соединениям (I-III класс опасности). Негативное воздействие ИТМ приводит к ухудшению здоровья населения, что доказывает необходимость поиска новых средств для защиты от ИТМ. В качестве таких средств в диссертационной работе предложены магнезиальный и гипсовый камень и их модификации, а также сульфатсодержащие природные растворы (в виде морской воды и сульфатной воды магниевой группы).

Научная новизна диссертации обоснована термодинамическими расчетами, которые подтверждают возможность связывания ИТМ в труднорастворимые безопасные соединения, аналогичные природным минералам. В работе обоснован и предложен критерий для использования искусственного магнезиального и гипсового камня при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов, заключающийся в том, что обезвреживание ИТМ в процессах взаимодействия с обезвреживающими средствами должно осуществляться путем самопроизвольного образования труднорастворимых безопасных соединений, являющихся аналогами природных минералов.

Установлено, что емкость магнезиального камня по отношению к ионам свинца составляет 6 мг/г, а емкость гипсового камня – 5,6 мг/г. Для управления обезвреживающими свойствами искусственного магнезиального и гипсового камня и расширения спектра ионов тяжелых металлов, были введены модификаторы – карбонат натрия, сульфид натрия или йодид калия. Введение модификаторов обеспечило увеличение емкости по отношению к свинцу в четыре раза и появление обезвреживающих свойств по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта, которые характеризуются емкостью от 12,5 до 27,9 мг/г.

Установлено, что изменение температуры окружающей среды от 1 до 40°C не влияет на емкость магнезиального и гипсового камня; что модифицированный гипсовый и магнезиальный камни не обладают селективностью, обеспечивая тем самым одновременное обезвреживание различных ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов.

Установлено, что морская вода и воды сульфатного класса магниевой группы связывают ионы свинца в труднорастворимые соединения и могут быть использованы для обезвреживания ионов свинца при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов.

Практическая значимость работы заключается в возможности разработки технологических решений по санации и рекультивации грунтов от ИТМ с использованием доступных и недорогих материалов в виде магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов по отношению к ионам тяжелых металлов. В диссертационной работе предложены

формулы, по которым можно определять количества магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, необходимые для удельного снижения концентрации ионов тяжелых металлов в 1 тонне грунта.

По автореферату Голец Анны Борисовны имеется следующее замечание:

- в диссертационной работе, для повышения ее практической значимости, было бы целесообразно провести оценку стоимости предлагаемых в работе обезвреживающих материалов.

Вместе с тем, указанное замечание не носит принципиального характера и не снижает научной и практической значимости результатов, полученных соискателем. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему. Работа отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.

Считаю, что автор диссертационной работы Голец Анна Борисовна, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Кандидат технических наук, доцент  Валиев Шерали Назаралиевич

Справочные данные: Валиев Шерали Назаралиевич,

Генеральный директор ООО «Малое инновационное предприятие «Научно-Инженерный Центр Мостов и Сооружений» (ООО «МИП «НИЦ МиС»)),

доцент кафедры «Мосты, тоннели и строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», кандидат технических наук, доцент, специальность 05.23.15 «Мосты и транспортные тоннели», профессор МАДИ.

Дата: « 10 »  2023 г. 

125319, г. Москва, Ленинградский пр., 64, ауд. 133А

Тел. 8 (499) 346-01-68, E-mail: [Bridgelab@madi.ru](mailto:Bridgelab@madi.ru)

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Голец Анны Борисовны на тему:  
«Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и  
рекультивации техногенно измененных грунтов», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 1.6.21 – Геоэкология**

На сегодняшний день наиболее актуальной проблемой в геоэкологии является значительное загрязнение почв и грунтов ионами тяжелых металлов (ИТМ). Накапливаясь в почвах и грунтах, они могут оказывать негативное воздействие на живые организмы. В связи с этим необходимы новые технологические решения для санации и рекультивации грунтов, обеспечивающие возможность снижения концентраций ИТМ в них.

Целью работы Голец Анны Борисовны является исследование процесса обезвреживания ИТМ в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов. Выбор гипсового и магнезиального камня обусловлен анализом их природы и природы ИТМ.

Научная новизна диссертационной работы включает критерий геоэкологического обоснования использования магнезиального и гипсового камня, величины исследованных емкостей чистых и модифицированных камней, а также результаты исследований самого процесса обезвреживания ИТМ при санации и рекультивации техногенных грунтов с использованием гипсового и магнезиального камня.

На основе проведенных исследований в работе предложены два технологических решения по санации и рекультивации техногенных грунтов. При этом разработаны формулы для расчета дозы обезвреживающего средства, которые были использованы при опытно-промышленной апробации в насыпи земляного полотна автомобильной дороги и на территории строительной площадки. Апробация показала снижение концентраций ионов свинца в грунте до уровня ПДК. По результатам апробации была проведена эколого-экономическая оценка предложенных технологических решений на основе расчета предотвращенного экологического ущерба и индекса PQ.

Результаты исследования А.Б. Голец были доложены на научно-практических конференциях различного уровня. По теме диссертационного исследования опубликовано 48 научных публикаций, из них 2 в международных изданиях, включенных в системы цитирования Web of Science и Scopus, 7 в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ. Практическая значимость и новизна работы подтверждена пятью патентами на изобретения.

По автореферату Голец Анны Борисовны имеется вопрос: не вполне представляется ясным срок обезвреживающего действия гипсового и магнезиального камня при использовании в рекультивационных мероприятиях.

Высказанное замечание не снижает научной и практической значимости полученных автором результатов. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему.

Работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Считаю, что автор диссертационной работы Голец Анна Борисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Доктор технических наук, доцент,  
Директор Института транспортного планирования  
Российской академии транспорта  
107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34  
Телефон: +7 (495) 789-12-72  
e-mail: yakimov@rosacademtrans.ru  
<https://rosacademtrans.ru/>



Якимов Михаил Ростиславович

10.10.2023

Подпись подтверждаю  
Заместитель директора Института транспортного планирования  
Российской академии транспорта  
Нестерова А.С.  
10.10.2023

