

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ермолаева Станислава Викторовича  
«Получение медицинских радионуклидов  $^{117m}\text{Sn}$  и  $^{225}\text{Ac}$  из мишеней, облученных  
протонами средних энергий, и разработка  $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$  генератора», представленной на  
соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.13 –  
Радиохимия

Полноценному развитию радионуклидной диагностики и терапии, особенно таким новым направлениям, как тераностика и таргетная альфа-терапия, способствуют, во-первых, возможность выбора радионуклидов с ядерно-физическими свойствами, отвечающими запросам медицины, во-вторых, их доступность в необходимых количествах. Поэтому диссертационная работа С.В. Ермолаева, посвященная получению перспективных радионуклидов  $^{117m}\text{Sn}$ ,  $^{225}\text{Ac}$  и  $^{213}\text{Bi}$  с помощью современных ускорителей протонов, представляет несомненный интерес и является актуальной.

Диссертантом разработаны эффективные методы выделения  $^{117m}\text{Sn}$  из облученных мишеней, содержащих металлическую сурьму природного изотопного состава или интерметаллид  $\text{TiSb}$ . Для этого были определены сечения образования  $^{117m}\text{Sn}$ , его основной изотопной примеси  $^{113}\text{Sn}$  и радионуклидов теллура, сурьмы и индия в реакциях ядер сурьмы с протонами в широком диапазоне энергий; разработаны мишени и процедуры их переработки; получены образцы продукта  $^{117m}\text{Sn}$  для биологических и доклинических исследований. Большое внимание уделено в работе оценке удельной активности  $^{117m}\text{Sn}$ , являющейся важной характеристикой для дальнейшего медицинского использования. Полученные автором величины удельной активности составили 20-60 ГБк/мг в зависимости от энергии протонов, что в десятки раз выше, чем в случае реакторного получения  $^{117m}\text{Sn}$ .

В работе успешно решена задача получения  $^{225}\text{Ac}$  из ториевых мишеней, облученных протонами с энергией до 140 МэВ. Изучены зависимости сечений более 80 радионуклидов, образующихся в тории, от энергии протонов, на основе чего была разработана мишень для получения больших количеств  $^{225}\text{Ac}$ . Автором проведен глубокий анализ экстракционных и хроматографических методов разделения макроколичеств  $\text{Th(IV)}$  и продуктов облучения  $\text{Ra(II)}$ ,  $\text{Ac(III)}$ ,  $\text{Pa(V)}$  и других радионуклидов, выполнен большой объем экспериментальной работы. Следует отметить тщательные исследования сорбции радионуклидов экстракционно-хроматографическими смолами из растворов минеральных кислот для решения задачи отделения актиния от близких по свойствам редкоземельных элементов, главным образом, лантана и церия. В результате этих исследований автором была предложена и реализована процедура выделения и очистки актиниевой фракции, организованная по методу "сквозного" протекания растворов через три последовательно соединенные хроматографические колонки. Данная процедура не только обеспечивает высокую радионуклидную чистоту продукта, но и позволяет избежать дополнительных стадий выпаривания и растворения при реализации в горячих камерах.

$^{225}\text{Ac}$ , получаемый из тория, облученного протонами, содержит неотделяемую химически примесь долгоживущего изотопа  $^{227}\text{Ac}$  (около 0,1% на окончание облучения), вследствие чего возможность непосредственного медицинского применения  $^{225}\text{Ac}$  с примесью  $^{227}\text{Ac}$  требует дополнительных исследований. Поэтому представляются уместными и обоснованными усилия автора, направленные на математическое обоснование и экспериментальную реализацию методов генераторного получения  $^{213}\text{Bi}$  из

$^{225}\text{Ac}$ , обеспечивающих глубокую очистку от изотопов актиния  $^{225,227}\text{Ac}$  и продуктов распада  $^{227}\text{Ac}$ . В диссертационной работе получены основные соотношения кинетики радиоактивных превращений в условиях хроматографического разделения, послужившие теоретической базой для изучения сорбции ионов  $\text{Fr(I)}$  сорбентами различных типов и разработки циркулирующего  $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$  генератора. Оригинальность и научная новизна предложенного автором генератора заключаются в непрерывном отделении и распаде промежуточного короткоживущего  $^{221}\text{Fr}$ , вследствие чего замкнутая циркулирующая система приходит в состояние, в котором  $^{213}\text{Bi}$  находится в подвижном равновесии с  $^{225}\text{Ac}$ , но пространственно от него отделен. Результаты испытаний циркулирующего  $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$  генератора, проведенных диссертантом совместно с МРНЦ имени А.Ф. Цыба (филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Обнинск), продемонстрировали стабильность его работы и качество получаемого элюата  $^{213}\text{Bi}$ .

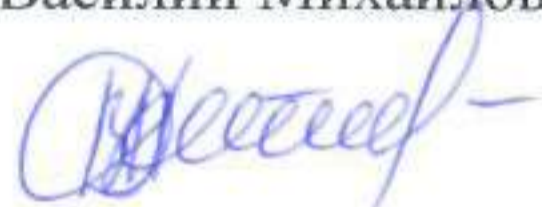
По материалам автореферата можно сделать следующее замечание.

Диссертант полагает перспективным извлечение  $^{213}\text{Bi}$  из циркулирующего  $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$  генератора непосредственно раствором биоконъюгата (белок + хелатор), в таком случае мечение биоконъюгата будет происходить непосредственно в генераторе, что значительно снизит время приготовления препарата. Представляется необходимым обосновать практическую осуществимость подобного синтеза меченого соединения.

Сделанное замечание не снижает общей высокой оценки диссертационной работы, которая выполнена на современном теоретическом и экспериментальном уровне и соответствует требованиям пунктов 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Ермолаев Станислав Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.13 – Радиохимия.

Доктор биологических наук, заведующий лабораторией экспериментальной ядерной медицины МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

Петриев Василий Михайлович



11.11.2022г.

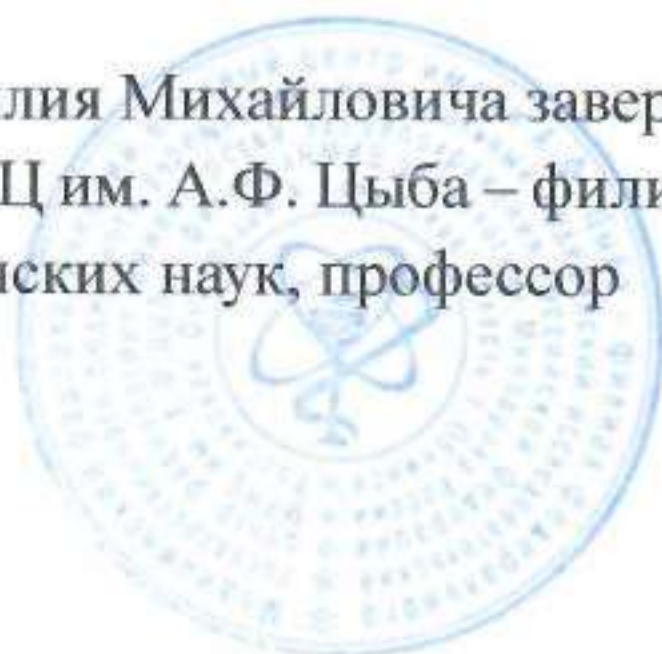
Медицинский радиологический научный центр имени А.Ф. Цыба – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: 249036, Калужская область, г. Обнинск, ул. Королёва, д. 4  
сайт организации: <https://new.nmicr.ru/>

Электронная почта: [petriev@mrrc.obninsk.ru](mailto:petriev@mrrc.obninsk.ru)

Тел. +7 (484) 399-71-00

Подпись Петриева Василия Михайловича заверяю:

Ученый секретарь МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор



В.А.Петров