

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.5
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.09.2026 № 9

О присуждении Максимовой Регине Игоревне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Синтез гидрокарбоалюминатов кальция и рециклинг известкового компонента при комплексной переработке нефелинового сырья» по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 24.07.2026, протокол заседания № 7, диссертационным советом ГУ.5 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 06.02.2023 № 153 адм, с изменениями от 30.03.2023 № 467 адм, от 27.04.2023 № 653 адм, от 13.07.2023 № 1090 адм, от 03.11.2023 № 1638 адм, от 02.09.2024 № 1281 адм, от 14.10.2024 № 1537 адм, от 03.07.2025 № 859 адм, от 21.11.2025 № 1527 адм.

Соискатель, Максимова Регина Игоревна, 17 августа 1998 года рождения, в 2022 году с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия.

С 01.10.2022 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры металлургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Работает ассистентом кафедры металлургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии, на экспериментальной базе Научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов», Научного центра «Геомеханики и проблем горного производства» федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Бричкин Вячеслав Николаевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра современного естествознания, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Шепелев Игорь Иннокентьевич – доктор технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Экологический Инжиниринговый Центр», директор;

Немчинова Нина Владимировна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра «Металлургия цветных металлов», заведующий кафедрой;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина»**, г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, подписанном Мамяченковым Сергеем Владимировичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой металлургии цветных металлов, Блудовой Даной Иршековной, старшим преподавателем той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном Обабковым Ильей Николаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, ректором указала, что теоретическая значимость результатов диссертации состоит в их соответствии и существенности для развития научной специальности 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов по целому ряду пунктов направлений исследований, в частности п.4 «Термодинамика и кинетика металлургических процессов», п.7 «Рециклинг материалов, переработка отходов производства и потребления», п.9 «Энергосбережение, утилизация отходов металлургического производства, снижение выбросов, в том числе парниковых газов» и п.19 «Гидрометаллургические процессы и агрегаты». Практическая значимость определяется разработкой оригинальных методических решений при выполнении теоретических и экспериментальных исследований, представляющих интерес для тиражирования в рамках последующих научно-исследовательских работ. Наряду с этим прикладным

значением обладает разработанная автором программа для расчета химического и вещественного состава твердых растворов на основе сложных алюминатов щелочноземельных металлов (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024682672 Российская Федерация) и способ комплексной переработки нефелинового сырья (Патент № 2865057 С1 Российская Федерация), позволяющий уменьшить эмиссию парниковых газов, снизить выход отвального шлама и достичь рационального соотношения основной и попутной продукции.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе в 3 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 международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ и 1 патент на изобретение.

Общий объем – 3,75 печатных листов, в том числе 2,12 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. Бричкин, В.Н. Производство глинозема: исторические этапы развития, проблемы и пути их решения. Часть 1. / В.Н. Бричкин, В.В. Васильев, Р.И. Максимова // iPolytech Journal. – 2023. – Т.27. – № 3. – Р. 583-597. DOI: 10.21285/1814-3520-2023-3-583-597. (№ 53 Перечня ВАК ред. 17.07.2023 г.)

Проведенный соискателем в статье анализ отечественных и зарубежных исследований и разработок, выполненных в период становления производства алюминия и до завершения эпохи его получения химическими методами, позволил установить, что добыча и переработка бокситов в указанный период были преимущественно связаны с изготовлением квасцов и сульфата алюминия, а в качестве прекурсора для их получения использовался гидроксид алюминия, вырабатываемый на химических заводах.

2. Sizyakov, V.M. Synthesis, properties and applications of complex calcium aluminates and hydroaluminates / V.M. Sizyakov, V.N. Brichkin,

R.V. Kurtenkov, R.I. Maksimova // Non-ferrous Metals. – 2025. – № 1. – P. 10-17. DOI: 10.17580/nfm.2025.01.02. (№ 102 Перечня ВАК ред. 09.12.2024 г.)

Сизяков, В.М. Синтез, свойства и применение сложных алюминатов и гидроалюминатов кальция / В.М. Сизяков, В.Н. Бричкин, Р.В. Куртенков, Р.И. Максимова // Non-ferrous Metals. – 2025. – № 1. – С. 10-17. DOI: 10.17580/nfm.2025.01.02.

Соискателем проведены экспериментальные исследования, направленные на установление влияния природы и соотношения катионов щелочных металлов в технических растворах на процесс кристаллизации гидрокарбоалюминатов кальция (ГКАК) и, как следствие, на физико-химические и структурно-морфологические особенности целевой фазы. Установлены заметные отличия в показателях лабораторного синтеза ГКАК на основе натрий и калий алюминатных растворов по степени конверсии оксида кальция в ГКАК и его выходу, содержанию ГКАК в осадке и его стехиометрии с насыщением по CO_2 , составляющим 0,79 и 0,62 моль соответственно, а для промышленного образца – 0,45 моль.

3. Maksimova, R. I. Recycling of the lime component in the complex processing of alkaline aluminosilicates / R. I. Maksimova, V. M. Sizyakov, V. N. Brichkin, R. V. Kurtenkov // Obogashchenie Rud. – 2026. – № 2. – P. 22-32. – DOI: 10.17580/or.2026.02.07. (№ 2046 Перечня ВАК ред. 17.02.2026 г.)

Максимова Р.И. Рециклинг известкового компонента при комплексной переработке щелочных алюмосиликатов / Р.И. Максимова, В.М. Сизяков, В.Н. Бричкин, Р.В. Куртенков // Обогащение руд. – 2026. – № 2. – С. 22-32. – DOI: 10.17580/or.2026.02.07.

Соискателем экспериментальным путем установлена возможность получения регенерированного известкового компонента, пригодного по содержанию SiO_2 (не более 2-3 %) для приготовления сырьевой портландцементной смеси и известняково-нефелиновой шихты. Выявлено, что получение оборотного известкового материала, удовлетворяющего требованиям по массовой доле примеси кремнезёма в твёрдом продукте гидрохимической обработки нефелинового шлама, возможно при достижении степени конверсии ортосиликата кальция более 90 %.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus:

4. Brichkin, V.N. Production and recycling of limes in integrated mineral processing / V.N. Brichkin, V.V. Vasiliev, I.S. Bormotov, R.I. Maksimova // Gornyi Zhurnal. – 2021. – № 11. – P. 88-94. DOI: 10.17580/gzh.2021.11.12.

Бричкин В.Н. Получение и рециклинг известковых компонентов при комплексной переработке минерального сырья / В.Н. Бричкин,

В.В. Васильев, И.С. Бормотов, Р.И. Максимова // Горный журнал. – 2021. – № 11. – Р. 88-94. DOI: 10.17580/gzh.2021.11.12.

Соискателем проведены экспериментальные исследования процесса регенерации известкового компонента в ходе гидрохимической обработки технологических продуктов и отходов производства глинозёма. Обоснована принципиальная возможность получения при содовой конверсии трёхкальциевого гидроалюмината (ТКГА), алюминатных растворов с пониженным каустическим модулем, удовлетворяющим условиям их декомпозиции и обеспечивающим возможность частичного восполнения потерь каустической щёлочи в технологическом цикле производства глинозёма. Установлен технологический режим предварительной карбонизации ТКГА, обеспечивающий как его полное разложение, так и возможность получения конечных продуктов с заданным выходом для их контролируемой содовой конверсии и получения алюминатных растворов требуемого состава.

5. Brichkin, V.N. Regeneration and recycling of lime component in complex processing of kaolin raw materials / V.N. Brichkin, R.V. Kurtenkov, R.I. Maksimova, I.S. Bormotov // Obogashchenie Rud. – 2024. – № 4. – Р. 32-38. DOI: 10.17580/or.2024.04.05.

Бричкин В.Н. Регенерация и рециклинг известкового компонента при комплексной переработке каолинового сырья / В.Н. Бричкин, Р.В. Куртенков, Р.И. Максимова, И.С. Бормотов // Обогащение руд. – 2024. – № 4. – С. 32-38. DOI: 10.17580/or.2024.04.05.

Выполненные соискателем экспериментальные исследования и аналитические работы позволили установить влияние параметров углекислотной конверсии ортосиликата кальция на показатели приготовления двухкомпонентной сырьевой портландцементной смеси, включая возможность существенного (до 6,6 %) снижения доли шламового потока, необходимого для регенерации известкового компонента, что не исключает получение сырьевой смеси алитового состава при степени конверсии около 10 % в ходе гидрохимической обработки всего потока шлама.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024682672 Российская Федерация. Программа для расчёта химического и вещественного состава твёрдых растворов на основе сложных алюминатов щелочноземельных металлов. Заявка № 2024680941: заявл. 11.09.2024; опубл. 26.09.2024 / В.Н. Бричкин, Р.И. Максимова, А.Т. Федоров;

заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 1с.: ил. – Текст: непосредственный.

Соискателем проведены тестирование и отладка программы для ЭВМ, реализующей автоматизированный расчёт материального баланса процесса синтеза гидрокарбоалюминатов кальция (ГКАК) в щелочных алюминатных растворах с различным мольным соотношением катионов натрия и калия в температурном интервале от 60 до 90 °С, а также позволяющей определить массовую долю целевой фазы в твёрдом продукте процесса и стехиометрический состав ГКАК на моль Al_2O_3 .

7. Патент № 2865057 С1 Российская Федерация, МПК С22В 21/00 (2006.01); С01F 7/38 (2006.01). Способ комплексной переработки нефелинового сырья. Заявка № 2025129286: заявл. 24.10.2025; опубл. 30.06.2026 / В.М. Сизяков, В.Н. Бричкин, Р.В. Куртенков, Р.И. Максимова; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 13 с.

Соискателем экспериментальным путем установлены технологические режимы гидрохимической обработки нефелинового шлама, обеспечивающие получение кальцийсодержащего материала с содержанием примеси SiO_2 не более 2-3 %, что создает необходимые предпосылки для повторного использования регенерированного продукта в производственном цикле взамен природного известняка.

Апробация работы за последние 3 года проведена на 4 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 2 международных:

– XII Международный Конгресс и Выставка «Цветные металлы и минералы», 09-13 сентября 2024 года (Научно-инновационный центр, 2024 год), тема доклада «Регенерация и рециклинг известкового компонента при комплексной переработке алюмосиликатов».

– Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», 21-25 октября 2024 года (Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 2024 год), тема доклада «Регенерация и рециклинг известкового компонента при комплексной переработке алюмосиликатов».

– III Международная научно-практическая конференция «Современные технологии производства цветных металлов», 23-24 мая 2025 года (ООО АМК «День Ра», 2025 год), тема доклада «Принципы

термодинамического моделирования фазовых равновесий в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ с учётом ионного состава алюминатных растворов».

– XXI Всероссийская конференция-конкурс проектов «Актуальные проблемы недропользования», 6-10 апреля 2026 года (Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 2026 год), тема доклада «Определение молекулярного состава гидрокарбоалюмината кальция при использовании растворов глинозёмного производства».

В диссертации Максимовой Регины Игоревны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заместителя директора ИХТРЭМС КНЦ РАН по научно-инновационной деятельности, к.т.н. **Р.И. Корнейкова**; заведующего лабораторией химии гетерогенных процессов, главного научного сотрудника ФГБУН Института химии твердого тела УрО РАН, д.т.н. **Н.А. Сабирзянова**; старшего научного сотрудника лаборатории химии гетерогенных процессов ИХТТ УрО РАН, к.х.н. **В.М. Скачкова**; директора департамента по технологии и техническому развитию глинозёмного производства ОП ООО «РУСАЛ ИТЦ» в г. Ачинске, **А.В. Александрова**; ведущего инженера-технолога технического отдела Акционерного общества «Боровичский комбинат огнеупоров», к.т.н. **В.В. Скурихина**; руководителя проектов ООО «ЛИМС инжиниринг», к.т.н. **М.В. Черкасовой**; заместителя генерального директора по глинозёмному направлению и экологии ООО «РУСАЛ ИТЦ», к.т.н. **С.Ф. Ордона**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, однако отмечены следующие замечания, вопросы и рекомендации:

1. В чем заключается оригинальность предложенной автором методики комплексного физико-химического анализа ГКАК, отличающая ее от других известных методов? (д.т.н. **Н.А. Сабирзянов**);

2. Как оценивалось технологическое и экономическое преимущество от замены природного известняка регенерированным известковым компонентом в производстве глинозема и портландцемента? (д.т.н. **Н.А. Сабирзянов**);

3. Из автореферата неясно, каков предполагаемый экономический эффект от внедрения предложенной технологии в промышленных масштабах конкретного предприятия (например, Ачинского глинозёмного комбината или Пикалевского глинозёмного завода), учитывая капитальные затраты на

модернизацию существующих производственных линий (А.В. Александров);

4. При описании процесса кристаллизации пиррсонита не указаны требования к качеству затравочного материала (размер кристаллов, чистота, количество циклов использования), что может существенно влиять на технологическую стабильность процесса в промышленных условиях (к.т.н. А.В. Александров);

5. В разделе о гармонизации соотношения основной и попутной продукции не приведены конкретные пропорции производства глинозема и портландцемента, которые могут быть достигнуты при реализации предложенной технологии, что затрудняет оценку её коммерческой привлекательности (А.В. Александров).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертации и их компетентностью в области комплексной переработки низкокачественного алюминиевого сырья на глинозём и попутную продукцию, а также в вопросах экологической безопасности технологического цикла.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно обоснованные технологические решения для синтеза гидрокарбоалюминатов кальция и рециклинга известкового компонента с эквивалентной заменой природного известняка в технологическом процессе производства глинозема из нефелиновых руд и концентратов, обеспечивающие уменьшение выхода нефелинового шлама, снижение эмиссии углекислого газа, достижение рационального соотношения основной и попутной продукции;

предложена оригинальная методика комплексного физико-химического анализа продуктов синтеза гидрокарбоалюмината кальция (ГКАК), позволяющая установить основные показатели его получения, стехиометрию и степень насыщения гидроксид- и карбонат-ионами;

доказана возможность повторного использования регенерированного известкового компонента требуемого качества (содержание SiO_2 не более 2-3 масс. %) в производстве глинозема и портландцемента с эквивалентной заменой природного известняка в составе сырьевой портландцементной смеси и известняково-нефелиновой шихты, что обеспечивает закономерное уменьшение удельного расхода природного сырья и снижение выбросов диоксида углерода в атмосферу;

введены показатели распределения потоков регенерированного известкового компонента требуемого качества (содержание SiO_2 не более 2-3 масс %) для приготовления сырьевой портландцементной смеси и известняково-нефелиновой шихты в рамках технологии производства глинозема из нефелиновых руд и концентратов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие представления о процессах формирования твердых растворов на основе сложных алюминатов щелочноземельного металла с использованием алюминатных растворов системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$, а также рециклинга известкового компонента требуемого качества в технологическом процессе переработки нефелинового сырья;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс теоретических и экспериментальных методов исследования, включая термодинамический и кинетический анализ систем глиноземного производства и протекающих в них процессов, высокотехнологичные методы физико-химического анализа исходных материалов и продуктов, позволившие установить зависимости формирования как гидрокарбоалюмината кальция в щелочных алюминатных растворах, так и крупнокристаллического осадка пирссонита;

изложены методические основы комплексного физико-химического анализа продуктов синтеза гидрокарбоалюмината кальция, позволяющие установить основные показатели его получения, стехиометрию и степень насыщения карбонат-ионом, а также результаты термодинамической оценки протекания процессов углекислотной конверсии ортосиликата кальция и формирования крупнокристаллического осадка пирссонита независимо от полиморфных модификаций кальцийсодержащих компонентов, обосновывающие возможность эффективного разделения по крупности образовавшихся силикатной и известковой фаз;

раскрыты противоречия между необходимостью повышения комплексности и экологической безопасности переработки низкокачественного алюминийсодержащего сырья в условиях перехода к ресурсосберегающим технологиям и отсутствием научно обоснованных технологических решений по регенерации и повторному использованию известкового компонента, источником которого является карбонат кальция, образующийся при гидрохимической конверсии нефелинового шлама;

изучены закономерности формирования структуры и состава гидрокарбоалюминатов кальция в зависимости от природы щелочных

металлов в алюминатном растворе, а также распределения потоков регенерированного известкового компонента для приготовления сырьевой портландцементной смеси и известняково-нефелиновой шихты, определяемого степенью конверсии ортосиликата кальция при гидрохимической обработке нефелинового шлама с последующим разделением силикатного и кальцийсодержащего продуктов на основе осаждения пирсонита;

проведена модернизация существующей технологии производства глинозема из низкокачественного алюминийсодержащего сырья, включающая получение оборотного известкового компонента требуемого качества и его использование в производственном цикле, в частности для приготовления сырьевой портландцементной смеси и известняково-нефелиновой шихты, синтеза ГКАК.

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

разработано и внедрено в деятельность ООО «Экологический Инжиниринговый Центр» научно обоснованное технологическое решение по регенерации и рециклингу известкового компонента путем углекислотной конверсии силикатно-кальциевого шлама при планировании и реализации работ по повышению эффективности рекультивации шламовых полей АО «РУСАЛ Ачинск», что подтверждается актом об использовании результатов кандидатской диссертации от 01.06.2026 г.;

определены перспективы промышленного применения разработанных технических решений по дальнейшему повышению эффективности переработки алюмосиликатного сырья, которые непосредственно связаны со снижением энергоемкости технологического процесса, повышением качества основной и попутной продукции, уменьшением углеродного следа и количества складированных твердых отходов;

создана система практических рекомендаций по оценке выхода, содержания гидрокарбоалюмината кальция в осадке и его насыщения по CO_2 , а также по назначению технологических параметров разделения по крупности силикатного и известкового компонентов на основе формирования крупнокристаллического пирсонита при комплексной переработке нефелинового сырья на глинозем и попутную продукцию;

представлены результаты разработки принципиальной технологической схемы комплексной переработки нефелиновых руд и концентратов, обеспечивающей регенерацию и рециклинг известкового компонента с массовой долей SiO_2 менее 3 %, снижение эмиссии диоксида углерода, достижение рационального соотношения основной и попутной продукции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов обусловлена воспроизводимостью, соответствием известным тенденциям развития производства глинозема, ранее полученным результатам и разработкам; исследования выполнены с применением поверенного лабораторного и аналитического оборудования, в том числе с использованием действующих технологических стандартов для проведения испытаний в глиноземной промышленности;

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными результатами ранее выполненных исследований и разработок по теме диссертации и смежным отраслям;

идея базируется на обобщении передового опыта повышения эффективности и экологической безопасности комплексной переработки низкокачественного алюминийсодержащего сырья на глинозём и попутную продукцию;

использовано сравнение авторских данных по синтезу гидрокарбоалюминатов кальция в алюминатных растворах глинозёмного производства, получение обратного известкового компонента требуемого качества и формирование крупнокристаллического пирссонита при содовой обработке кальцита с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, а также представительные совокупности данных с обоснованием подбора объекта наблюдений и измерений.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе сырьевой базы и технологических процессов переработки низкосортного алюминиевого сырья, физико-химическом обосновании предполагаемых технических решений, организации и проведении экспериментальных исследований, включая выбор, разработку и практическое применение известных и оригинальных методов исследования, обобщение полученных результатов, а также их апробацию и подготовку материалов к публикации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Максимова Регина Игоревна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 30.09.2026 г. диссертационный совет принял решение присудить **Максимовой Регине Игоревне** ученую степень кандидата технических наук за новые научно обоснованные технологические решения для синтеза гидрокарбоалюминатов кальция и получения обратного известкового компонента требуемого качества (содержание SiO_2 не более 2-3 масс. %) при переработке нефелинового шлама, который удовлетворяет условиям его использования в технологических процессах производства глинозема из щелочных алюмосиликатов с эквивалентной заменой природного известняка, что обеспечивает рециклинг известкового компонента и снижение эмиссии парниковых газов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 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

30.09.2026 г.

Сизяков
Виктор Михайлович

Николаева
Надежда Валерьевна