

Соискатель: **РАХИМОВ АЛИМАРДОН ВОСИБОВИЧ**

Тема диссертационной работы: **«РАДИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО СЕЛЕНА-82 С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ПРИМЕСЕЙ И АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НИЗКОФОНОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Шифр и наименование научной специальности и отрасли науки, по которым выполнена диссертация:

1.4.13 – РАДИОХИМИЯ; ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

На заседании **16 ИЮНЯ 2022 ГОДА** ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ 24.1.195.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Российской академии наук **ПРИНЯЛ РЕШЕНИЕ ПРИСУДИТЬ РАХИМОВУ АЛИМАРДОНУ ВОСИБОВИЧУ** УЧЕНУЮ СТЕПЕНЬ **КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК** ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ **РАДИОХИМИЯ** за получение и анализ веществ, характеризующихся ультранизким содержанием радиоактивных примесей, которое имеет важное значение для снижения фона при исследовании редких физических процессов (поиск частиц темной материи, изучение двойного бета-распада, поиск безнейтринной моды двойного бета-распада)..

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **19** человек, включая **4** докторов наук по специальности 1.4.13 – радиохимия (отрасль наук – химические науки), участвовавших в заседании, из **28** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней - 0.

(Протокол № 7 от 16.06.2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.195.01 (Д 002.109.01),
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.06.2022 № 7

О присуждении **Рахимову Алимардону Восибовичу**, гражданину Республики Узбекистан, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация **«Радиохимические аспекты получения высокодисперсного селена-82 с низким содержанием радиоактивных примесей и анализ материалов для низкофоновых исследований»** по специальности 1.4.13 – радиохимия принята к защите 14 апреля 2022 года (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.1.195.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН); 119991, ГСП-1, Москва, ул. Косыгина, 19; приказ о создании диссертационного совета № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

Соискатель **Рахимов Алимардон Восибович**, 29 июня 1981 года рождения. В 2004 году окончил химический факультет Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека по специальности «Аналитическая химия». В 2008 году окончил очную аспирантуру при Институте ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан по профилю подготовки 02.00.02 «Аналитическая химия». Работает научным сотрудником в Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ).

Диссертация выполнена в научно-экспериментальном отделе ядерной спектроскопии и радиохимии Лаборатории ядерных проблем имени В.П. Джелепова (НЭОЯСиРХ ЛЯП) ОИЯИ.

Научный руководитель – кандидат химических наук **Философов Дмитрий Владимирович**, ОИЯИ, НЭОЯСиРХ ЛЯП, сектор радиохимии(№ 4), начальник сектора.

Официальные оппоненты:

Милютин Виталий Витальевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН), лаборатория хроматографии радиоактивных элементов, заведующий лабораторией.

Суханов Максим Викторович, кандидат химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых Российской академии наук (ИХВВ РАН), лаборатория химии высокочистых бескислородных стекол, старший научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина», г. Санкт-Петербург в своём положительном отзыве, подписанном ученым секретарем института, доктором химических наук, доцентом Смирновым Игорем Валентиновичем и утверждённом ВРИО генерального директора АО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина» Русских Иваном Михайловичем, указала, что тема диссертации несомненно является **актуальной** и обоснованной. Подчеркнута научная значимость задач, поставленных в рамках низкофоновых экспериментов: SuperNEMO - целью которого является поиск безнейтринной моды двойного бета-распада ^{82}Se , и EDELWEISS – связанного с поиском слабовзаимодействующих массивных частиц темной материи, которые требуют применения веществ с уникальным уровнем чистоты.

Научная новизна работы заключается в разработке:

- способа реверсной катионообменной хроматографической очистки селена от примесных радионуклидов при их вымывании в направлении, обратном элюированию продукта;
- метода получения высокодисперсной формы элементного ^{82}Se , включающего хроматографию, восстановление селенистой кислоты с помощью диоксида серы, центрифугирование, гомогенизацию, промывку и вакуумную сушку, обеспечивающих минимизацию непосредственного контакта селеносодержащих фаз с атмосферой и поверхностями реакционных и технологических сосудов;
- оригинальной методики выделения широкого спектра радионуклидов, образующихся при облучении тория протонами, с помощью анионообменной колонки со смолой AG-1×8 с последующим их разделением на катионообменной колонке со смолой AG-50×8;
- в работе впервые определены коэффициенты распределения Th, U, Ra, Ac, ряда техногенных радионуклидов, таких как цезий (аналог калия), кобальт и редкоземельные элементы (Y, Ce, Pm, Tm, Yb, Lu) на катионообменной смоле Dowex 50W×8 в растворах 0,5-4 моль/л селенистой кислоты. Все выдвинутые на защиту положения научно обоснованы.

Практическая значимость обусловлена тем, что разработанный способ реверсной катионообменной хроматографической очистки селена от примесных радионуклидов удовлетворяет требованиям низкофоновых экспериментов и может быть использован для эффективной очистки и других веществ, таких как ^{76}Ge , ^{130}Te , используемых в подобных экспериментах. Приготовленные фольги (2,5 кг) из очищенного и кондиционированного ^{82}Se , установленные в установке «SuperNEMO-Демонстратор» для поиска $0\nu 2\beta$ -распада, характеризуются уникально высокой чистотой по ^{232}Th (22-150 мкБк/кг) и по ^{226}Ra (< 600 мкБк/кг). Сведения по содержанию тория-232 и урана-238 в образцах полиэтилена, полученные в рамках работы, позволили уточнить модель фона установки EDELWEISS-3.

Соискатель имеет 34 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации – 11, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Международных реферативных базах данных и рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертации – 4.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Философов Д.В., **Рахимов А.В.**, Божиков Г. А., Караиванов Д.В., Лебедев Н.А., Норсеев Ю.В., Садыков И.И. Получение радионуклидов из Th-мишеней, облученных протонами энергией 300 МэВ // Радиохимия. 2013. Т. 55. № 4. С. 339-345.

2. **Rakhimov A.V.**, Warot G., Karaivanov D.V., Kochetov O.I., Lebedev N.A., Mukhamedshina N.M., Sadikov I.I., Filosofov D.V. Purification of selenium from thorium, uranium, radium, actinium and potassium impurities for the low background measurements // Radiochimica acta. 2013. V. 101. No 10. P. 653-659.

3. **Rakhimov A.V.**, Brudanin V.B., Filosofov D.V., Loaiza P., Marinov G.M., Mirsagatova A.A., Medvedev D., Mukhamedshina N.M., Rozov S.V., Sadikov I.I., Warot G., Yakushev E.A. Neutron activation analysis of polyethylene from neutron shield of EDELWEISS experiment // Radiochimica acta. 2015. V. 109. No 9. P. 673-678.

4. **Rakhimov A. V.**, Varabash, A.S., Basharina-Freshville A. et al. Development of methods for the preparation of radiopure ^{82}Se sources for the SuperNEMO neutrinoless double-beta decay experiment // Radiochimica acta. 2020. V. 108. No 2. P. 87-97.

5. **Рахимов А.В.**, Садыков И.И., Мухамедшина Н.М., Философов Д.В. Нейтронно-активационный анализ реактивов, используемых при глубокой очистке селена от Th, U, Ra, Ac и K для низкофоновых измерений // Тезисы докладов VI Всероссийской конференции молодых учёных, аспирантов и студентов с международным участием «Менделеев-2012». 3-6 апреля 2012 г. Санкт-Петербург. С. 96-98.

6. Filosofov D.V., Vojikov G. A., Sadikov I.I., Karaivanov D.V., Lebedev N.A., Norseev Yu.V., **Rakhimov A.V.** Production of radionuclides from the Th-target irradiated at phasotron of DzLNP JINR // Joint Conference: VI Eurasian Conference «Nuclear science and its application» and VIII International Conference «Modern problems of nuclear physics and and Nuclear Technologies». 25-28 September 2012. Samarkand: book of abstract. P. 347-348.

7. **Рахимов А.В.**, Бруданин В.Б., Варот Г., Зампаоло М., Карандашев В.К., Караиванов Д.В., Кочетов О.И., Лебедев Н.А., Пикмаль Ф., Садыков И.И., Философов Д.В. Очистка селена от примесей K, Th, U, Ra и Ac и подготовка образцов для низкофоновых измерений // Тезисы докладов VIII Российской конференции по радиохимии «Радиохимия-2015». 28 сентября - 2 октября 2015 г. Железногорск. С. 412.

8. **Рахимов А.В.**, Бруданин В.Б., Варот Г., Зампаоло М., Карандашев В.К., Караиванов Д.В., Кочетов О.И., Лебедев Н.А., Пикмаль Ф., Садыков И.И., Философов Д.В. Радиохимические аспекты получения образцов селена высокой чистоты для низкофоновых измерений // Тезисы докладов VII Российской молодежной школы по радиохимии и ядерным технологиям. 12-16 сентября 2016 г. Озёрск. С. 93-95.

9. **Рахимов А.В.**, Варот Г., Караиванов Д.В., Кочетов О.И., Мирзаев Н.А., Мирсгатова А.А., Садыков И.И., Философов Д.В., Шитов Ю.А. Очистка и анализ макроколичеств селена-82 для низкофоновых исследований. Тезисы докладов VI Всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» с международным участием. 26 сентября - 2 октября 2021. Краснодар. С. 275.

10. **Рахимов А.В.**, Варот Г., Караиванов Д.В., Кочетов О.И., Лебедев Н.А., Мухамедшина Н.М., Садыков И.И., Философов Д.В. Очистка селена от примесей тория,

урана, радия, актиния и калия для низкофоновых измерений // Препринт ОИЯИ. Р6-2012-48.

11. **Рахимов А.В.**, Мирсагатова А.А., Мухамедшина Н.М., Розов С.В., Садыков И.И., Философов Д.В., Якушев Е.А. Нейтронно-активационный анализ полиэтилена защиты установки «EDELWEISS» // Препринт ОИЯИ. Р3-2013-109.

В работах представлены следующие результаты: получение широкого круга радионуклидов из ториевой мишени, облученной протонами с энергией 300 МэВ, в качестве трассёров для изучения процессов очистки селена; определение коэффициентов распределения ряда природных и техногенных радионуклидов, других примесных элементов на катионите в растворах селенистой кислоты; методики очистки и кондиционирования как и природного селена, так и изотопно-обогащенного селена-82 от радиоактивных примесей с требуемым фактором очистки, методика кондиционирования высокодисперсного ^{82}Se . Определение содержания примесей с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП). Определение удельные активности образцов селена на низкофоновом детекторе из сверхчистого германия и на ViPo-3 спектрометре; определение содержания примесей в образцах полиэтилена, используемого в качестве нейтронной защиты низкофоновой установки EDELWEISS.

Все публикации Рахимова А.В. соответствуют теме диссертационной работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах в диссертации отсутствуют. Требования к публикациям (пп. 13 и 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в редакции от 11.09.2021) выполнены полностью. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации входят в российские и международные базы данных, а также в перечень изданий ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертационных исследований, в том числе по специальности 1.4.13 – радиохимия.

На диссертацию и автореферат поступило **9** отзывов. Все отзывы положительные. Положительные отзывы без замечаний поступили от:

Зиновьева Владимира Георгиевича, д. техн. наук, ведущего научного сотрудника отделения нейтронных исследований Федеральной государственной бюджетной учреждении «Петербургский Институт ядерной физики» имени Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»;

Лубсандоржиева Баярто Константиновича, д. физ.-мат. наук, ведущего научного сотрудника Института ядерных исследований Российской академии наук;

Иванова Александра Вадимовича, д. хим.наук, доцента, зав. лабораторией аналитической химии и методов разделения Института общей и неорганической химии» имени Н.С. Курнакова Российской академии наук.

Положительные отзывы с вопросами, замечаниями и рекомендациями поступили от:

Семенищева Владимира Сергеевича, к. хим.наук, доцента кафедры радиохимии и прикладной экологии Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

- С чем связан выбор радиоактивных индикаторов ^{223}Ra , ^{225}Ac и ^{230}U для экспериментов?
- В таблице 7 автореферата в качестве оцениваемого указан «коэффициент улучшения». Данный термин не является общепринятым. Использование термина «коэффициент очистки» было бы более уместно.

Онучак Людмилы Артемовны, д. хим.наук, профессора, зав. кафедрой физической химии и хроматографии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

- На стр. 10 (рис. 2) приведена хроматограмма разделения радионуклидов на катионитной колонке со смолой AG 50×8, однако из подписи рисунка не совсем ясно, что использовали в качестве элюента (подвижной фазы)? Чем обусловлено различие во временах выхода из колонки групп радиоактивных элементов?

Полякова Евгения Валентиновича, д. хим.наук, старшего научного сотрудника, заместителя директора Института химии твёрдого тела УрО РАН, заведующего лабораторией физико-химических методов анализа.

- Относительно высокие концентрации ^{40}K в таких химически разнородных веществах, как вода, азотная кислота и изопропиловый спирт (табл. 3), наводят на мысль о аэрозольной природе появления этой радионуклидной смеси. Из текста автореферата не ясно, использовали ли при проведении экспериментов по глубокой очистке бокс или камеры с контролируемой атмосферой?

Логунова Михаила Васильевича, к.техн.наук, советника генерального директора ФГУП «ПО «Маяк»

- Коэффициенты распределения (в статике) в сорбционных процессах, как правило, имеют размерность мл/г, в отличие, например, от безразмерных коэффициентов распределения в экстракции. На рис. 3 автореферата автор приводит зависимости коэффициентов распределения ряда элементов на смоле Dowex 50W×8 от содержания селенистой кислоты в растворе. При этом размерность на оси ординат отсутствует. Вместе с тем не указывается, каким образом были рассчитаны данные коэффициенты распределения, что не позволяет адекватно оценить полученные результаты;
- в главе 3 реферата автор указывает, что использованные в сорбционных экспериментах реактивы, а также лабораторная посуда и даже материал, из которого была изготовлена сорбционная колонка, были проверены на содержание критических природных радиоактивных элементов. Вместе с тем в реферате не упоминается о том, были ли проведены подобные исследования в отношении использованной в эксперименте для очистки селена самой ионообменной смолы Dowex 50W×8;
- в таблице 4 обращают на себя внимания заметные (на порядок) различия в активностях ^{40}K и ^{238}U в образцах основной и дополнительной защит,

используемых в экспериментах EDELWEISS и EDELWEISS-3. Как можно объяснить этот факт, учитывая идентичность использованного для создания данных защит материала – полиэтилен высокой плотности?

Трошкиной Ирины Дмитриевны, д.т.н., профессора кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

- Из текста автореферата не совсем понятен выбор сульфокатионита Dowex 50×8 и анионита AG 50×8 для очистки и разделения примесей. Каковы перспективы использования сорбентов другого типа (например, слабокислотных катионитов)?
- При изготовлении фольги используется клей ПВС (стр. 21). Анализировали ли его на содержание радиоактивных примесей?

Семенова Александра Александровича, к.хим.наук, главного эксперта АО Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара

- при оценке механизма взаимодействия элементов с селенистой кислотой по тангенсу угла наклона $\lg K_D$ от логарифма концентрации селенистой кислоты (таблица 2 автореферата) вместо концентраций следовало бы использовать активности, либо показать, что в условиях эксперимента коэффициенты активности близки к единице и не влияют на результаты аппроксимации.

В целом в поступивших отзывах отмечается, что представленные замечания не снижают научной значимости работы и могут рассматриваться как рекомендации для развития исследований. К достоинствам работы, несомненно, можно отнести способ реверсной катионообменной хроматографической очистки Se от примесных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{227}Ac , ^{232}Th и ^{238}U при их вымывании в направлении обратном элюированию продукта; впервые предложенная последовательность операций очистки и кондиционирования ^{82}Se (при комнатной температуре): хроматография, восстановление сернистым газом, центрифугирование, гомогенизация, промывка, вакуумная сушка; уникально высокий уровень чистоты фольг из очищенного изотопно-обогащённого ^{82}Se , отвечающий требованиям низкофонового эксперимента SuperNEMO-Демонстратор; методику колоночного выделения широкого спектра радионуклидов-индикаторов, в том числе ^{223}Ra , ^{225}Ac и ^{230}U из ториевой мишени, облучённой протонами. Диссертационная работа Рахимова А.В. является законченным фундаментально-ориентированным исследованием, выполненным на высоком научном уровне, обладает всеми признаками новизны и вызывает большой научный и практический интерес в области современной радиохимии и ядерной физики. Работа в полной мере соответствует п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 – радиохимия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их научными и практическими достижениями в области радиохимии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Разработан способ реверсной катионообменной хроматографической очистки селена от примесных радионуклидов при их вымывании в направлении, обратном элюированию продукта;

– Разработан способ получения (хроматография, восстановление селенистой кислоты с помощью диоксида серы, центрифугирование, гомогенизация, промывка и вакуумная сушка) высокодисперсной формы элементного ^{82}Se , обеспечивающий минимизацию непосредственного контакта селеносодержащих фаз с атмосферой и поверхностями реакционных и технологических сосудов. Размер частиц селена в приготовленных фольгах составил порядка 1 мкм. По данным измерений на ViPo-3 спектрометре фольг, приготовленных из полученного селена, установлена их уникально высокая чистота по ^{232}Th (22-150 мкБк/кг) и ^{226}Ra (< 600 мкБк/кг), которая ранее для высокодисперсного элементного селена не была достигнута;

– Предложена оригинальная методика выделения широкого спектра радионуклидов, образующихся при облучении тория протонами, с помощью анионообменной колонки со смолой AG-1×8 с последующим их разделением на катионообменной колонке со смолой AG-50×8. Получение ^{230}U основано на его выделении из фракции протактиния ($^{230}\text{Pa}(\beta^-)^{230}\text{U}$).

– Впервые определены коэффициенты распределения Th, U, Ra, Ac, ряда техногенных радионуклидов, таких как цезий, кобальт и редкоземельные элементы (Y, Ce, Pm, Tm, Yb, Lu) на катионообменной смоле Dowex 50W×8 в растворах селенистой кислоты в диапазоне концентраций 0,5-4 моль/л. Определена оптимальная концентрация селенистой кислоты для очистки на катионите – 0,5 моль/л. Предложен механизм десорбции изученных элементов с катионита при высоких концентрациях селенистой кислоты, в основе которого лежит взаимодействие этих элементов с недиссоциированной формой этой кислоты.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что применительно к проблематике диссертации получены данные о механизме сорбционного извлечения ряда металлов (Cs, Co, Ra, Ac, Th, U и редкоземельных элементов) в растворах селенистой кислоты на сильнокислотном катионообменной смоле. Установлены высокие (более 10^3 мл/г) коэффициенты распределения для радия, актиния и редкоземельных элементов в диапазоне концентраций селенистой кислоты 0,5-4 моль/л, в то время как для Cs(I), Co(II), тория (IV) и урана (VI) обнаружена зависимость величин коэффициентов распределения от концентрации кислоты – убывание с ростом концентрации. Предложенный механизм объясняет различие в поведении металлов в системе катионит–раствор селенистой кислоты их взаимодействием с недиссоциированной формой селенистой кислоты (H_2SeO_3). Обнаруженная сильная сольватация может служить основой для разработки способов отделения тория (IV) и урана (VI) от широкого круга элементов применительно к препаративным и аналитическим задачам.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что с использованием разработанных в работе рекомендаций приготовлены фольги из 2,5 кг очищенного и кондиционированного ^{82}Se , которые установлены SuperNEMO-Демонстратор для поиска $0\nu 2\beta$ -распада на основании измерений удельных активных примесей ^{208}Tl и ^{214}Bi на низкофоновом BiPo-3 спектрометре. Полученные сведения по содержанию ^{232}Th и ^{238}U ($10^2 - 10^3$ мкБк/кг) в образцах полиэтилена позволили уточнить модель фона установки EDELWEISS-3, разработанные подходы для оценки и снижения фона могут быть использованы для различных низкофоновых задач, в которых используются полимеры в виде конструкционных, защитных и других материалов.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечена использованием современных инструментальных методов анализа веществ, основанных на разных принципах, в том числе инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), АЭС-ИСП, МС-ИСП, низкофоновой гамма-спектрометрии и BiPo-3 спектрометрии, а также статистически обоснованной воспроизводимостью результатов как в случае изотопно-обогащенного ^{82}Se , так и природного селена. Для обработки результатов применяли стандартные подходы и методы.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературы по тематике исследований; планировании исследований; непосредственном участии в проведении экспериментальных работ, в том числе, в создании и оснащении оборудованием чистой комнаты; в разработке и реализации методик очистки и кондиционирования селена; участии в работах по получению радионуклидов из ториевой мишени, а также по определению коэффициентов распределения радионуклидов на катионите в растворах селенистой кислоты; проведении аналитических исследований образцов селена, химических реактивов, полимерных материалов; обсуждении полученных результатов; подготовке публикаций по выполненной работе.

Аналитические исследования образцов химических реактивов, полимерных материалов и селена выполнены совместно с сотрудниками ИЯФ АН РУз (г. Ташкент) и АСИЦ ИПТМ РАН (г. Черноголовка). Приготовление фольг из очищенного и кондиционированного изотопно-обогащенного ^{82}Se , спектрометрические исследования образцов на низкофоновых HPGe-детекторе и на BiPo-3 спектрометре выполнены совместно с сотрудниками ряда лабораторий - участников коллаборации SuperNEMO.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Рахимов А.В. дал аргументированные ответы на все задаваемые в ходе заседания вопросы и высказанные замечания. Приведенная им аргументация была положительно оценена присутствующими на заседании оппонентами и членами диссертационного совета.

Диссертационная работа Рахимова А.В. **«Радиохимические аспекты получения высокодисперсного селена-82 с низким содержанием радиоактивных примесей и анализ материалов для низкофоновых исследований»** на соискание ученой степени кандидата химических наук представляет собой научно-квалификационную работу,

которая отвечает критериям п.9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" (Постановление правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842 в ред. от 21.09.2021). Содержание работы соответствует специальности 1.4.13 – радиохимия.

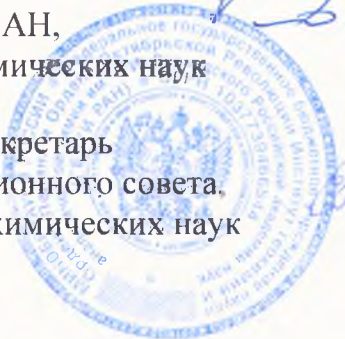
На заседании 16.06.2022 года диссертационный совет принял решение за получение и анализ веществ, характеризующихся ультранизким содержанием радиоактивных примесей, которое имеет важное значение для снижения фона при исследовании редких физических процессов (поиск частиц темной материи, изучение двойного бета-распада, поиск безнейтринной моды двойного бета-распада) **присудить Рахимову Алимардону Восибовичу учёную степень кандидата химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, включая 4 докторов наук по специальности 1.4.13 – радиохимия (отрасль наук – химические науки), участвовавших в заседании, из **28** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
чл.-корр. РАН,
доктор химических наук



Колотов Владимир Пантелеймонович



Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук



Захарченко Елена Александровна

16 июня 2022 года



ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ГЕОХИ РАН)

Протокол № 7

заседания диссертационного совета 24.1.195.01

от 16.06.2022

Состав диссертационного совета утвержден в количестве **28** человек.
Присутствовали на заседании **19** человек.

Председатель: д. хим.наук, профессор Колотов Владимир Пантелеймонович, член-корр. РАН (зам. председателя совета)

Присутствовали: академик РАН, д. хим.наук, профессор Мясоедов Борис Федорович, член-корр. РАН, д. хим.наук, профессор Колотов Владимир Пантелеймонович, член-корр. РАН, д. хим.наук Хамизов Руслан Хажсетович, д. физ.-мат.наук, Баранов Виктор Иванович, д. физ.-мат.наук, профессор Большой Михаил Александрович, д. хим.наук Гречников Александр Анатольевич, д. геол.-мин.наук Горностаева Татьяна Александровна, д. физ.-мат.наук, профессор Дементьев Василий Александрович, д. техн.наук, профессор Зуев Борис Константинович, д. геол.-мин.наук, доцент Коробова Елена Михайловна, д. хим.наук Кубракова Ирина Витальевна, д. хим.наук Марютина Татьяна Анатольевна, д. хим.наук Новиков Александр Павлович, д. физ.-мат.наук Прудковский Андрей Гаральдович, д. хим.наук Ревельский Александр Игоревич, д. хим.наук Федотов Петр Сергеевич, д. хим.наук, профессор Шеховцова Татьяна Николаевна, д. хим.наук Шкинев Валерий Михайлович, к. хим.наук Захарченко Елена Александровна

Официальные оппоненты по диссертации:

Милютин Виталий Витальевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН), лаборатория хроматографии радиоактивных элементов, заведующий лабораторией.

Суханов Максим Викторович, кандидат химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии высококчистых веществ им. Г.Г. Девярых Российской академии наук (ИХВВ РАН), лаборатория химии высококчистых бескислородных стекол, старший научный сотрудник.

Ведущая организация:

Акционерное общество «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина», г. Санкт-Петербург.

Слушали:

защиту диссертационной работы **Рахимова Алимардона Восибовича «Радиохимические аспекты получения высокодисперсного селена-82 с низким содержанием радиоактивных примесей и анализ материалов для низкофоновых исследований»** на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 – радиохимия.

Диссертационная работа выполнена в научно-экспериментальном отделе ядерной спектроскопии и радиохимии Лаборатории ядерных проблем имени В.П. Дзелепова (НЭОЯСиРХ ЛЯП) Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ)

Научный руководитель – кандидат химических наук **Философов Дмитрий Владимирович**, ОИЯИ, НЭОЯСиРХ ЛЯП, сектор радиохимии (№ 4), начальник сектора.

Основное содержание работы опубликовано в 11 работах, в том числе в 4 статьях в журналах из перечня научных изданий, входящих в Международные реферативные базы данных и в список ВАК. Требования к публикациям основных научных результатов, предусмотренные п.11 – 13 Положения, а также требования п. 10 и 14 выполнены полностью.

Отзывы оппонентов и ведущей организации – положительные. На диссертацию поступило 9 отзывов – все отзывы положительные.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Рахимов А.В. дал аргументированные ответы на все задаваемые в ходе заседания вопросы и высказанные замечания. Приведенная им аргументация была положительно оценена присутствующими на заседании оппонентами и членами диссертационного совета.

Постановили:

Рахимова Алимардона Восибовича «Радиохимические аспекты получения высокодисперсного селена-82 с низким содержанием радиоактивных примесей и анализ материалов для низкофоновых исследований» на соискание ученой степени кандидата химических наук представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям п.9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" (*Постановление правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842 в ред. от 21.09.2021*). Содержание работы соответствует специальности 1.4.13 – радиохимия.

На заседании 16 июня 2022 года диссертационный совет принял решение за получение и анализ веществ, характеризующихся ультранизким содержанием радиоактивных примесей, которое имеет важное значение для снижения фона при исследовании редких физических процессов (поиск частиц темной материи, изучение двойного бета-распада, поиск безнейтринной моды двойного бета-распада), **присудить Рахимову Алимардону Восибовичу учёную степень кандидата химических наук.**

Результаты тайного голосования: диссертационный совет в количестве 19 человек, включая 4 докторов наук по специальности 1.4.13 – радиохимия (отрасль наук – химические науки), участвовавших в заседании, из **28** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
чл.-корр. РАН,
доктор химических наук



Колотов Владимир Пантелеймонович

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук



Захарченко Елена Александровна

16 июня 2022 года