

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.299.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 07 сентября 2022 г. № 24

О присуждении **Размахнину Константину Константиновичу**, гражданину РФ, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Научное обоснование и разработка концепции управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья» по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки) принята к защите 25 мая 2022 г. (протокол № 18), диссертационным советом Д 212.299.08, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЗабГУ») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30, приказ № 363/нк от «19» марта 2020 г.

Соискатель, Размахнин Константин Константинович, 16.05.1978 года рождения.

В 2001 г. соискатель окончил с отличием Читинский государственный технический университет по направлению «Горное дело» и получил степень магистра техники и технологии. В 2002 г. окончил Читинский государственный технический университет и получил квалификацию менеджер по специальности «Государственное и муниципальное управление». В 2004 г. окончил Забайкальский государственный педагогический университет им. Н.Г. Чернышевского и получил квалификацию юрист по специальности «Юриспруденция».

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему: «Повышение качества цеолитсодержащего сырья на основе применения магнитоэлектрических и ультразвуковых воздействий» защитил в 2005 году в диссертационном совете, созданном на базе Читинского государственного университета.

В период с 2009 по 2012 г. проходил обучение в докторантуре ФГБОУ ВО «ЗабГУ» по очной форме обучения на кафедре обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки). Работал на кафедре «Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья» с 2001 по 2017 гг., пройдя путь от ассистента до заведующего кафедрой. С 2017 года занимает должность заведующего Читинским филиалом Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО "ЗабГУ").

Научный консультант Хатькова Алиса Николаевна, доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО "ЗабГУ"), г. Чита.

Официальные оппоненты:

1. Морозов Валерий Валентинович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры общей и неорганической химии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» (НИТУ «МИСиС»), г. Москва.

2. Котова Ольга Борисовна, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией технологии минерального сырья Института геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), г. Сыктывкар.

3. Горлова Ольга Евгеньевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНТУ»), г. Иркутск в своем положительном отзыве, утвержденным исполняющим обязанности Ректора ФГБОУ ВО «ИРНТУ» Смирновым Владимиром Владимировичем, подписанным доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Обогащение полезных ископаемых и охрана окружающей среды имени С.Б. Леонова» ФГБОУ ВО «ИРНТУ» Федотовым Константином Вадимовичем, указала, что диссертационная работа Размахнина

Константина Константиновича на тему: «Научное обоснование и разработка концепции управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук, соответствует научной специальности «Обогащение полезных ископаемых». Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие недропользования и горных наук, в частности обогащения полезных ископаемых в Российской Федерации.

Диссертация обладает научной новизной и практической значимостью и отвечает требованиям к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук в соответствии с п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013. Автор диссертационной работы, Размахнин Константин Константинович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по научной специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых за научно обоснованные технические и технологические решения по рациональному и комплексному использованию цеолитсодержащих пород, базирующиеся на наилучших доступных технологиях их обогащения, переработки и модификации, для управления горнопромышленными отходами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых и охрана окружающей среды имени С.Б. Леонова» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», протокол № 11 от 23 июня 2022 г.

Соискатель имеет 93 опубликованные научные работы по теме диссертации, в том числе 2 монографии, 16 статей в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 11 статей из перечня журналов международных реферативных баз данных и систем цитирования Scopus и Web of Science, 6 патентов РФ на изобретения, которые, согласно Положению ВАК о присуждении учёных степеней, приравнены к рецензируемым изданиям. В опубликованных работах отражены все основные положения диссертации.

В опубликованных работах представлены результаты исследований в области обогащения, переработки и модификации цеолитсодержащих пород, научно обоснованы технические и технологические решения по их рациональному и комплексному использованию, а также применению в технологиях управления горнопромышленными отходами.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

Наиболее значительные работы:

1. **Размахнин, К. К.** Разработка и обоснование схем переработки цеолитсодержащего сырья на основе применения направленных и ультразвуковых воздействий / К. К. Размахнин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – Вып. 4. – С. 437–446.

2. Хатькова, А. Н. Перспективы использования модифицированных цеолитсодержащих пород основных месторождений Забайкалья / А. Н. Хатькова, **К. К. Размахнин** // Вестник Читинского государственного университета. – 2011. – № 3. – С. 119–124.

3. Хатькова, А. Н. Влияние воздействия ускоренными электронами на цеолитсодержащие породы Восточного Забайкалья / А. Н. Хатькова, В. И. Ростовцев, **К. К. Размахнин**, В. Н. Емельянов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. – № 6. – С. 167–174.

4. Milyutin, V. V. Natural Zeolites of Eastern Transbaikalia in Technologies for Mining Enterprises Wastewater Treatment / V. V Milyutin, **К. К. Razmakhnin**, A. N. Khatkova, N. A. Nekrasova // Journal of Environmental Research, Engineering and Management. 2020. – Vol. 76, No. 3. – P. 62–70.

5. **Размахнин, К. К.** Обоснование и разработка технологий обогащения и модификации цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья / К. К. Размахнин // «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых». – 2021. – № 3. – С. 148–157.

6. Шумилова, Л. В. Стратегии рационального и комплексного использования минерального сырья на основе наилучших доступных технологий и оценки жизненного цикла отходов горного производства / Л. В. Шумилова, А. Н. Хатькова, **К. К. Размахнин**, В. Г. Черкасов // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2021. – Т. 27, № 4. – С. 32–44.

7. Хатькова, А.Н. Обогащение и модификация свойств цеолитсодержащих пород с целью расширения областей их практического применения / А. Н. Хатькова, **К. К. Размахнин**, Л. В. Шумилова, В. Г. Черкасов, И. Б. Размахнина

// Горный информационно-аналитический бюллетень, 2021; (3–2). – С. 153–163.

8. Хатькова, А. Н. Оценка возможности комплексной переработки цеолитсодержащего сырья / А. Н. Хатькова, **К. К. Размахнин** // Разведка и охрана недр. – 2014. – № 6. – С. 48–49.

9. Хатькова, А. Н. Цеолитсодержащие породы Восточного Забайкалья: новые технологии переработки / А. Н. Хатькова, **К. К. Размахнин** // Вестник Института геологии Коми научного центра УрО РАН. – 2016. – № 1. – С. 30–33.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Соложенкин Пётр Михайлович, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН (ИПКОН РАН), заслуженный деятель науки РФ, академик национальной академии Таджикистана, г. Москва.

Замечания:

1. На рисунке 10 и рисунке 15 показаны мессбауэровские спектры цеолитсодержащей породы (ЦСП), исходные и предварительно обработанные МЭМИ, а также после обжига ряда месторождений.

Соискатель не смог интерпретировать спектры с позиции мессбауэровской спектроскопии (эффекта Мессбауэра). Измеряя зависимость интенсивности прошедшего через поглотитель или рассеянного (излучения) от скорости получаем мессбауэровский спектр, характеристика которого является положение линий в шкале скорости, их число, относительная интенсивность, форма и площадь.

Если спин ядра $l > 1/2$, это взаимодействие приводит к расщеплению ядерного энергетического уровня на подуровни, и в мессбауэровском спектре возникают несколько линий резонансного поглощения. Это характерно для ЦСП Талан-Гозагорского месторождения.

2. Автор работы отмечает, что воздействие МЭМИ на ЦСП приводит к образованию систем трещин и микротрещин по границе срастания цеолитовых и породообразующих минералов, обуславливающих и дальнейшую эффективную дезинтеграцию и обогащение.

Чем отличается система трещин от микротрещин и их отдельная роль при процессе дезинтеграции и обогащения?

3. Автор разработал технологию рекультивации хвостохранилища и захоронения токсичных и радиоактивных отходов, позволяющие существенно уменьшить пыление техногенных образований и исключить возможности миграции токсичных и радиоактивных компонентов в почву, подземные воды

и атмосферу за счет применения ЦСП.

Однако, автор не предложил способ дальнейшего использования предельного насыщенного ЦСП токсичными и радиоактивными компонентами.

4. Автор предложил результаты реализации Концепции управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования ЦСП Восточного Забайкалья в виде рисунка 24, который полиграфически сложен, подробный, мелкого масштаба, сложного для чтения и анализа, превалируют эмпирические зависимости.

2. Морозов Юрий Петрович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых» ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (ФГБОУ ВО «УГГУ»), г. Екатеринбург.

Замечания:

1. Требуется пояснения, каким образом увеличение диаметра окон цеолита до 0,6 - 0,75 мм обеспечивает высокую избирательную адсорбционную способность к цезию, стронцию, мышьяку, торию и нефтепродуктам.

2. В работе отсутствует доказательство эффективности использования цеолитов при обработке поверхности хвостов в хвостохранилище по сравнению с другими наполнителями гидросуспензии с полимерами.

3. Газалеева Галина Ивановна, д-р техн. наук, заведующий отделом рудоподготовки и специальных методов исследования АО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург.

Замечания:

1. В блок схеме, рисунок 1 автореферата, в блок 1 рекомендуется в голове аналитического и научно-исследовательского блока добавить пункт по разработке технического задания на создание альтернативных технологий НДТ (стр. 13 автореферата).

2. Таблица 1 не информативна, так как в ней приведены слишком широкие пределы содержания основных минералов и их физических свойств для региона в целом. Следовало бы привести эти данные для нескольких конкретных характерных месторождений, представляющих в целом картину региона (стр. 17 автореферата).

3. Какой вид электростатической сепарации исследовался (стр. 26 автореферата)?

4. Кондратьев Сергей Александрович, д-р техн. наук, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск.

Замечания:

1. Автор, утверждая, что воздействие на цеолитсодержащие породы мощными электромагнитными импульсами приводит к образованию систем трещин и микротрещин по границам срастания цеолитовых и породообразующих минералов, не поясняет, в чем принципиальное отличие между этими дефектами и какова их роль при дезинтеграции и обогащении.

2. На рисунке 18 автореферата представлены альтернативные варианты технологий рудоподготовки и обогащения цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья, включающие обжиг минерального сырья в двух диапазонах температур. Автор не приводит информацию, характеризующую рациональность применения данных технологических параметров термической обработки.

5. Макаров Дмитрий Викторович, д-р техн. наук, директор Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН» (ИЦПЭС КНЦ РАН), г. Апатиты.

Замечания:

1. На схеме технологий рудоподготовки и обогащения ЦСП (рисунок 18, с.27) температура обжига представлено два диапазона температур обжига. С чем это связано?

2. Не приведены единицы измерения дозы облучения на рисунке 18 (с.27)?

3. Изменения энергии Гиббса ΔG при протекании реакций разложения цеолита и микроклина положительны (с. 29). Процессы протекать не могут?

4. По отношению к каким ионам или соединениям в таблице 5 (с. 30) приведена адсорбционная способность природных цеолитов Восточного Забайкалья до и после кислотной обработки?

5. Мероприятия по рекультивации (консервации) хвостохранилищ включает операцию обработки их поверхности смесью ЦСП с водой (с. 34). Какой расход гидросмеси на единицу площади?

6. Чикин Андрей Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологий и предпринимательства Педагогического института ФГБОУ ВО Иркутского государственного университета (ФГБОУ ВО ИрГУ), г. Иркутск.

Замечания:

1. В пятом положении научной новизны (с. 6) не совсем верно через запятую непосредственно связывать «теоретически обоснованную... возможность закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ»,

обработанных ПАА-ГС (с. 35) с «теоретически обоснованной» возможностью очистки сточных и оборотных вод от «радионуклидов и нефтепродуктов» с применением ЦСП.

2. Из принципиальной технологической схемы переработки ЦСП (с. 28) не ясно, какие фракции ЦСП после электромагнитной сепарации поступают на электростатическую сепарацию и какой класс крупности имеет получаемая проводящая фракция - «цеолитовый продукт». Ведь именно ее предлагается использовать для «адсорбционных процессов» очистки.

3. Неясно, зачем «наименее кислотоустойчивый шабазит» (с. 30) подвергать 10- 20 % кислотной обработке с фиксацией значительной потери его адсорбционных свойств (табл. 5 с. 30). Но, тем не менее, автором предлагается этот шабазит после обработки с заявленными размерами входных окон 0,6-0,7 нм (табл. 7 с. 32) использовать для сорбционной очистки?!

4. В автореферате, к сожалению, не представлены сведения о хотя бы предполагаемом физико-химическом механизме (механизмах) взаимодействия поверхности цеолитовых минералов (с открывшимися в них до размеров 0,6-0,75 нм «входными окнами» (табл. 7 с. 32) с адсорбированными компонентами, будь то цезий, стронций, торий, мышьяк, нефтепродукты и диоксид серы.

7. Тусупбаев Несипбай Куандыкович, д-р техн. наук, чл.- кор. КазНАЕН, заведующий лабораторией обогащения и флотореагентов НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева», АО «Институт металлургии и обогащения», Республика Казахстан, г. Алматы

Замечания:

1. Автор работы считает, что наиболее перспективными методами направленного повышения контрастности разделительных свойств цеолитовых и породообразующих минералов являются следующие виды физических воздействий: акустические (ультразвуковые), мощные электромагнитные импульсные (МЭМИ), ускоренные электроны и термические. *Однако эффективность извлечения железосодержащих примесей электромагнитной сепарацией во всех методах воздействия приблизительно одинаковая, и поэтому из автореферата не совсем ясно, какая технология менее затратная и эффективная?*

2. Кислотная обработка месторождений ЦСП увеличивает диаметры входных окон основных цеолитовых минералов (клиноптилолита, шабазита, морденита) до 0,6-0,75 нм и повышает значения модуля 81/A1 (19,85-32,0) в

изменяющемся диапазоне концентраций серной кислоты (1-10 %). Однако не совсем понятно, какова процентная доля увеличенных входных окон?

3. Сравнительная оценка адсорбционной способности природных цеолитов до и после кислотной обработки не совсем сильно отличается по отношению к радиоактивным элементам (цезий, стронций и др.) для сорбционной очистки сточных и оборотных вод. И насколько экономически целесообразна такая обработка в больших масштабах?

8. Рыспанов Нурлан Бектасович, д-р техн. наук, главный научный сотрудник Научно-исследовательского проектного института «Казтехпроект», Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Замечания:

1. Не приведена информация о минеральном составе железосодержащего и полиминерального продуктов, получаемых по технологии, представленной на рисунке 18.

2. Не указаны направления применения продуктов переработки цеолитсодержащих пород в стройиндустрии.

9. Михайлов Александр Геннадьевич, д-р техн. наук, заведующий лабораторией минеральных ресурсов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт химии и химической технологии СО РАН» (ИХХТ СО РАН), г. Красноярск.

Замечания:

1. На рисунке 13 автореферата подрисовочные подписи не соответствуют обозначениям на графике, а именно: информацию о каком материале отражают кривые 1.1 и 2.2 на графиках?

2. На стр. 27 автореферата отмечено, что «...эффективным способом извлечения железосодержащих примесей из ЦСП является электромагнитная сепарация в изодинамическом поле с применением модернизированного магнитного сепаратора». Ранее в автореферате при описании второго защищаемого положения ничего не было сказано какой базовый магнитный сепаратор был модернизирован для проведения исследований и в чем его преимущества, в сравнении с серийно выпускаемыми.

3. Операции рудоподготовки одни из самых энергоемких и до какой крупности измельчается материал для последующего обогащения — вопрос очень актуальный. По материалам, представленным в автореферате непонятно на какую конкретно крупность ЦСП после дробления эффективно направленное воздействие ультразвуком, МЭМИ, ускоренными электронами, обжигом и затем до какой крупности идет дальнейшее измельчение

цеолитсодержащего сырья? От минус 0,1 мм до 0 мм — довольно широкий диапазон крупности и до какой конкретно крупности нужно измельчать обработанный материал до 50, 60 или 80% класса минус 0,074 мм? Энергозатраты и расходные материалы на измельчение, с уменьшением крупности измельчения рудного сырья будут возрастать и соответственно это будет влиять на себестоимость конечной продукции.

4. На рисунках 8, 9, 12, 16 автореферата эффективность извлечения ЦСП возрастает после направленного воздействия одним из способов, рассматриваемых в автореферате в крупности минус 0,1 мм. На рис. 14 и по тексту на стр. 24 отмечено, что для ЦСП Талан-Гозагорского и Шивыртуйского месторождений при обработке ускоренными электронами последующая электромагнитной сепарацией проведена в крупности $-0,3+0,1$ мм. На рис. 18 автореферата направленный вид воздействия применяется на крупности $2+0,1$ мм и затем измельчение сырья до минус 0,1 мм (?) и далее по технологической схеме опять применение операций с ультразвуком, МЭМИ, ускоренными электронами, обжигом. На рис. 19 автореферата направленный вид действия идет после операции дробления (опять же не ясно до какой крупности), затем идет операция грохочения (по какому классу и вообще зачем здесь эта операция, если весь материал идет на дальнейшее измельчение?), после измельчения идет сушка и далее после классификации по узким классам крупности применяются классические методы обогащения. Необходимо пояснить, до какой крупности целесообразно проводить дробление исходного сырья, и до какой крупности осуществлять измельчение предварительно обработанного направленным воздействием ЦСП, с целью эффективного извлечения в последующих операциях обогащения.

10. Левченко Елена Николаевна, д-р геол.-мин. наук, заместитель генерального директора ФГБУ «Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов», директор Центра научно-методического обеспечения геолого-разведочных работ на РМ объекты (ФГБУ «ИМГРЭ»), г. Москва

Замечания:

1. Не смотря на то, что схема на рис. 20 патентозащищенная, процесс обесшламливания должен быть после ультразвуковой обработки, что бы удалить образованные в процессе шламы.

2. Учитывая минеральный состав ЦСП (табл. 1), для удаления примесных минералов потребуются мокрая высокоградиентная магнитная сепарация с высокой индукцией поля. Перед последующей

электростатической сепарацией потребуются сушка, что не предусмотрено на рис. 20.

3. По информации, полученной из от ООО «Александра-Плюс» - ультразвуковые технологии и оборудование (г. Вологда), для обеспечения промышленной производительности потребуется от 20 до 50 излучателей. Поэтому затраты на получение конечной продукции (ЦСП) 10 руб./т вызывают сомнение.

11. Лихневич Елена Германовна, д-р геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»);
Якушина Ольга Александровна, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»), г. Москва.

Замечания:

1. Не ясно, что автор понимает под «наилучшими доступными технологиями». Что конкретно вкладывается в данном случае в термин «наилучшие», в чем преимущество этих технологий перед другими.

2. Автором широко используется термин «вмещающая примесь» («железосодержащие примеси», «немагнитные примеси»). Что это такое? Из текста, совершенно однозначно, следует, что к этой категории отнесены минералы нередко присутствующие в изучаемых горных породах в значимом количестве. Как правило, это второстепенные минералы (1-10%). Ни с минералогической, ни с технологической точки зрения их нельзя рассматривать в качестве примеси.

3. Из реферата не ясно (стр.23) как увеличиваются коэффициенты раскрытия шабазита и клиноптилолита при предварительной обработке горных пород ускоренными электронами. Появление трещин, микротрещин и прочее не определяет селективную дезинтеграцию минералов гр. цеолита и, как правило, не увеличивает количество свободных зерен, обычно присутствуют минеральные агрегаты (богатые и рядовые сростки минералов. Как были определены коэффициенты раскрытия цеолитов минералов)?

4. Из реферата также не ясно, что имеет в виду автор, говоря: «при температуре 200% практически не происходит химических изменений в молекулах природных цеолитов» (стр. 24).

5. Непонятно (стр. 29), как в железосодержащие минералы попал микроклин ($K[AlSi_3O_8]$) - калиевый полевой шпат, не содержащий железа вообще.

6. На стр.37 речь идет о «мономинералах цеолита». Если цеолит

минерал, то из каких «мономинералов» он состоит. Если «цеолит - горная порода, то уж она точно не может состоять из «мономинералов», так как в целом она представляет полиминеральный агрегат, состоящий из тесно ассоциирующих минералов.

7. По работе также есть технические замечания, например, на стр.31 говорится о кислотной обработке Шивыртуйского, Холинского и др. месторождений. Четко не определено понятие «цеолит». По тексту термин используется то применительно к минералу, то к горной породе.

12. Юшина Татьяна Ивановна, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»), г. Москва.

Замечания:

1. В автореферате недостаточно полно обоснован выбор салициловой кислоты для интенсификации процесса электростатической сепарации цеолитсодержащих пород.

2. Не ясно, какую размерность имеют дозы облучения, приведенные на рисунке 18.

3. В автореферате не приведены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность применения природных цеолитов в гидросуспензии для обработки поверхности техногенных образований по сравнению с существующими аналогами.

13. Корчевский Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой обогащения полезных ископаемых, декан горного факультета ГОУ ВПО «Донецкий государственный технический университет» (ГОУ ВПО «ДОННТУ»), Донецкая народная республика, г. Донецк.

Замечания:

1. В тексте автореферата указано, что воздействие «МЭМИ приводит к образованию систем трещин и микротрещин по границам срастания цеолитовых и породообразующих минералов, обуславливающих их дальнейшую эффективную дезинтеграцию и обогащение», было бы логичным привести подтверждающие данные соответствующего эффекта.

2. Разработанная автором стратегия рационального и комплексного использования минерального сырья на основе НДТ (на примере ЦСП Восточного Забайкалья) включает использование наилучших доступных технологий. Возможно, стоило привести в тексте автореферата основные нормативно-правовые акты, регламентирующие необходимость и рациональность внедрения такого рода технологий.

14. Руш Елена Анатольевна, д-р техн. наук профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС), г. Иркутск.

1. Разработанные технологии комплексного и рационального использования цеолитсодержащих пород декларируются, в том числе, и в качестве материала для стройиндустрии. В этой связи было бы рациональным уточнить, в каких именно отраслях строительной промышленности могут быть использованы цеолитсодержащие породы и продукты их переработки.

15. Брагин Виктор Игоревич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой обогащения полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВО СФУ), г. Красноярск.

Улучшение показателей магнитного обогащения цеолита после воздействия МЭМИ объясняется соискателем перекристаллизацией оксидов железа с укрупнением их зерен. В подтверждение приводятся результаты гамма-резонансной спектроскопии и термографического исследования. Из приведенных диаграмм, насколько можно видеть, такой вывод не следует. Было бы целесообразно уточнить и разъяснить, какие именно численные показатели, их изменение при МЭМИ, свидетельствуют об укрупнении зерен гематита, и насколько оно значительно. Кроме того, такой наглядный эффект, как укрупнение при перекристаллизации, легко доказывается микроскопическим исследованием, результаты которого также можно было бы привести для усиления доказательной базы работы.

16. Алехина Марина Борисовна, д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов ФГБУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» (ФГБУ ВО РХТУ), г. Москва.

Замечания:

1. С какой целью на рисунке 18 (с. 27) указаны два интервала термического воздействия (обжига)?

2. Из текста автореферата не ясно, могут ли полученные по предлагаемым технологиям природные цеолиты высокого качества применяться для сорбции других элементов (меди, цинка и т.д.) из сточных и оборотных вод.

17. Харитонов Олег Викторович, д-р хим. наук, главный научный сотрудник лаборатории хроматографии радиоактивных элементов ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук» (ИФХЭ РАН), г. Москва.

Замечания:

1. Из текста автореферата не ясен механизм влияния паров салициловой кислоты на процесс электростатической сепарации. Имеются ли более дешевые и доступные реагенты для получения аналогичного эффекта.

2. Предельно допустимые концентрации радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде определяются параметром уровня вмешательства и выражаются в Бк/кг, а не в мг/л, как написано у диссертанта.

3. В табл. 5 приведены значения адсорбционной способности природных цеолитов Восточного Забайкалья до и после кислотной обработки в мг/л. По какому компоненту приведены эти значения?

4. Имеются ли у автора диссертации сведения о влиянии dealюминирования на сорбционные характеристики ЦСП по отношению к тяжелым металлам (меди, никелю, цинку и др.)?

18. Никольский Александр Михайлович, д-р техн. наук, директор ООО «Горный проектно-изыскательский научно-исследовательский институт («Майнинг Про»)), г. Новосибирск.

Замечания:

1. По каким компонентам приведены значения адсорбционной способности природных цеолитов в табл. 5?

2. Имеются ли у соискателя рекомендации по аппаратурной реализации предлагаемых технологий очистки сточных вод и отходящих дымовых газов с применением природных цеолитов?

19. Фаткулин Анвир Амрулович, д-р техн. наук, профессор, директор Дальневосточного регионального учебно-методического центра высшего образования ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ФГАОУ ВО «ДВФУ»); **Андреев Андрей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, Отделение горного и нефтегазового дела, Политехнический институт (Школа) ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ФГАОУ ВО «ДВФУ»), г. Владивосток.

Без замечаний.

20. Гусева Татьяна Валериановна, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Москва.

Без замечаний.

21. Убаськина Юлия Александровна, канд. хим. наук, научный сотрудник лаборатории заказного органического синтеза ФГБУ «Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ Национального

исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА), г. Москва.

Без замечаний.

Все отзывы носят положительный характер. В них отмечены актуальность темы, научная новизна и практическая значимость исследований.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их практическим опытом, высокой квалификацией, известностью научными и практическими достижениями в области обогащения полезных ископаемых, публикационной активностью, наличием работ, относящихся к теме диссертации и опубликованных в рецензируемых научных журналах.

Выбор ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ») обосновывается тем, что учёные университета широко известны достижениями в области обогащения полезных ископаемых и управления отходами горнопромышленных предприятий, близкими к теме диссертационной работы, и могут компетентно определить научную новизну, практическую значимость работы, достоверность и обоснованность научных положений и выводов представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** Концепция управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья и классификация инструментов ее реализации, базирующаяся на внедрении наилучших доступных технологий обогащения, переработки, обезвреживания, захоронения и рекультивации техногенного сырья;

– **разработаны** виртуальные трехмерные молекулярные модели минералов группы цеолитов методом визуализации и рендеринга, позволяющие определить основные сорбционные характеристики пор и параметры сферических молекул: удельная поверхность, размеры ячейки, объем, максимальный диаметр, которые влияют на эффективность очистки сточных вод обогатительного производства;

– **предложен** научно обоснованный принцип разработки технологий обогащения цеолитсодержащих пород, базирующийся на рациональном сочетании технологических операций направленных воздействий (акустические, ускоренные электроны, мощные электромагнитные импульсы, термические, химические) с традиционными методами (магнитная и

электростатическая сепарация), позволяющий получать высококачественную минеральную продукцию с содержанием цеолитов до 99%, при необходимости – модифицированную, в соответствии с требованиями государственных стандартов и технических условий на концентраты;

– **доказана** эффективность использования технологий рудоподготовки цеолитсодержащих пород на основе применения альтернативных воздействий на минеральное сырьё (акустические, энергетические, термические), обусловленного сложным минеральным составом, тонким взаимопроращением минералов цеолита и пустой породы, нестабильностью электромагнитных и электрических свойств минералов с целью направленного повышения контрастности и активации физико-химических процессов на поверхности минеральных частиц и в их объеме для обогащения и/или химической модификации;

– **введена** изменённая трактовка старого понятия «обогащение полезных ископаемых», в соответствии с современными экологическими требованиями: обогащение полезных ископаемых – это совокупность процессов, способов, методов, приёмов извлечения ценных компонентов (а при необходимости и их взаимное разделение) из твёрдого минерального природного и техногенного сырья на основе оптимального сочетания наилучших доступных технологий, обеспечивающих предотвращение и/или минимизацию эмиссий в окружающую среду, с целью получения продуктов для дальнейшей технически возможной и экономически целесообразной переработки либо использования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказано** существенное изменение физико-химических свойств минеральных компонентов под влиянием направленных воздействий (акустические, энергетические, термические и химические), приводящие к разупрочнению и дезинтеграции цеолитсодержащих пород при подготовке минерального сырья к обогащению, повышению контрастности технологических свойств (усиление магнитных свойств железосодержащих примесей), увеличению сорбционной ёмкости цеолитов, позволяющих улучшить значения целевых показателей качества готовой продукции;

– **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс следующих методов: теоретический анализ литературных источников и имеющихся эмпирических данных, патентный поиск; базовых методов аналитических исследований, в том числе физико-механических и физико-химических свойств цеолитсодержащих пород с использованием термодинамического анализа, ИК-спектроскопии,

рентгенографии, ЯМР и EXAFS-спектроскопии, рентгеновской и мессбауэровской спектроскопии, электронной микроскопии; метод визуализации и рендеринга виртуальных трехмерных молекулярных моделей цеолитовых минералов; метод многофакторного планирования экспериментов; экспериментальные лабораторные исследования; метод контроля минерального, химического и фракционного состава цеолитсодержащих пород, продуктов обогащения, переработки и модификации; полупромышленные испытания; статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных; эколого-экономический анализ;

– **изложены** доказательства того, что выявленные зависимости степени dealюминирования и кремниевого модуля природных цеолитов от концентрации серной кислоты при переработке сырья по комбинированным технологиям (рудоподготовка с направленными воздействиями на минеральное сырьё, обогащение и гидрохимическая модификация), позволяют управлять качеством цеолитовой продукции и использовать её в технологиях обезвреживания, очистки сточных и оборотных вод обогатительных фабрик от радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs и нефтепродуктов;

– **раскрыта** сущность химической модификации цеолитсодержащих пород обработкой парами салициловой кислоты с концентрацией $(0,2-0,4) \cdot 10^{-3}$ кг/см³ в течение 30–60 мин с подогревом до 80 - 100°C), заключающаяся в зарядении поверхности тонкодисперсных цеолитсодержащих пород, повышающем их контрастность и эффективность электростатической сепарации, обеспечивающей содержание цеолитов в концентрате до 99,88 %;

– **раскрыта** сущность научно-методологического подхода к направленному изменению адсорбционных свойств природных цеолитов с использованием разработанного алгоритма выбора технологии, основанного на выявлении химической устойчивости и степени разложения входящих в состав пород минералов, а также на определении содержания оксида алюминия в исходном сырье и в продуктах модификации;

– **изучены** причинно-следственные связи между вещественным составом цеолитсодержащих пород и технологическими параметрами направленных воздействий на минеральное сырьё в операциях рудоподготовки к обогащению и установлено, что:

– воздействия мощными электромагнитными импульсами, высокой температурой, ускоренными электронами повышают в цеолитсодержащих породах долю крупнокристаллического гематита, его магнитную восприимчивости до $520-690 \cdot 10^{-8}$ м³/кг и, как следствие, эффективность электромагнитной сепарации цеолитсодержащего сырья;

– воздействия ускоренными электронами в диапазоне невысоких доз облучения (от 2 до 4 кГр), повышают коэффициент раскрытия минералов цеолита (клиноптилолит и шабазит) до 38 - 62 %, за счёт селективной дезинтеграции зерен минералов ценного компонента и пустой породы по границам срастания за счет образования дефектов, трещин и микротрещин, вызванных создаваемым внутренним напряжением и увеличивают извлечение цеолитовых минералов в концентрат;

– акустические воздействия при частоте волн 40 кГц за счет звукокапиллярного и диспергирующего эффектов повышают при обогащении эффективность отделения минералов цеолита от минералов пустой породы, содержащих гематит, в результате удаления с их поверхности пленок оксидов железа и частиц тонкодисперсного монтмориллонита и увеличения магнитной восприимчивости гематита до $215-220 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$;

– **проведена модернизация** (расширение, дополнение, детализация) функциональных возможностей горно-экологической концепции безотходного производства в части управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья посредством применения наилучших доступных технологий.

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

– **разработаны и внедрены (апробированы)** в полупромышленных условиях инновационные технологические решения обогащения цеолитсодержащих пород, соответствующие принципам наилучших доступных технологий:

– способ обогащения цеолитсодержащих пород (Патент РФ № 2455073), включающий рудоподготовку, акустическую обработку, электромагнитную и электростатическую сепарации с электризацией кислотой и позволяющий получать высококачественный цеолитовый концентрат с содержанием цеолитов до 99 % с возможностью деалюминирования как непроводящей фракции (хвостов), так и цеолитов;

– способ обогащения цеолитсодержащего сырья, включающий рудоподготовку с применением направленного воздействия (акустическая обработка, мощные электромагнитные импульсы, обжиг, обработка ускоренными электронами), электромагнитную и электростатическую сепарации;

– устройство для обогащения магнитосодержащего сырья (Патент РФ № 2278737) с изодинамическим магнитным полем;

– способ обогащения цеолитсодержащих туфов (Патент РФ № 2229342), включающий рудоподготовку, акустическую обработку, электромагнитную и электростатическую сепарации с электризацией салициловой кислотой при 80 °С;

– технологии рекультивации (консервации) хвостохранилищ (Патент РФ № 2513468) и захоронения токсичных и радиоактивных отходов (Патент РФ № 2515578, Патент РФ № 2393310), позволяющие существенно уменьшить пыление техногенных образований и исключить возможность миграции токсичных и радиоактивных компонентов в почву, грунты, подземные воды и атмосферу за счет применения цеолитсодержащих пород при формировании почвообразующего слоя и устройстве защитного экрана;

– **разработана** стратегия повышения эффективности и конкурентоспособности горных предприятий на основе наилучших доступных технологий рудоподготовки, обогащения и модификации, обезвреживания сточных вод, рекультивации и захоронения техногенных отходов, очистки отходящих дымовых газов;

– **определены** рациональные технологические параметры:

– процессов направленных воздействий на цеолитсодержащие породы ультразвуком, мощными электромагнитными импульсами, ускоренными электронами, термическими;

– методов электромагнитной сепарации (для извлечения железосодержащих минералов) и электростатической сепарации с обработкой цеолитсодержащих пород парами салициловой кислоты (для интенсификации процессов разделения минералов);

– способа модифицирования цеолитовых продуктов с кислотным dealюминированием для удаления оксидов алюминия, кремния, кальция, магния и железа, позволяющие повысить их адсорбционную ёмкость в 1,12 раза (клиноптилолит, морденит) и нефтеёмкость в 1,24 - 1,27 раза;

– **создана** система практических рекомендаций по внедрению в научно-исследовательскую деятельность ЦНИЛ ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение»; в проектную деятельность ООО «Горный проектно-изыскательский научно-исследовательский институт»; ООО «Забайкалзолотопроект»; в учебную деятельность высших учебных заведений России (учебное пособие в соавторстве с грифом УМО РАЕ, проект Tempus 543962-1-2013-1-DE-Tempus-IPHEC; проект РФФ 22-17-00040) и Института экологических технологий Вьетнамской академии наук;

– **представлены** предложения повышения уровня организации горного производства ООО «Диатомовый комбинат»; НПВО «Цеолит»; ООО

«Майнинг Про», позволяющие увеличить коэффициент комплексности использования цеолитсодержащих пород, коэффициент безотходности и повысить конкурентоспособность не только крупных промышленных компаний горной отрасли России, но и предприятий малого и среднего бизнеса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** результаты получены на современном сертифицированном оборудовании с использованием стандартных аттестованных отраслевых методик в аккредитованных лабораториях; достаточным и представительным количеством проб и натурных исследований; соответствием математических и физических моделей реальным процессам обогащения и химической модификации цеолитсодержащих пород; сходимостью результатов экспериментальных исследований в лабораторных условиях с результатами полупромышленных испытаний; применением методов математической статистики для обработки экспериментальных данных; экономической рентабельностью новых технологических решений; успешным внедрением результатов работы в научно-исследовательскую, проектную и учебную деятельность;

– **теория** построена на проверяемых данных и согласуется с ранее опубликованными результатами исследований в этой области;

– **идея базируется** на оценке опыта применения концепций управления отходами горной промышленности и обзоре современной нормативно-правовой базы в данной области, как в России, так и за рубежом, критическом анализе существующих технологий обогащения, модификации и комплексной переработки цеолитсодержащих пород, обосновании выбора объектов исследования;

– **использованы** сравнения результатов исследований автора с ранее полученными результатами других исследователей, опубликованными в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ по рациональному и комплексному использованию минерального сырья;

– **установлено** качественное совпадение результатов исследований по проблемам развития теоретических основ обогащения, переработки, модификации, применения природных сорбентов в технологиях управления горнопромышленными отходами, сопоставимых с известными результатами и достижениями ведущих организаций (ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук» (г. Москва); ФГБУН «Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук»

(г. Новосибирск); ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет» (г. Чита); ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук» (г. Москва); ФГБУН «Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук» (г. Москва); АО «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» (г. Казань); ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук» (г. Новосибирск); «Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения РАН ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (г. Сыктывкар);

– **использованы** результаты анализа отечественного и зарубежного опыта реализации технологий обогащения, модификации и комплексной переработки цеолитсодержащих пород, в том числе ООО Научно-производственное внедренческое общество «Цеолит» (Забайкальский край), ООО «Диатомовый комбинат» (Ульяновская область), Industrial company «АТС-Iran» (республика Иран), ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (Забайкальский край); результаты тестирования, лабораторных исследований на малых и укрупнённых технологических пробах цеолитсодержащих пород, полупромышленных испытаний.

Личный вклад автора состоит в следующем: обосновании идеи работы и её реализации, разработке концепции управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования минерального сырья на примере цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья и стратегии повышения эффективности и конкурентоспособности горных предприятий на основе наилучших доступных технологий, моделировании виртуальных трехмерных молекулярных моделей цеолитов, отборе и подготовке проб к исследованиям, выборе методов направленного воздействия на цеолитсодержащие породы, разработке новых методик исследований, проведении лабораторных исследований и полупромышленных испытаний, сравнительной оценке и обобщении результатов теоретических и экспериментальных исследований, выявлении и научном обосновании закономерностей изменения фазового состава, физико-механических и физико-химических свойств цеолитсодержащих пород при использовании методов направленного воздействия и модификации, обосновании принципов разработки технологических схем, разработке технологических схем переработки, обогащения, модификации цеолитсодержащих пород, обезвреживания сточных вод, рекультивации и захоронения техногенных

отходов, очистки отходящих дымовых газов с последующим их использованием в мероприятиях по управлению горнопромышленными отходами, проведении технико-экономических и эколого-экономических расчетов.

В ходе защиты диссертации высказаны следующие критические замечания: не изложены перспективы дальнейшего использования предельно насыщенного ЦСП токсичными и радиоактивными компонентами; необходимо было более детально представить информацию по фракциям крупности ЦСП, полученным при грохочении, поступающим на электромагнитную и электростатическую сепарации и классам крупности с точки зрения формирования целевых продуктов, например, цеолитового; дана ограниченная информация, касательно аппаратного оформления и режимных параметров (переменные, постоянные), при проведении исследований влияния мощных наносекундных электромагнитных импульсных воздействий на состав и физические свойства цеолитсодержащих пород; следовало углубить исследования в части установления механизма протекания физико-химических процессов на поверхности и в объёме цеолитсодержащих породы при воздействиях ускоренными электронами; в процессе проведения исследований следовало обратить внимание на неоднозначность роли алюминия, поскольку соотношение алюминия и кремния в сочетании со степенью гидратации этих элементов в матрице, определяет эффективность адсорбционных и ионообменных процессов.

Соискатель Размахнин К.К. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, и привёл собственную аргументацию: насыщенные токсичными и радиоактивными компонентами цеолиты предлагается регенерировать, не подлежащие регенерации цеолиты, рекомендуется использовать при закладке выработанного пространства шахт или подвергать захоронению; согласно разработанной принципиальной схеме переработки цеолитсодержащих пород, на электромагнитную и электростатическую сепарацию направляется пять фракций крупности (-2,0+1,0 мм; -1,0+0,5 мм; - 0,5+0,3 мм; -0,3+0,1 мм; - 0,1+0,03 мм), при этом каждая из фракций, после обогащения представляет собой продукт, удовлетворяющий техническим условиям на цеолитовую продукцию широкого спектра практического применения; возможно, следовало привести более подробную информацию об аппаратном оформлении процессов (например, технические характеристики оборудования) и о режимных параметрах процессов направленных воздействий мощными наносекундными электромагнитными импульсами при изучении влияния их на

состав, физико-химические и технологические свойства цеолитсодержащих пород.

С замечаниями по целесообразности углубления исследований в части установления механизма протекания физико-химических процессов на поверхности и в объёме цеолитсодержащих пород при воздействиях ускоренными электронами, а также неоднозначной роли алюминия в адсорбционных и ионообменных процессах, Размахнин К.К. согласился.

На заседании 07 сентября 2022 г. диссертационный совет Д 212.299.08 при ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», принял решение: на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований, изложенных научно обоснованных технических и технологических решений по рациональному и комплексному использованию цеолитсодержащих пород, базирующихся на наилучших доступных технологиях их обогащения, переработки и модификации, для управления горнопромышленными отходами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Размахнину К.К. учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет Д 212.299.08 при ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет» в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0.

Заключение подготовили:

Д-р техн. наук, профессор

Д-р техн. наук, доцент

Д-р техн. наук, доцент

И.о. председателя

диссертационного совета Д 212.299.08

д-р техн. наук, доцент

И.о. ученого секретаря

диссертационного совета Д 212.299.08

д-р техн. наук, доцент

07 сентября 2022 г.

В. П. Мязин
Л. В. Шумилова
В. Г. Черкасов

В. П. Мязин

Л. В. Шумилова

В. Г. Черкасов



Л. В. Шумилова

В. Г. Черкасов