

Заключение диссертационного совета МГУ.014.6
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Решение диссертационного совета от «17» декабря 2025 г № 170

О присуждении Титченко Николаю Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Экстракционные и хроматографические методы генераторного получения ^{44}Sc » по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки) принята к защите диссертационным советом «07» ноября 2025 протокол № 165.

Соискатель Титченко Николай Андреевич, 1997 года рождения, в 2020 окончил Высший химический колледж Российской академии наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по программе специалитета. В 2025 году Титченко Николай Андреевич окончил очную аспирантуру кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по направлению 04.06.01 – «Химические науки».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории дозиметрии и радиоактивности окружающей среды кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», по совместительству – в должности стажера-исследователя в лаборатории радиоизотопного комплекса Отдела экспериментальной физики Института ядерных исследований Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории радиофармацевтической химии кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научные руководители:

Кандидат химических наук **Егорова Байирта Владимировна**, старший научный сотрудник кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

Доктор химических наук, академик РАН, **Калмыков Степан Николаевич**, заведующий кафедрой радиохимии Химического факультета Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Винокуров Сергей Евгеньевич – доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиохимии, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук;

Аксенов Николай Викторович – кандидат химических наук, начальник сектора Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова Международной межправительственной организации "Объединенный институт ядерных исследований";

Эпштейн Наталья Борисовна – доктор фармацевтических наук, доцент, начальник Фармацевтического центра практического обучения и компетенций Обнинского института атомной энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» -

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов основывался тем, что Винокуров Сергей Евгеньевич является признанным специалистом в области радиохимии, обладающим высокими компетенциями в области выделения и концентрирования радионуклидов, а также в изучении новых потенциальных радиофармпрепаратов; Аксенов Николай Викторович является высококвалифицированный экспертом в области получения и выделения медицинских радионуклидов; Эпштейн Н.Б. является заслуженным специалистом в области производства и контроля качества радионуклидов и РФЛП. Публикации официальных оппонентов близки по своей направленности к теме рассматриваемой диссертационной работы.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 статьи, все опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки):

1. **Titchenko N.A.**, Features of Ti^{IV} and Sc^{III} behavior in oxalic acid solutions affecting the ⁴⁴Ti/⁴⁴Sc generating system based on anion exchange resins / **Titchenko N.A.**, Egorova B.V., Kalmykov S.N. // Mendeleev Communications - 2025. - V. 35. - № 4. - P. 396–398. EDN: WLXSPK; DOI: 10.71267/mencom.7656 (Импакт-фактор 0,31 (SJR), Q3, 0,3 п.л.)
2. Khabirova S., Assessing the Biocompatibility and Stability of CeO₂ Nanoparticle Conjugates with Azacrowns for Use as Radiopharmaceuticals / Khabirova S., Menshikov-Tonyan M., Aleshin G., Prikhodko A., Kozlov D., Anokhin E., Babeshkin K., **Titchenko N.**, Zubenko A.,

- Shchukina A., Fedorov Yu., Kalmykov S. // RSC Medicinal Chemistry. - 2024. - V. 15. - № 12. - P. 4100–4110. EDN: OVWNKG; DOI: 10.1039/d4md00515e. (Импакт-фактор 3,6 (JIF), Q1, 0,7 п.л.)
3. Yakusheva A., From octreotide to shorter analogues: synthesis, radiolabeling, stability / Yakusheva A., **Titchenko N.**, Egorova B., Matazova E., Podkhalyuzina N., Osipov V., Khachatryan D., Avdeev D., Posypanova G., Kalmykov S. // Journal of Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals. - 2019. - V. 62. - № 11. - P. 718–728. EDN: POWROO; DOI: 10.1002/jlcr.3799. (Импакт-фактор 0,9 (JIF), Q3, 0,7 п.л.)

На автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены вопросы, имеющие значение для развития радиохимии, а именно, впервые: (1) обосновано разделение Ti(IV) и Sc(III) в анионообменных системах в среде щавелевой кислоты; определены коэффициенты распределения Ti(IV) и Sc(III) в данной среде для смолы TEVA resin и продемонстрирована её высокая эффективность для разделения $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$; (2) изучены коэффициенты распределения Ti(IV) и Sc(III) для Aliquat 336 в средах лимонной и аскорбиновой кислот в зависимости от концентрации добавленной соляной кислоты; (3) разработаны методики многоступенчатого экстракционного разделения Ti(IV) и Sc(III) по схеме обратного генератора с применением фосфорорганических экстрагентов.

Теоретическая и практическая значимость заключается в получении новых данных о хроматографическом и экстракционном разделении Ti(IV) и Sc(III) в различных средах; разработаны генераторные схемы получения ^{44}Sc с высокой объёмной активностью и/или не требующие дополнительной стадии очистки. Полученные коэффициенты распределения могут быть применены в работах по выделению и концентрированию Ti(IV) и Sc(III).

Диссертация представляет собой самостоятельное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты:

1. Применение экстракционно-хроматографической смолы TEVA в генераторе $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$ значительно увеличило удельную объёмную активность элюата ^{44}Sc с по сравнению с аналогичными системами на основе анионообменных смол.
2. Растворы смеси лимонной или аскорбиновой кислот с соляной позволяют разделять генераторную пару $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$, обеспечивая возможность применения полученного раствора ^{44}Sc в радиофармацевтическом синтезе без дополнительных стадий очистки от ионов, конкурирующих за связывание с хелатором.

3. Разработанная схема обратного экстракционного генератора $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$ на основе фосфорорганических экстрагентов ТОФО и ТБФ позволяет получать ^{44}Sc в водном растворе разбавленной соляной кислоты.
4. Процедура многоступенчатого экстракционного разделения ^{44}Ti и ^{44}Sc растворами ТОФО и ТБФ позволяет достичь высоких значений выхода ^{44}Sc с низким уровнем примеси ^{44}Ti и обеспечивает регенерацию материнского ^{44}Ti .

Личный вклад автора заключается в критическом обзоре литературных данных, проведении экспериментов, интерпретации полученных данных, обобщении и систематизации результатов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав, проголосовали: за - 20, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,
доктор физико-математических наук

Пресняков И.А.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат химических наук

Северин А.В.

«17» декабря 2025 г