

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Фуреева Ильи Леонидовича на тему: «Разработка технологии получения карбоната лития из высококарбонатных литиевых слюдистых руд», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 — «Металлургия черных, цветных и редких металлов» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 25 мая 2026 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС (16.03.2026), протокол № 37.

Диссертация выполнена на кафедре цветных металлов и золота НИТУ МИСИС Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент Криволапова Ольга Николаевна, доцент кафедры цветных металлов и золота НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 37 от 16.03.2026) в составе:

1. Левашов Евгений Александрович, доктор технических наук, член-корреспондент РАН, профессор, заведующий кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий, директор НУЦ СВС -ИСМАН НИТУ МИСИС – председатель комиссии.

2. Тарасов Вадим Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой цветных металлов и золота, директор Центра инжиниринга промышленных технологий НИТУ МИСИС.

3. Морозов Валерий Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры общей и неорганической химии НИТУ МИСИС.

4. Мамяченков Сергей Владимирович, доктор технических наук, заведующий кафедрой металлургии цветных металлов, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

5. Трошкина Ирина Дмитриевна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет», г. Москва;

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция комплексной переработки труднообогатимых высококарбонатных литиевых слюдистых руд, базирующаяся на прямом сульфатизирующем

обжиге руды с гипсом (отходом химического производства) и последующем гидрометаллургическом концентрировании лития методом обратной сорбции, позволившая обоснованно отказаться от стадии обогащения и вовлечь в производство сырьё, переработка которого традиционными способами нерентабельна;

предложен, термодинамически обоснован и экспериментально подтвержден оригинальный механизм обратной сорбции лития на сильноосновном сульфокатионите Токем-160, заключающийся в селективном удалении многозарядных катионов-примесей (Fe^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}) при одновременном вытеснении лития в раствор. На основе расчета констант ионного обмена ($K_{\text{ex}}(\text{Fe}) \approx 10$, $K_{\text{ex}}(\text{Al}) \approx 5$, $K_{\text{ex}}(\text{Li}) \approx 0,01$) и коэффициентов распределения доказана высокая селективность процесса, обеспечивающая концентрирование лития с 622 мг/л до 7,64 г/л при степени извлечения более 99 %;

доказана перспектива практического использования разработанной безотходной технологии с замкнутым водооборотом и возможностью утилизации твёрдых кеков выщелачивания в цементной промышленности, что подтверждено получением карбоната лития, соответствующего требованиям ТУ 6-09-3728 марки «ХЧ», успешными опытно-промышленными испытаниями в АО «Гиредмет» ГК «Росатом»

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

экспериментально установлено влияние соотношения руда: гипс, температуры и крупности помола на механизм сульфатизации литиевой слюды. Показано, что при соотношении 1:0,3, температуре 950 °С и крупности менее 100 мкм достигается извлечение лития до 95,25 % за счёт минимизации образования нерастворимых силикатов, блокирующих доступ выщелачивающего агента;

изложены термодинамические и кинетические условия процессов спекания и сорбционного концентрирования, позволяющие прогнозировать эффективность разделения лития и примесей в условиях переменного состава продуктивных растворов;

доказаны положения о характере ионного обмена лития на сульфокатионите Токем-160, адекватно описываемого изотермой Ленгмюра, и о доминирующей роли трёхвалентных ионов (Fe^{3+} , Al^{3+}) в процессе обратной сорбции;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован комплекс современных физико-химических и минералого-технологических методов**, включая атомно-эмиссионную спектрометрию с индуктивно связанной плазмой, рентгеноструктурный фазовый анализ, ИК-Фурье спектроскопию, сканирующую электронную микроскопию с энергодисперсионным анализом, оптико-геометрический анализ, а также методы математического моделирования сорбционных процессов.

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

- разработан и подтвержден патентом РФ № 2842445 способ селективного сорбционного извлечения лития из продуктивных растворов;
- создана и зарегистрирована технологическая инструкция ТИ 02-358554791-2025 на производство карбоната лития из высококарбонатных литиевых слюдистых руд;
- на базе АО «Гиредмет» (акт от 20 мая 2025 г.) проведены опытно-промышленные испытания разработанной технологии, подтвердившие стабильность технологических показателей и сквозное извлечение лития около 95 %;
- предложенный технологический процесс предусматривает использование техногенного гипса (отхода Алмалыкского химического завода) и возможность утилизации твёрдых кеков выщелачивания в производстве портландцемента, что в совокупности с замкнутым водным циклом обеспечивает экологическую безопасность и ресурсосбережение.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность научных положений и выводов обеспечена значительным объёмом экспериментальных данных, полученных с использованием современного оборудования и взаимодополняющих методов анализа. Результаты обработаны статистически, теоретически интерпретированы с привлечением термодинамического моделирования и подтверждены в ходе опытно-промышленных испытаний. Воспроизводимость результатов и согласованность с данными других авторов свидетельствуют о надёжности выводов.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных источников, постановке задач исследования, планировании и проведении лабораторных и опытно-промышленных экспериментов, обработке и интерпретации полученных данных, формулировании основных научных положений и выводов, подготовке публикаций и патента.

Соискатель представил 7 опубликованных работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК (из них 2 входят в базу данных Scopus), 3 тезиса докладов на международных конференциях и 1 патент РФ.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

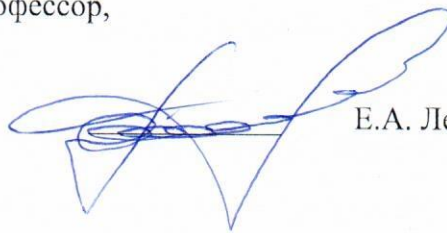
Диссертация Фуреева Ильи Леонидовича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработаны научно обоснованные технологические решения по комплексной переработке труднообогатимых высококарбонатных литиевых слюдистых руд, обеспечивающие: сквозное извлечение лития на уровне 95 %, концентрирование лития из продуктивных растворов с 0,622 г/л до 7,64 г/л при степени

извлечения на стадии сорбции более 99 %, получение карбоната лития марки «ХЧ» по ТУ 6-09-3728, пригодного для изготовления литий-ионных аккумуляторов, использование техногенного гипса в качестве сульфатизирующего агента и утилизацию твёрдых отходов в цементной промышленности, что имеет важное значение для ресурсосбережения и импортозамещения в области производства стратегического литиевого сырья.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Фурееву Илье Леонидовичу учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 — «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор,
Заведующий кафедрой ПМиФП,
Директор НУЦ СВС



Е.А. Левашов

25.05.2026 г.