

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.06.2025 № 18

О присуждении Куликовой Юлии Алексеевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Утилизация некондиционных отходов доменного производства металлургической промышленности» по специальности 1.6.21. Геоэкология принята к защите 28.04.2025, протокол заседания № 7, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 29.12.2023 № 1965 адм, от 11.11.2024 № 1690 адм.

Соискатель, Куликова Юлия Алексеевна, 27 августа 1997 года рождения, в 2021 году с отличием, окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2021 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры геоэкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Работает лаборантом лаборатории мониторинга и восстановления арктических экосистем в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре геоэкологии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Пашкевич Мария Анатольевна**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра геоэкологии, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Сапронова Жанна Ануаровна – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», кафедра промышленной экологии, заведующий кафедрой;

Антонинова Наталья Юрьевна – кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория экологии горного производства, заведующий лабораторией;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**, г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Петроченко Мариной Вячеславовной, кандидатом технических наук, доцентом, директором Инженерно-строительного института, Лазаревым Юрием Георгиевичем, доктором технических наук, профессором, директором Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства Инженерно-строительного института, Успенской Майей Валерьевной, доктором технических наук, профессором, профессором Высшей школы

промышленно-гражданского и дорожного строительства, и утвержденном Фоминым Юрием Владимировичем, кандидатом физико-математических наук, проректором по научной работе, указала, что основную научную ценность диссертационной работы составляет установление происходящих в техногенных массивах доменного производства процессов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и обоснование необходимости утилизации некондиционного отвального доменного шлака, вторичное использование которого по существующим направлениям невозможно.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство на объект интеллектуальной собственности.

Общий объем – 5,66 печатных листов, в том числе 2,6 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Пашкевич, М.А. Исследование негативных последствий складирования золошлаковых отходов / М.А. Пашкевич, **Ю.А. Куликова** // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т.14. – №3. С. 1-10. – URL: <https://esj.today/PDF/18NZVN322.pdf> (№375 Перечня ВАК ред. 25.05.2022).

Соискателем проведено инженерно-экологическое обследования шлакохранилища на территории металлургического комбината, где была

обнаружена деформация грунтов. Были проведены полевые исследования, направленные на определение температуры складироваемых отходов и параметров отходящих при бурении скважин газов, а также отбор проб для дальнейших лабораторных исследований.

2. Пашкевич, М.А. Современные тенденции управления отходами доменного производства / М.А. Пашкевич, **Ю.А. Куликова** // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т.14. – №6. – С. 1-13. URL: <https://esj.today/PDF/30NZVN622.pdf> (№396 Перечня ВАК ред. 25.12.2022).

Соискателем проведен обзор основных направлений утилизации и вторичного использования отходов черной металлургии, представленных доменным шлаком, в российской и зарубежной практике, а также оцениваются положительные и отрицательные аспекты его применения в той или иной отрасли.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus):

3. Pashkevich, M.A. Monitoring and assessment of the negative impact of technogenic massives of the mineral and raw complex / M.A. Pashkevich, **Yu.A. Kulikova** // Mining Informational and Analytical Bulletin. – 2023. – № 9-1. – PP. 231-247. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_91_0_231.

Пашкевич, М.А. Мониторинг и оценка негативного воздействия техногенных массивов минерально-сырьевого комплекса / М.А. Пашкевич, **Ю.А. Куликова** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 9-1. – С. 231–247. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_91_0_231.

Соискателем проведены мониторинговые исследования трансформации техногенного массива минерально-сырьевого комплекса: тепловизионная съемка хранилищ с применением беспилотного летательного аппарата для установления мест бурения скважин и отбора проб, измерение температуры грунтов, а также анализ состава отходящей газовой смеси. В научном центре «Экосистема» Санкт-Петербургского горного университета были проведены лабораторные исследования

отобранных проб. Был установлен компонентный состав техногенного грунта, а именно содержание таких оксидов, как SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , MgO , Al_2O_3 и MnO . Были определены потери массы при прокаливании материала, а также установлено содержание углерода и водорода.

4. Pashkevich, M.A. Lithification of leachate from municipal solid waste landfills with blast furnace slag / M.A. Pashkevich, **Yu.A. Kulikova** // Journal of Mining Institute. – 2024. – V.267. – PP. 477-487. EDN: CSHCSM.

Пашкевич, М.А. Литификация доменным шлаком фильтрата полигонов ТКО / М.А. Пашкевич, Ю.А. Куликова / Записки Горного института. – 2024. – Т. 267. – С. 477-487. EDN CSHCSM.

Соискателем представлен альтернативный способ утилизации доменного шлака совместно с фильтратом полигонов твердых коммунальных отходов. Проведена оценка гидравлической активности шлака для подтверждения возможности его использования в качестве вяжущего материала. Проведен анализ фильтрата на содержание различных элементов. Определены показатели химического и биологического потреблений кислорода. Установлено оптимальное массовое соотношение компонентов литификата по скорости отвердевания смеси – $1 : 0,027 : 1$ (фильтрат : коагулянт : доменный шлак). Полученный материал проанализирован на растворимость и содержание различных форм металлов. Установлено, что при инфильтрации атмосферных осадков через литификат будет вымываться всего 3% материала, концентрации валовых и подвижных форм тяжелых металлов не превышают предельно допустимых, за исключением валового содержания мышьяка, подвижных и водорастворимых форм которого обнаружено не было. Материалу присвоен IV класс опасности отхода.

Публикации в прочих изданиях:

5. Пашкевич, М.А. Исследование техногенной трансформации шлакового отвала доменного производства / М.А. Пашкевич, **Ю.А. Куликова** // Материалы XVIII Международной научно-технической

конференции: «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022), Уфа, УГАТУ, 1-15 мая 2022 года / Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа. – 2022. – Т. 2. С. 207-212. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49603538_93648202.pdf.

Соискателем представлены исследования техногенной трансформации шлакового отвала металлургической отрасли доменного производства. Для исследования процесса трансформации техногенного массива были произведены: визуальная оценка шлаковых ям доменного производства, тепловизионная съемка с беспилотного летательного аппарата, бурение скважин с последующими полевыми измерениями температуры массива, температуры, влажности и компонентного состава отходящих газов, отбор проб.

6. Пашкевич, М.А. Исследование трансформации техногенного массива цеха по переработке металлургических шлаков / М.А. Пашкевич, **Ю.А. Куликова** // Сборник научных трудов по материалам Всероссийской студенческой конференции с международным участием «Геоэкология: теория и практика», Москва, РУДН, 18-19 ноября 2022 года / Российский университет дружбы народов. – Москва. – 2022. С. 532-541. URL: <https://lab-env.rudn.ru/faculty/ef/vserossiiskaya-studencheskaya-konferenciya-geoekologiya-teor>.

Соискателем представлены лабораторные исследования по анализу техногрунта на установление потерь при прокаливании, массовой доли углерода общего и компонентного состава шлака с последующим расчетом модуля его основности.

7. Матвеева, В.А. Литификация как способ утилизации фильтрата полигонов твердых коммунальных отходов / В.А. Матвеева, **Ю.А. Куликова** // Материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции «Приоритетные и перспективные направления российской науки в условиях геополитической нестабильности», Рязань, АНО «НИИ ДПО», 25 сентября

2023 года / Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Концепция". – Рязань. – С. 151-153. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54710928_63676125.pdf.

Соискателем проведен анализ специфичных сточных вод, так называемого фильтрата. Предложен способ утилизации фильтрата – литификация. Литификат на основе фильтрата и металлургического шлака может найти применение в процессе эксплуатации полигона ТКО в качестве пересыпного материала.

8. Матвеева, В.А. Проблемы образования и утилизации фильтрата полигонов твердых коммунальных отходов / В.А. Матвеева, **Ю.А. Куликова** // Материалы XXXIV Молодежная научная школа-конференция, посвященная памяти член-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии», Санкт-Петербург, ИГГД РАН, 2-6 октября 2023 года / ИГГД РАН. – Санкт-Петербург. – 2023. – С. 132-136. URL: https://ipgg.ru/sites/default/files/news/Kratz2023_abstracts.pdf.

Соискателем проведен анализ существующих способов очистки сточных вод полигонов ТКО – фильтрата. Установлено, что ни один из способов по отдельности не помогает достичь требуемой степени очистки.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023685131 Российская Федерация. Программа для расчета прочности бетонной смеси с использованием доменного шлака в составе. Заявка № 2023684266: заявл. 15.11.2023: опубл. 23.11.2023 / М.А. Пашкевич, И.П. Сверчков, **Ю.А. Куликова**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 1 с.

Соискателем эмпирически установлена зависимость сроков

отвердевания материала от количества вносимого вяжущего компонента, представленного техногенным отходом черной металлургии – доменным шлаком, вместо природного компонента – цементного клинкера. Данная зависимость отражена в программе и помогает рассчитать необходимое количество внесения шлака для затвердевания смеси в определенные сроки.

Апробация диссертационной работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

- XVIII Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-22)» (май 2022 года, г. Уфа);

- Всероссийская студенческая конференция с международным участием «Геоэкология: теория и практика» (ноябрь 2022 года, г. Москва);

- Международный научный симпозиум «Неделя Горняка-2023» (февраль 2023 года, г. Москва);

- XXXIV Молодежная научная школа-конференция, посвященная памяти член-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (октябрь 2023 года, г. Санкт-Петербург);

- XXII Всероссийская научно-практическая конференция «Приоритетные и перспективные направления российской науки в условиях геополитической нестабильности», (сентябрь 2023 года, г. Рязань).

В диссертации Куликовой Юлии Алексеевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **И.П. Веретельника**, директора Санкт-Петербургского филиала ООО «Научно-проектный центр «Акрон инжиниринг»; **А.С. Нартова**, к.г.н., доцента кафедры геоэкологии и природопользования ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»; **Л.Т. Крупской**, д.б.н., профессора, главного научного сотрудника ФБУ «Дальневосточный НИИ

лесного хозяйства»; **С.А. Лемановой**, к.т.н., начальника управления охраны окружающей среды дирекции охраны труда, промышленной безопасности и экологии Акционерного общества «Полиметалл управляющая Компания»; **А.В. Чебакова**, к.т.н., менеджера по инжинирингу службы управления проектом Подольского месторождения ООО «Башкирская медь»; **А.В. Харламовой**, к.т.н., доцента кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»; **А.И. Калугина**, к.т.н., директора департамента Кировского филиала АО «Апатит» по обогащательному производству.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. Для полноты исследования хотелось бы видеть сравнения физико-механических параметров полученного техногрунта и используемого в настоящее время грунта для изоляции полигонов ТКО (**И.П. Веретельник**);

2. Возможно ли использование данного техногрунта для гидроизоляции полигона на этапе его разработки и окончательной изоляции при его консервации (**И.П. Веретельник**)?

3. В тексте автореферата по отношению к отходам доменного производства металлургической промышленности автор использует термин «ТКО (твёрдые коммунальные отходы)». Однако в соответствии с определением, представленном в ст. 1 Федерального закона №89-ФЗ от 24.06.1998 (с изм. и доп. 01.03.2025) «Об отходах производства и потребления», к ТКО относятся «отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и

бытовых нужд. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами». Т.о., возникает вопрос об уместности употребления термина «ТКО» по отношению к объекту исследования (**к.г.н. А.С. Нартов**);

4. В списке основных работ, опубликованных по теме диссертации, приведено свидетельство на разработку программы для расчёта прочности бетонной смеси. Подобная программа, безусловно, является значимой составляющей исследований автора. Но в тексте автореферата практически нет упоминаний о данной разработке, хотя на рисунках 3-5 приведена важная информация о времени отвердевания исследованных материалов. Т.о., не вполне понятно, получены эти данные расчётным или экспериментальным путём (**к.г.н. А.С. Нартов**);

5. Целесообразно внедрить оригинальные результаты исследования Ю.А. Куликовой в образовательный процесс университета для студентов, обучающихся по дисциплинам: «Системы обеспечения экологической безопасности», «Экономика природопользования», «Промышленная безопасность», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Горнопромышленная экология» и др. (**д.б.н. Л.Т. Крупская**);

6. С учетом того, что полученный техногрунт разрушается под действием внешних сил без пластичной деформации, в автореферате не представлены результаты физического моделирования процесса пылеуноса при хранении материала на открытой площадке (**к.т.н. С.А. Леманова**);

7. Следует обратить внимание на возможность использования побочных продуктов других производств в качестве вяжущего компонента (стальшлак, шламы и т.д.). Данное замечание может помочь повысить качество исследования и сделать его более полным (**к.т.н. А.В. Чебаков**);

8. Не хватает важнейшей характеристики материала на прочность (**к.т.н. А.В. Чебаков**);

9. В работе указывается, что лабораторными и расчетным методом проводилось определение класса опасности полученного материала (с. 17), без конкретизации таковых. Далее утверждается, что по результатам биотестирования материал имеет IV класс опасности. Однако, не приводится никаких более подробных данных по этим исследованиям и расчетам, при том, что именно класс опасности техногенных отходов может стать одним из лимитирующих факторов их использования в качестве инертного материала на полигонах ТКО (**к.т.н. А.В. Харламова**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея по использованию техногрунта на основе стабилизированного доменным шлаком фильтрата полигонов ТКО в качестве промежуточного изоляционного слоя при захоронении твердых коммунальных отходов;

предложен нетрадиционный подход к снижению техногенной нагрузки на компоненты природной среды от образования и накопления отходов доменного производства на основе использования измельченного отвального шлака в качестве активной минеральной добавки при стабилизации фильтрата полигонов ТКО;

доказана вероятность возникновения эндогенных возгораний при складировании шлаков доменного производства на территории техногенного массива, сопровождающихся выделением газообразных продуктов неполного горения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность возникновения неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся при складировании отходов доменного

производства на территории техногенного массива, сформированного разнородными отходами, и заключающихся в протекании процессов эндогенного горения с выделением горючих газов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов и подходов, заключающихся в анализе разработок зарубежных и российских авторов существующих направлений утилизации доменного шлака и методов очистки фильтрационных вод полигонов ТКО; проведении полевых мониторинговых исследований техногенных массивов доменного производства; проведении лабораторных исследований образцов отвальных доменных шлаков, фильтрата полигонов ТКО и процессов его стабилизации с использованием приборной базы Научного центра «Экосистема» Санкт-Петербургского горного университета (рентгенофлуоресцентная спектрометрия, рентгеновская порошковая дифрактометрия, атомно-эмиссионная спектрометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография); обработке полученных результатов;

изложена возможность использования некондиционного доменного шлака в качестве активной минеральной добавки при стабилизации фильтрата полигонов ТКО;

раскрыты условия и ограничения применения доменного шлака в качестве активной минеральной составляющей при стабилизации свалочного фильтрата для дальнейшего применения полученного материала в качестве изолирующего грунта;

изучены системы обращения с отходами доменного производства в России и за рубежом, включая оценку актуальных технологий их утилизации, принятых в отечественной и зарубежной практике;

проведена модернизация существующих технологических решений по утилизации шлаков доменного производства с получением нового направления совместной утилизации доменного шлака, процессы распада в котором завершены не были, и фильтрата полигонов ТКО.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в 2024 году в проекте технической документации ООО «Компания ГрандПроект» при разработке мероприятий по утилизации фильтрата на полигоне твердых коммунальных отходов ООО «Полигон», г. Тверь, (акт о внедрении (использовании) результатов от 25.11.2024); диссертационное исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2024-0005);

определены перспективы практического использования некондиционного отвального доменного шлака в качестве активной минеральной добавки для стабилизации фильтрата полигонов ТКО с последующим получением техногрунта;

создана система практических рекомендаций по внедрению предлагаемой технологии на действующие полигоны хранения ТКО для послойной изоляции складываемых отходов созданным техногенным материалом;

представлены методические рекомендации по созданию безопасного техногрунта, применение которого возможно исходя из правил по эксплуатации полигонов хранения ТКО в качестве изолирующего материала.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, использованы апробированные методики измерения, реализованные на поверенном оборудовании в аккредитованной лаборатории моделирования экологической обстановки Научного центра «Экосистема» и в Научно-образовательном центре коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием Санкт-Петербургского горного университета, показана высокая воспроизводимость результатов в различных условиях;

теория построена на известных и проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными в открытом доступе результатами

аналитических исследований по теме диссертации, выполненных другими авторами, и по смежным отраслям наук;

идея базируется на анализе практики и обобщения передового опыта существующих способов утилизации шлаков доменного производства и очистки фильтрата полигонов ТКО;

использовано сравнение полученных автором результатов экспериментальных исследований с данными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлена сходимость результатов лабораторных испытаний с теоретическими исследованиями, представленных в различных источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и формулировке задач диссертационного исследования; анализе отечественной и зарубежной научной литературы по теме исследования; проведении мониторинга шлакоотвалов металлургического комбината; проведении полевых исследований по установлению деформации техногенной насыпи и отбора проб для дальнейшего лабораторного анализа; обосновании невозможности использования отвального доменного шлака по существующим направлениям его утилизации; проведении лабораторных исследований по определению состава доменного шлака; проведении лабораторных исследований по установлению дозы внесения доменного шлака при стабилизации фильтрата полигонов ТКО с дальнейшим получением техногрунта; разработке технологического решения по утилизации образующихся отходов производства чугуна; оценке эколого-экономической эффективности предлагаемого средозащитного мероприятия; подготовке публикаций по результатам исследований.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Куликова Юлия Алексеевна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 30 июня 2025 года диссертационный совет принял решение присудить **Куликовой Юлии Алексеевне** ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научной задачи, направленной на повышение эффективности утилизации отходов производства и потребления, имеющее существенное значение для снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

30.06.2025 г.



Протосеня

Анатолий Григорьевич

Афанасьев

Павел Игоревич