

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.1.056.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ИНСТИТУТА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ
им. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, АКЦИОНЕРНОГО
ОБЩЕСТВА «ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.А.
БОЧВАРА» ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
«РОСАТОМ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ РАО И ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО АТОМНОЙ
ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело

№ _____
решение диссертационного совета
от «29» сентября 2025 года № 3/2025

О присуждении Селявскому Вадиму Юрьевичу, гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Выделение и концентрирование америция соосаждением на оксалате кальция» по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки) принята к защите 10 июля 2025 года (протокол № 2/2025) диссертационным советом 99.1.056.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, акционерного общества «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», Федерального государственного унитарного предприятия «Объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», (123098, Москва, улица Рогова, 5а, приказ о создании диссертационного совета от «02» ноября 2012 года №714/нк).

Соискатель Селявский Вадим Юрьевич, 4 декабря 1982 года рождения, в 2006 году окончил с отличием Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северскую государственную технологическую академию» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по специальности «Химическая технология материалов современной энергетики», квалификация – Инженер. С 2007 по 2008 и 2012 по 2015 годы проходил обучение в заочной аспирантуре Северского технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» по направлению подготовки 05.17.02 «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» (2.6.8 «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»).

Работает в должности начальника опытно-технологического участка по работе с радиоактивными веществами и ядерными материалами химико-металлургического завода Акционерного общества «Сибирский химический комбинат» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

Диссертация выполнена на химико-металлургическом заводе Акционерного общества «Сибирский химический комбинат» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

Научный руководитель – Софронов Владимир Леонидович, доктор технических

наук, профессор Северского технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Официальные оппоненты:

– Потапов Алексей Михайлович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории коррозии, Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук»;

– Бояринцев Александр Валентинович, кандидат химических наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Институт материалов современной энергетики и нанотехнологий-ИФХ;

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации - Физико - энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (г. Обнинск) в своем **положительном** отзыве, подписанном Карпенко Виталием Ивановичем, кандидатом технических наук, заместителем директора Центра ответственности «Института специальных систем» отметила, что диссертационное исследование Селявского В.Ю. является значимым научно-квалификационным трудом, вносящим существенный вклад в развитие технологий обращения с радиоактивными материалами. Работа содержит комплексное решение актуальных задач атомной промышленности, особую значимость работе придает фокус на америций - играющий ключевую роль в ядерном топливном цикле, а также при производстве изотопной продукции.

Научная новизна исследования подтверждается разработанными оригинальными технологическими решениями, полученными патентами и внедрением результатов в производственную практику. Обоснованность полученных результатов подтверждается значительным массивом экспериментальных данных, которые подтверждают и взаимно дополняют друг друга, полученных с использованием современных аналитических методов и оборудования, сопоставительным анализом экспериментальных данных автора с опубликованными результатами аналогичных исследований, сходимости данных, полученных с использованием модельных и реальных растворов. Публикации по теме диссертации и автореферат соответствуют ее содержанию и основным положениям.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертационная работа соответствует специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки) и требованиям п.п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Селявский Вадим Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки).

Диссертационная работа Селявского Вадима Юрьевича была рассмотрена, а отзыв обсуждён и одобрен на заседании НТС Центра ответственности «Института специальных систем» АО «ГНЦ РФ - ФЭИ» (протокол № 224/12-06/13 заседания НТС Центра ответственности «Института специальных систем» от 26.08.2025).

По теме диссертации опубликовано 23 работы, основной материал диссертации достаточно полно изложен в 9 статьях, 6 – входящих в список перечня рецензируемых журналов ВАК, в список перечня RSCI и индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 12 публикаций – в трудах Международных, Отраслевых и Всероссийских конференций, получено 2 патента. **В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.** Личный вклад в работы, опубликованные в соавторстве, составляет более 50 % и состоял в постановке задач и планировании исследований, методологическом обосновании путей реализации, их экспериментальном решении,

выполнении основных экспериментов, анализе, интерпретации и обобщении полученных результатов, опытной проверке полученных результатов в производственных условиях и подготовке материалов к публикации. Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на тринадцати Международных, Всероссийских, Отраслевых симпозиумах, конференциях и семинарах; монографий и депонированных рукописей соискатель не имеет.

Научные работы по теме диссертации, входящие в список перечня рецензируемых журналов ВАК, в список перечня RSCI и индексируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus:

1. Филатов Д.А. Микробное окисление смеси отработанных масел в жидкой среде / Д.А. Филатов, Л.И. Сваровская, В.Г. Кочетов, В.Ю. Селявский // Биотехнология. – 2013. – Т. 29. – № 6. – С. 57-64. (RSCI)

Filatov D.A., Svarovskaya L.I., Kochetov V.G., Selyavskii V.Yu., Microbial oxidation of waste oils mixture in fluid medium // Biotechnology in Russia, 2013. – 2013. – Т. 29. – № 6. – С. 57–64.

2. Филатов Д.А. Утилизация радиоактивных отработанных масел биотехнологическим методом / Д.А. Филатов, Л.И. Сваровская, Л.К. Алтунина, В.Ю. Селявский [и др.] // Биотехнология. – 2014. – Т. 30. – № 2. – С. 62-68. (RSCI)

Filatov D.A., Svarovskaya L.I.; Altunina L.K., Selyavskii V.Yu., Shimanskii S.A., Utilization of radioactive waste oils using a method of biotechnology // Biotechnology in Russia. – 2014. – Т. 30. – № 2. – С. 62 – 68.

3. Селявский В.Ю. Исследование размеров частиц оксалата кальция, полученных осаждением из азотнокислых растворов / В.Ю. Селявский, А.С. Буйновский, В.Л. Софронов, Е.В. Селявская // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т.326. – № 8. – С. 86-91.(ВАК, RSCI, K1)

4. Fedorov M.S. Dissolution of a Mixture of Uranium and Plutonium Compounds / M.S. Fedorov, V.Y. Selyavskii, D.A. Ushakov, V.A. Eshev [et al.] // Radiochemistry, 2021, Vol.63, No 3, pp. 290-296. (Scopus)

Федоров М.С., Жиганов А.Н., Зозуля Д.В., Софронов В.Л., Селявский В.Ю., Ушаков Д.А., Ещев В.А., Растворение смеси соединений урана и плутония // Радиохимия. – 2021. – Т.63. – № 3. – С. 243 – 249.

5. Софронов В.Л. Механизм соосаждения америция на оксалате кальция / В.Л. Софронов, В.Ю. Селявский // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т.335. – № 4. – С. 64-72. (K1) (ВАК, RSCI)

6. Софронов В.Л. Исследования реакционных свойств смешанного нитридного уран-плутониевого топлива в воздушной среде / В.Л. Софронов, Е.Ю. Карташов, В.Ю. Селявский, Д.Г. Ходус [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. серия: материаловедение и новые материалы – 2024. – № 5 (126). – С. 87-103. (ВАК, K2)

Патенты Российской Федерации:

1. Патент № RU 2477758 С1 Российская Федерация, МПК С22В60/02, С22В3/20. Способ извлечения америция / В.Ю. Селявский (RU), М.Н. Герасименко (RU), А.А. Евстафьев (RU), С.А. Житков (RU), В.В. Скрипников (RU), С.А. Шиманский (RU); заявитель и правообладатель: открытое акционерное общество «Сибирский химический комбинат» (RU). – № 2011134547/02; заявл. 17.08.2011; опубл. 20.03.2013, бюл. №8. – 6 с.

2. Патент № RU 2508413 С1 Российская Федерация, МПК С22В60/02, С22В3/20. Способ извлечения америция из отходов / В.Ю. Селявский (RU), М.Н. Герасименко (RU), А.А. Евстафьев (RU), С.А. Житков (RU), В.В. Скрипников (RU), С.А. Шиманский (RU); заявитель и правообладатель: открытое акционерное общество «Сибирский химический комбинат» (RU). – № 20121373157/02; заявл. 31.08.2012; опубл. 27.02.2014, бюл. №6. – 6 с.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все **положительные**. В отзывах указывается, что представленная к защите диссертационная работа характеризуется высокой актуальностью, научной ценностью и имеет важное значение при выделении америция из

радиоактивных отходов с переводом высокоактивных отходов в более низкую категорию.

Отзывы направили:

Лысиков Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отдела технологии уранового и уран-плутониевого топлива для тепловых реакторов, Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» (АО «ВНИИНМ») Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;

Белова Елена Вячеславовна, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией Радиозкологических и радиационных проблем, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ФГБУН ИФХЭ РАН);

Жерин Иван Игнатьевич, доктор химических наук, профессор, Инженерной школы ядерных технологий, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

Мельников Сергей Александрович, кандидат физико-математических наук, научный руководитель лаборатории металлургических процессов Акционерное общество «Гиредмет» (АО «Гиредмет») Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;

Сачков Виктор Иванович, доктор химических наук, доцент, заведующий лабораторией «Инновационно-технический центр» ОСП «Сибирский физико-технический институт», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ФГАОУ ВО НИ ТГУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

Рычков Владимир Николаевич, доктор химических наук, профессор кафедры редких материалов и наноматериалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (ФГАОУ ВО «УрФУ») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

Фиськов Антон Александрович, кандидат технических наук, эксперт Акционерное общество «Атомэнергопроект» (АО «Атомэнергопроект») Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;

Макасеев Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, руководитель проекта департамента по научно-технической деятельности неядерных производств Акционерное общество «ТВЭЛ» (АО «ТВЭЛ») Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;

Петров Владимир Геннадьевич, кандидат химических наук, доцент, заведующий лабораторией дозиметрии и окружающей среды химический факультет, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО «МГУ им. Ломоносова») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В отзывах были сделаны следующие замечания/предложения (далее страницы указаны по автореферату):

- Основные исследования проведены при температуре 20-25 °С. Было бы интересно проведение исследований при других условиях: более низких и более высоких температурах;

- Исследование растворимости оксалата кальция проведены в азотной кислоте в диапазоне от 0,1 до 1,0 моль/дм³, перспективным направлением дальнейших исследований могло бы стать изучение процессов в расширенном диапазоне до кислотности исходных технологических растворов, содержащих америций;

- Рассмотрено влияние лишь части примесей на растворимость оксалата кальция в азотнокислом растворе;

- Не представлен анализ состава твердых вторичных отходов после переработки гидроксидных отходов;
- При переработке гидроксидных отходов не указан способ очистки от балластных примесей на стадии получения AmO_2 ;
- Имеются незначительные стилистические ошибки;
- Не указан критерий концентрирования америция на первом и втором цикле осаждения;
- Не показано перераспределение примесей при выделении и концентрировании америция методом соосаждения в результаты опытно-промышленных испытаний;
- Отсутствует сравнение по эффективности предлагаемого для соосаждения оксалата и современного твердофазного экстрагента на основе ТОДГА для извлечения америция из жидких радиоактивных растворов;
- Отсутствует информация по составу образующихся средне- и низко- активных отходов после выделения и концентрирования америция;
- На стр. 4 автореферата в пункте «Реализация полученных результатов» написано, что работа внедрена. В тоже время в выводах указывается, проведены только опытно-промышленные испытания;
- В таблице 2 не указана размерность растворимости оксалата кальция;
- Работы по очистке ЖОРО не указаны ни в цели диссертационного исследования, ни в задачах;
- В актуальности работы отмечено, что такие изотопы как америций и кюрий требуют кондиционирования и перевода в иммобилизующие матрицы, однако далее по тексту работы ни слова не сказано про извлечение кюрия;
- Вторая глава диссертации в автореферате посвящена описанию используемых методов и методик, а также методологии проведения исследований. В свою очередь из текста автореферата не понятно являются ли описываемые методики стандартными и общеизвестными, доработанные автором под цели и задачи производственного участка, или это методики, непосредственно разработаны автором?
- На стр.13 автореферата указано, что концентрирование сопутствующих примесей в растворе не превысило значения 1,77. Более корректно было бы указать по какому именно из примесей, в данном случае по алюминию, или указать максимально суммарную величину по всем примесям;
- Не обоснован в явном виде выбор гидроксида натрия в качестве реагента для снижения кислотности азотнокислых растворов, а также не были предложены и исследованы альтернативные реагенты для этого процесса;
- В работе не представлены результаты исследования зависимости размера частиц осадка оксалата кальция от времени выдержки раствора;
- Уравнение (1) выведено из уравнений материального баланса, связывающих пошаговые константы диссоциации щавелевой кислоты с содержанием соответствующих форм в растворе. Было бы полезно дополнить уравнение (1) расчетами корректировки соответствующих констант в зависимости от ионной силы раствора;
- На стр. 8 автореферата по данным таблиц 2 и 3 сделан вывод о том, что «В присутствии нитрата натрия, алюминия, хлора и щавелевой кислоты...» растворимость оксалата кальция значительно возрастает при увеличении концентрации указанных компонентов. Однако это справедливо только для нитрата натрия и алюминия. Для хлорид-иона и щавелевой кислоты наблюдается обратная зависимость - их присутствие приводит к снижению растворимости оксалата кальция, что особенно хорошо заметно для растворов HNO_3 с концентрацией $0,3 \text{ моль/дм}^3$, в которых растворимость оксалата кальция падает практически на порядок при совместном присутствии $0,1 \text{ моль/дм}^3 \text{ Cl}$ и $0,1 \text{ моль/дм}^3 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$;

- Отдельный интерес представляют данные таблицы 4. Известно, что на размер частиц осадка влияют множество факторов: порядок смешения реагентов, скорость смешения, скорость перемешивания, температура и многое другое. В каких условиях проводились эксперименты, результаты которых представлены в таблице 4;

- По какой методике проводилось исследование растворимости оксалата америция (таблица 5)? Он выделялся и характеризовался в индивидуальном виде, а потом помещался в раствор определенного состава?

- Почему для проведения исследования очистки растворов от америция было выбрано соотношение $\text{Ca}^{2+}:\text{C}_2\text{O}_4 = 1:1,2$ (рисунки 4 и 5)?

- Почему для опытно-промышленных испытаний кислотность раствора для процесса осаждения выбрана не ниже $0,1$ моль/дм³?

- В тексте следует избегать некорректных формулировок вроде «...изотопы, такие как америций и кюрий...».

- При описании результатов по влиянию содержания раствора на измерения pH не указано, через какое время регистрировали значения pH в каждой точке измерения, точность измерения температуры среды и значений pH? Кроме того, не указано, каким способом проводили измерение объема оксалата кальция в опытах по седиментации?

- В работе не обсуждены причины неполноты вскрытия гидролизных осадков растворами азотной кислоты после термической обработки. Какие варианты предусмотрены для обращения с нерастворимым остатком?

- В тексте диссертации указано, что исследования по биодеструкции проводили при 22°C и pH равном $7,5$. Насколько соблюдение этих условий является критическим для эффективности использования микроорганизмов? Какая продолжительность процесса биологической очистки жидких радиоактивных отходов ожидается в укрупненном масштабе, и на какую производительность будет ориентирована данная технология? Так же непонятно, оказывают ли влияние продукты биодеструкции радиоактивных масел на оксалатное осаждение америция и на качество америциевого продукта?

- Несмотря на заявленное в работе снижение временных затрат, «узким» местом разработанной технологии, можно считать длительность, биодеструкции жидких радиоактивных отходов (заявленная продолжительность - 60 суток) и последующие многократные осаждения и перерастворения осадков америция в азотной кислоте для очистки от примесей железа, алюминия и хрома. Наличие в схеме значительного количества осадительных операций приведёт к увеличению времени фильтрования многочисленных осадков в кратное количество раз. Следовало бы указать суммарную длительность всего цикла выделения америция из РАО;

- В предложенной на рис. 2.26 принципиальной схеме не указана стадия прокаливания гидролитического осадка. В реакторах-осадителях предложено барботажное перемешивание суспензии сжатым воздухом, однако в представленной на рисунке 3.1, стр. 135, схеме не предусмотрены стадии и оборудование по пыле-газоочистке;

- При опытно-промышленных испытаниях, для очистки америция от примесей использовали сорбционный метод на твердом экстрагенте ТВЭК-ТБФ, тогда как в лабораторных условиях исследовалась только осадительная очистка, и в тексте отсутствует обоснование выбора сорбционного способа. Следует ли считать сорбционную очистку альтернативным методом переработки Am-содержащих радиоактивных отходов?

- В тексте диссертации имеются стилистические ошибки, стр. 4, 18, 28, 30, дублирование слов, стр. 78. В главе 1, в п. 1.1.1, на стр. 11-13, приводится описание экстракционных процессов, но отсутствуют ссылки на литературные источники, аналогично на стр. 33. В некоторых химических формулах не проставлены подстрочные индексы, например на стр. 14: $-\text{NH}_2$; на стр. 39, в формуле оксалата америция вместо $\text{Am}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{3-}$, следует записать $-\text{Am}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$. На некоторых графиках, рис. 2.19; 2.22; отсутствуют планки погрешностей экспериментальных и расчетных величин. На рисунке 2.23 в подписи к оси абсцисс

ошибка, вместо концентрации ионов оксалата в растворе, г/дм³, указана концентрация кальция;

- В тексте много сокращений, но таблица расшифровки отсутствует;

- В работе приведены данные по растворимости веществ способных осаждать радионуклиды, но отсутствуют данные по сопоставлению степени извлечения радионуклидов с применяемыми в производстве соосаждителями и выбранным оксалатом кальция (стр. 50);

- Стр. 36. «...оксалат кальция позволяет количественно очищать раствор от радионуклидов, захватывая их в осадок и оставляя сопутствующие примеси в растворе...» Уточнить, какие ионы остаются в растворе. В предыдущем тексте тоже всякий раз акцентируется, что извлекается, но не говорится, что в растворе остаётся. Поэтому эффективность разделения остаётся неясной. То же на стр. 48. Что за сопутствующие примеси остаются в растворе?

- Стр. 61. Поясните механизм роста растворимости оксалата кальция с увеличением концентрации HNO₃;

- В диссертации нигде не упоминается кюриум. Можно ли ожидать его отделения от америция предлагаемым методом? Или, наоборот, Am и Cm будут выделяться вместе?

- Стр. 130. «Следовательно, снижение α-активности и содержания радионуклидов в радиоактивном масле снизилось на 37,0-43,0 % по отношению к исходным показателям». Каковы перспективы достичь безопасного уровня содержания радионуклидов?

- Стр. 127. «Кроме того, активный рост УОМ на радиоактивном масле свидетельствует о том, что используемая ассоциация микроорганизмов имела достаточно высокую устойчивость к ионизирующему излучению». Устойчивость до каких дозовых нагрузок? Вероятно, с какого-то уровня излучения жизнедеятельность микроорганизмов будет подавляться? Были ли сделаны оценки этого уровня?

- Поясните какое количество циклов концентрирования может быть эффективно использовано для реализации разработанной технологии (стр. 148)?

- В литературном разделе не рассмотрены электрохимические методы, которые получили в радиохимии широкое применение для выделения радиоактивных элементов высокой радиохимической чистоты;

- В исследовательской части диссертационной работы имеются повторения одинаковых/схожих описаний аналитических методик;

- Отсутствует информация по обоснованию выбора ТВЭКС-ТБФ для очистки концентрата америция от примесей;

- В тексте работы допущена неточность в указании химической формулы диоксида америция (AmO₂) образующегося при прокаливании в температурном диапазоне 600-700°С.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются признанными специалистами в области исследования по переработке радиоактивных отходов, в том числе выделению и концентрированию америция радиохимическими методами, что подтверждается наличием большого числа публикаций в ведущих научных рецензируемых изданиях, а также в соответствии с пп. 22 и 24 «Положения о присуждении научных степеней» «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842 (в действующей редакции).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований установлено, что выделение и концентрирование америция можно проводить соосаждением на носителе – оксалате кальция, показано, что многократное соосаждение америция на оксалате кальция позволяет избирательно извлекать америций из растворов, имеющих сложный химический состав, в широком диапазоне его концентрации (от $3,3 \cdot 10^{-1}$ до $7,6 \cdot 10^{-3}$ г/дм³), а также снижать активность конечных растворов, в которых остаточная концентрация америция доходит до $0,4 \cdot 10^{-6}$ г/дм³, выявлены физико-химические закономер-

ности соосаждения америция на оксалате кальция и показано, что система $\text{Am}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 - \text{CaC}_2\text{O}_4$ дополняет группу систем, для которых в процессе их соосаждения характерна преобладающая роль адсорбции микрокомпонента на носителе – макрокомпоненте, **определена** растворимость оксалата америция при различных концентрациях азотной (от 0 до 1,0 моль/дм³) и щавелевой (от 0 до 0,3 моль/дм³) кислот.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

получены и интерпретированы экспериментальные данные, которые позволяют прогнозировать выделение и концентрирование америция из высокоактивных радиоактивных отходов, имеющие сложный химический состав в широком интервале концентраций, с последующим снижением активности америций-содержащих отходов категории высокоактивных отходов в более низкую категорию;

разработан и апробирован способ селективного выделения и концентрирования америция из раствора, технология прошла опытно-промышленную проверку (патент РФ № 2477758 «Способ извлечения америция») и внедрена в Акционерном обществе «Сибирский химический комбинат», что подтверждено актом внедрения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: установленные физико-химические закономерности процессов выделения, концентрирования и очистки америция формируют научный фундамент для разработки перспективных решений в сфере обращения с радиоактивными отходами, направленными на минимизацию радиологических рисков и рациональное использование радиоактивных материалов на предприятиях Госкорпорации «Росатом».

Результаты работ использованы и внедрены на производственной площадке Акционерного общества «Сибирский химический комбинат» г. Северск, согласно разработанной технологии по патенту РФ № 2477758 «Способ извлечения америция» и способа по патенту РФ № 2508413 «Извлечение америция из отходов», **полученный** концентрат америция был выставлен на закупку и реализован (<http://zakupki.rosatom.ru/>).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность полученных результатов обеспечивается применением поверенных средств измерений, используемых для контроля параметров проведения экспериментов, калибровки измерительной аппаратуры с помощью стандартных методик и образцов, контролем сходимости и воспроизводимости результатов измерений, сравнением экспериментальных данных с теоретическими данными;

достоверность полученных расчётных соотношений основывается на адекватном применении основных положений и законов химии, применении известных методов статистической обработки данных и на сравнении с результатами, описанными в литературных источниках;

современное состояние теории сорбции из растворов характеризуется активным развитием, обусловленным сложной природой изучаемых процессов. На сегодняшний день отсутствует единая теоретическая модель, позволяющая с достаточной точностью прогнозировать характер взаимодействия между сорбентом и сорбатом или заранее рассчитывать сорбционную емкость различных материалов. Выводы диссертации по установлению физико-химической закономерности соосаждения америция на оксалате кальция не вызывает сомнения, что вносит вклад в понимание механизма сорбционного процесса, для которого характерна преобладающая роль адсорбции микрокомпонента на носителе – макрокомпоненте.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач и планировании исследований, методологическом обосновании путей реализации, их экспериментальном решении, выполнении основных экспериментов, анализе, интерпретации и обобщении полученных результатов, опытной проверке полученных результатов в производственных условиях и подготовке материалов к публикации.

В ходе защиты были заданы **следующие вопросы и критические замечания:**

1. В аппаратурно-технологическая схема процесса выделения и концентрирования амери-

ция указано три экстракционных колонки, для чего?

2. Было ли подтверждено отсутствие сокристаллизации анализом структуры получаемого осадка?

3. Что означает коэффициент концентрирования и коэффициент очистки, указанные в таблице на слайде?

4. Как способствовало прокаливание в предложенной схеме очистке от примесей?

5. При предложенной схеме очистки как изменяется объем радиоактивных отходов которые подлежат захоронению?

6. Рассматривались ли трехвалентные осадители – железо, алюминий?

7. Вы изучали влияние скорость введения щавелевой кислоты на полноту извлечения америция?

Соискатель Селявский В.Ю. ответил на заданные ему в ходе защиты диссертации вопросы и привел собственную аргументацию:

На первый вопрос соискатель ответил, поскольку это отходы химико-металлургического производства, в процессе концентрирования происходит захват радиогенных примесей (плутония), от которых необходимо было очистить америций.

На второй вопрос соискатель пояснил, анализ осадка подтвердил наличие двух фаз, что так же указывает на адсорбцию америция на оксалате кальция.

На третий вопрос соискатель ответил, коэффициент концентрирования – это отношение конечной концентрации элемента к начальной. Так, за восемь стадий соосаждения (на основании химических свойств оксалата кальция растворяться в сильно кислой среде) по разработанной схеме концентрация америция в растворе увеличилась с 49,4 мг/дм³ до 390,6 мг/дм³, коэффициент концентрирования, как показано в таблице, составил 7,91. При этом максимальный коэффициент концентрирования среди примесей составил 1,77 для алюминия, остальных значительно меньше, что свидетельствует об очистке от примесей при переосаждении.

Коэффициент очистки - определили по балансу суммарного содержания примеси в начальном и конечном продуктах.

По четвертому вопросу соискатель пояснил, гидроксидные осадки после растворения имели сложный химический состав в широком интервале концентраций (алюминий, железо, магний, никель, хром и др.), при осаждении америция на оксалате кальция также происходил захват примесей, в связи с чем проводили прокаливание для разрушения оксалата с последующим растворением осадка и осаждением при низких значениях pH для удаления основной доли примесей.

По пятому вопросу соискатель пояснил, общий объем жидких радиоактивных отходов, которые подлежат захоронению не превышает 20% (в среднем 17 – 18 %) от первоначального объема.

На шестой вопрос соискатель ответил, в диссертационной работе был проведен предварительный анализ возможности использования гидроксида железа. Однако он имеет ряд недостатков (сложность фильтрации осадков в большом объеме, значительный захват влаги и примесей) в отличие от оксалата кальция, который способен количественно и избирательно очищать раствор.

По седьмому вопросу соискатель пояснил, чтобы исключить влияние ряда факторов на показатели процесса осаждения, сначала проводили опыты на модельных растворах без америция и определили режимы, которые поддерживали систему в стабильном состоянии. Поскольку все значения опытов достаточно хорошо коррелировались между собой, что свидетельствует о сходимости полученных результатов, продолжительность процесса смешения на получение осадка оксалатов не исследовали и образование осадка рассматривали только в представленных в работе диапазонах..

На заседании 29 сентября 2025 года диссертационный совет за решение научной задачи по выделению и концентрированию америция соосаждением на оксалате кальция, имеющей значение для развития атомной отрасли, принял решение присудить Селявскому

Вадиму Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от «24» сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции). По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов по направлениям исследования: 8 «...использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности». Результаты выполненной диссертационной работы рекомендованы для изучения и внедрения организациям и предприятиям Госкорпорации «Росатом», на которых проводят исследования в области разработки безопасных технологий обращения с высокоактивными отходами с целью снижения активности высокоактивных отходов и их перевода в более низкую категорию, что в итоге будет способствовать снижению затрат на обращение с радиоактивными отходами и снизит радиационную безопасность объектов атомной отрасли.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
доктор химических наук

Алексей Владиленович Ананьев

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук

Ирина Геннадьевна Лесина

«29» сентября 2025 года

