

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.2
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.06.2025 № 8

О присуждении Аргимбаевой Кристине Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование параметров посекционной технологии формирования и открытой разработки техногенных месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 21.04.2025, протокол заседания № 5, диссертационным советом ГУ.2 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 14.11.2022 № 1772 адм, с изменения от 13.07.2023 № 1090 адм, от 17.10.2024 № 1549 ад.

Соискатель Аргимбаева Кристина Владимировна, 21 мая 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 по настоящее время является аспирантом очной формы обучения на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Лигоцкий Дмитрий Николаевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, доцент.

Официальные оппоненты:

Тальгамер Борис Леонидович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, заведующий кафедрой;

Радченко Дмитрий Николаевич – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, отдел теории проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр, ведущий научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»**, г. Красноярск в своем положительном отзыве, подписанном Кисляковым Виктором Евгеньевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Открытых горных работ», Кадеровым Михаилом Юрьевичем, кандидатом технических наук, заведующим той же кафедрой, и утвержденном Гуцем Денисом Сергеевичем, проректором по учебной работе, указала, что реализация разработанных предложений в условиях техногенных месторождений, представленных отходами обогащения ГОКов КМА, позволит повысить производительность выемочно-погрузочного оборудования, полноту извлечения полезного компонента и тем самым снизить себестоимость добычи техногенного сырья, что имеет важное значение для горнодобывающих предприятий.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ, в том числе в 5 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 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Получены 2 патента и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 4,56 печатных листов, в том числе 2,54 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. Лигоцкий, Д.Н. Рационализация работы одноковшовых экскаваторов / Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Аргимбаева** // Рациональное освоение недр. – 2022. - № 6 (68). – С. 58-63. DOI: 10.26121/RON.2022.68.81.006.

В результате выполненных исследований соискателем разработаны новые методы повышения производительности одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша от 1,5 до 30 м³ на техногенных месторождениях, установлен график выполнения операций рабочего цикла экскаватора.

2. Лигоцкий, Д.Н. Установление взаимосвязи технологических параметров гидравлических экскаваторов с параметрами добычного забоя экскаватора / Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Аргимбаева** // Рациональное освоение недр. – 2022. - № 2 (64). – С. 56-59. DOI: 10.26121/RON.2022.29.73.007.

В результате выполненных исследований соискателем разработана методика взаимоувязки параметров гидравлических экскаваторов с добычным забоем хвостохранилища.

3. Аргимбаев, К.Р. Исследование винтовой сплошной навивки при формировании техногенного месторождения / К.Р. Аргимбаев, Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Миронова** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. - № 8 (31). – С. 3-8. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-8-31-3-8.

В результате выполненных исследований соискателем разработана установка по управлению сегрегационным процессом, выявлены зависимости распределения осевой и окружной составляющих скоростей потока при изменении шага навивки, определена эффективность разделения.

4. Аргимбаев, К.Р. Компьютерное моделирование винтовой сплошной навивки при формировании техногенного месторождения / К.Р. Аргимбаев, Е.В. Логинов, **К.В. Миронова** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. - № 8 (31). – С. 9-15. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-8-31-9-15.

В результате выполненных исследований соискателем разработана компьютерная модель процесса разделения частиц техногенного сырья по крупности и плотности.

5. Аргимбаев, К.Р. Технология формирования техногенного месторождения и определение параметров потерь, возникающих при ведении горных работ с использованием шагающего экскаватора / К.Р. Аргимбаев, Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Миронова**, М.О. Бовдуй // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. - № 5. – С. 35-42. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-35-42.

В результате выполненных исследований соискателем разработана технология формирования техногенного месторождения с последующей отработкой с использованием шагающего экскаватора, выявлено эмпирическое уравнение, описывающее забой шагающего экскаватора, построена 3D-модель забоя шагающего экскаватора при различных глубинах копания, выведена математическая формула треугольника потерь, образующихся в результате пересечения рабочих зон шагающего экскаватора.

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

6. Ligotskiy, D.N. The sectional formation technology of an anthropogenic deposit with its subsequent mining using a hydraulic pull shovel / D.N. Ligotskiy, **K.V. Argimbaeva** // Sustainable Development of Mountain Territories. – 2024. – № 16 (1). - P. 111-121. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-1-111-121.

Лигоцкий, Д.Н. Технология посекционного формирования техногенного месторождения с последующей отработкой гидравлическим экскаватором «обратная лопата» / Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Аргимбаева** // Устойчивое развитие горных территорий. – 2024. – № 16 (1). - С. 111-121. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-1-111-121.

В результате выполненных исследований соискателем обоснованы параметры разработанной посекционной технологии формирования и отработки хвостохранилища гидравлическими экскаваторами «обратная лопата», выявлены зависимости потерь техногенного сырья в секции от ее ширины.

7. Argimbaev, K.R. Investigations on material composition of iron-containing tails of enrichment of combined mining and processing in kursk magnetic anomaly of Russia / K.R. Argimbaev, D.N. Ligotsky, **K.V. Mironova**, E.V. Loginov // International Journal of Engineering. Transactions A: Basics. – 2020. – № 33 (7). - P. 1431-1439. DOI: 10.5829/IJE.2020.33.07A.31.

Аргимбаев, К.Р. Исследования вещественного состава железосодержащих хвостов обогащения горнообогатительных комбинатов Курской магнитной аномалии России / К.Р. Аргимбаев, Д.Н. Лигоцкий, **К.В. Миронова**, Е.В. Логинов // Международный журнал инженерии. – 2020. – № 33 (7). - С. 1431-1439. DOI: 10.5829/IJE.2020.33.07A.31.

В результате выполненных исследований соискателем определены физико-механические свойства хвостов обогащения, выявлены закономерности изменения содержания полезного компонента от класса крупности.

8. Argimbaev, K.R. Methods for the Reduction of Loss and Optimization Processes Open Pit Mining Operations When Mining Man-made Deposits Formed by Sections / K.R. Argimbaev, **K.V. Mironova** // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – № 13 (7). – P. 1624–1631.

Аргимбаев, К.Р. Методы снижения потерь и оптимизация процессов открытой добычи полезных ископаемых при разработке техногенных месторождений, сформированных по секциям / К.Р. Аргимбаев, **К.В. Миронова** // Журнал инженерных и прикладных наук. – 2018. – № 13 (7). – С. 1624–1631.

В результате выполненных исследований соискателем разработаны методы сокращения потерь в сформированном посекционно техногенном месторождении.

Публикации в прочих изданиях:

9. **Аргимбаева К.В.**, Лигоцкий Д.Н. Формирование техногенных месторождений, представленных хвостами обогащения // Сборник материалов «IV международного форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков «Проблемы горного дела» 28-29 ноября 2024 года (г. Донецк)». – 2024. – С. 40-42.

В результате выполненных исследований соискателем разработаны требования для создания новых технологий отработки хвостохранилищ, которые увеличат производительность ведения горных работ, повысят рентабельность.

10. **Аргимбаева К.В.**, Лигоцкий Д.Н. Формирование техногенных месторождений и методы сокращения потерь при добыче шагающими экскаваторами // Сборник материалов «III международного форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков «Проблемы горного дела» 6-7 апреля 2023 года (г. Донецк)». – 2023. - С. 51-54.

В результате выполненных исследований соискателем разработан принцип формирования техногенных месторождений и технологические схемы сокращения потерь добываемого сырья при выемке шагающими экскаваторами.

11. **Аргимбаева К.В.**, Лигоцкий Д.Н. Особенности формирования техногенных месторождений // Материалы XXII всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, с международным участием в г. Нерюнгри, посвященной 30-летию юбилею технического института (филиала) СВФУ им. М.К. Аммосова. – 2022. – С. 120-122.

В результате выполненных исследований соискателем определены этапы формирования техногенных месторождений.

12. **Миронова К.В.**, Аргимбаев К.Р. Технология формирования перспективных участков техногенного месторождения // Сборник научных трудов II Международного Форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков, посвященного 100-летию ДонНТУ. – 2021. – С. 100-103.

В результате выполненных исследований соискателем разработана технология формирования перспективных участков техногенного месторождения.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

13. Патент № 2775024 Российская Федерация, МПК C04B 28/02 (2006.01), C04B 24/04 (2006.01), C04B 16/06 (2006.01). Состав для изоляции пород и отходов от внешнего воздействия. Заявка №2021137254. Дата приоритета: 16.12.2021. Дата регистрации: 27.06.2022. Авторы: К.Р. Аргимбаев, **К.В. Аргимбаева**. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 9 с.

В результате выполненных исследований соискателем разработан состав для изоляции пород и отходов от внешнего воздействия.

14. Патент № 2661510 Российская Федерация, МПК E21C 41/26 (2006.01)E02B 7/06 (2006.01). Способ формирования и разработки техногенного месторождения и устройство для его осуществления. Заявка №2017127605. Дата приоритета: 01.08.2017. Дата регистрации: 17.07.2018. Авторы: К.Р. Аргимбаев, **К.В. Миронова**, П.К. Подлесный, М.О. Бовдуй. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 12 с.

В результате выполненных исследований соискателем разработаны технология посекционного формирования и освоения техногенного месторождения, а также устройство по управлению сегрегационным процессом.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016662579 Российская Федерация. Определение параметров добычного забоя при разработке хвостохранилищ. Заявка №2016660269. Дата приоритета: 03.10.2016. Дата регистрации: 15.11.2016. Авторы: К.Р. Аргимбаев, **К.В. Миронова**, М.О. Бовдуй. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 416 Кб.

В результате выполненных исследований соискателем разработана программа по определению коэффициента запаса устойчивости откоса

рабочего уступа, ширины призмы, возможного обрушения и безопасной высоты добычного забоя, что необходимо для повышения интенсивности разработки хвостохранилищ со сложными гидрогеологическими условиями залегания, производительности выемочно-погрузочного оборудования и уменьшения времени простоя из-за аварийных ситуаций.

Апробация работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

1. IV Международный форум студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков «Проблемы горного дела» (г. Донецк, ноябрь 2024 г.).

2. III Международный форум студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков «Проблемы горного дела» (г. Донецк, апрель 2023 г.).

3. XXII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, с международным участием (г. Нерюнгри, октябрь 2022 г.).

4. II Международный форум студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков, посвященном 100-летию ДонНТУ (г. Донецк, апрель 2021 г.).

В диссертации Аргимбаевой Кристины Владимировны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: главного инженера проекта ООО «Горные технологии и инновации», к.т.н. **О.Н. Таламановой**; главного специалиста открытых горных работ, транспорта и генплана АО «Гипроруда», к.т.н. **Е.Л. Левина**; профессора кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», д.т.н., доцента **Д.В. Доможирова**; директора ООО «Риф-Микромрамор», к.т.н. **А.А. Прохорова**; ведущего научного сотрудника отдела «Горное давление» РАНМИ, д.т.н. **В.А. Канина**; профессора кафедры «Разработки месторождений полезных ископаемых» ФГБОУ ВО ДонТУ, д.т.н., профессора **И.И. Клочко**.

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. На рис. 2 автореферата введено понятие приведенная скорость, что это значит? (д.т.н. **Д.В. Доможиров**);

2. В таблице 1, требуется пояснить фразу вероятность выделения класса -3,1+0 мм при установке делителя в 0,5D (д.т.н. **Д.В. Доможиров**);

3. На рис. 3 не ясно, каким образом будет происходить обмен автосамосвалов на скальной перегородке? (д.т.н. Д.В. Доможиров);

4. В таблице 1, где приведены результаты эксперимента влияния винтовой сплошной навивки на изменение скорости потока и вероятность выделения мелкого класса, не ясно, каковы единицы измерения вероятности выделения класса $-3,1+0$ мм при установке делителя $0,5 \cdot D$, которая равняется 0,88 (к.т.н. А.А. Прохоров);

5. В таблице 1, что подразумевается под равенством $l \approx 20 \cdot D$? (к.т.н. А.А. Прохоров);

6. Не понятно, почему автором не приведены данные, характеризующие количество выделяемых фракций, что является более логичным для технологической оценки такого способа сегрегации (д.т.н. И.И. Клочко);

7. Вызывает сомнение рекомендуемая последовательность отработки секции экскаватором типа обратная мехлопата с точки зрения повышения устойчивости. На наш взгляд простая послойная выемка будет обеспечивать достаточную устойчивость массива (д.т.н. И.И. Клочко);

8. К сожалению автором не приведены экономические показатели, связанные с затратами на процесс экранирования, что не позволяет в полной мере оценить перспективность этого предложения (д.т.н. И.И. Клочко).

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 секционному формированию и освоению техногенных месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА, обеспечивающая повышение полноты извлечения полезного компонента и производительности горного оборудования;

предложен нетрадиционный подход к формированию техногенных месторождений, включающий создание дамбы и перегородок между секциями из скальной вскрыши, искусственный сегрегационный процесс складирования железорудного техногенного сырья различной крупности в секции, экранирование заполненных секций разработанным составом от внешних осадков;

доказана перспективность использования разработанной посекционной технологии для формирования и последующего освоения техногенных

месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение о возможности выделения мелкого класса -3,1+0 мм с максимальным содержанием железа при посекционной укладке техногенного сырья за счет управления сегрегационным процессом с шагом навивки равном диаметру трубопровода;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, включающий исследования технологий формирования и разработки техногенных месторождений; лабораторные исследования свойств лежалых хвостов; проведение натурных экспериментов по управлению сегрегационным процессом и определению параметров забоя экскаватора драглайна; математическое трехмерное параметрическое моделирование и обработку результатов исследований на ЭВМ с использованием специализированных программных комплексов;

изложены положения, доказывающие обоснованность параметров посекционной технологии формирования и отработки секции с использованием гидравлических экскаваторов типа обратная лопата (или экскаваторов драглайнов) и компонентный состав для экранирования секций сформированного техногенного месторождения от внешних осадков;

раскрыта проблема накопления железосодержащих отходов и снижения качества добываемого техногенного сырья при валовой выемке, обоснована необходимость повышения полноты извлечения полезного компонента и производительности выемочно-погрузочного оборудования при формировании и разработке техногенных месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА;

изучены связи между осевыми и окружными составляющими скоростей потока и диаметра трубопровода при транспортировании железосодержащих хвостов обогащения; связи потерь полезного компонента при использовании гидравлических экскаваторов типа обратная лопата и ширины разрабатываемой секции, глубины черпания экскаватора; связи радиуса рабочей зоны добычного забоя экскаватора драглайна и глубины его копания в пределах разрабатываемой секции техногенного сырья.

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

разработаны и внедрены посекционная технология формирования и освоения железосодержащих техногенных месторождений с учетом

сегрегационного процесса, а также состав для изолирования осушенных секций техногенного сырья от внешних осадков;

определены перспективы практического использования разработанных технологических решений при формировании и разработке техногенных месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА;

создана система практических рекомендаций по обоснованию параметров посекционной технологии формирования и освоения техногенных месторождений, представленных железосодержащими хвостами обогащения ГОКов КМА, в зависимости от типа применяемого выемочно-погрузочного оборудования;

представлены рекомендации по определению ширины секции при формировании железосодержащих техногенных месторождений и сокращения потерь при отработке техногенных месторождений, представленных хвостами обогащения ГОКов КМА, в пределах каждой секции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты физического моделирования получены с использованием современных сертифицированных средств измерений, характеризуются сходимостью с данными производственных наблюдений;

теория построена на известных данных о механизме сегрегационного процесса на горно-обогатительных комбинатах, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении практического опыта и состояния исследований в области формирования и разработки техногенных месторождений;

установлено качественное совпадение авторских результатов исследований сегрегационного процесса на хвостохранилищах и изоляционного состава с данными других исследований, опубликованных в открытых источниках;

использованы лабораторные исследования свойств лежалых хвостов, физическое моделирование забоя экскаватора драглайна на аналогичном оборудовании.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе и обобщении существующего опыта разработки техногенных месторождений; создании и научном обосновании новой технологии; разработке методики и проведении лабораторных и экспериментальных исследований; получении аналитических зависимостей; формулировке основных научных положений и

выводов; разработке практических рекомендаций; подготовке публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Аргимбаева Кристина Владимировна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 24.06.2025 диссертационный совет принял решение присудить Аргимбаевой Кристине Владимировне ученую степень кандидата технических наук за новые научно обоснованные технологические и технические решения посекционного формирования и отработки техногенных месторождений при одновременном управлении сегрегационным процессом, позволяющие повысить полноту извлечения полезного компонента, что имеет существенное значение для развития горной промышленности страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Зубов
Владимир Павлович

Ковальский
Евгений Ростиславович

24.06.2025 г.