

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алиева Рамиза Автандиловича

«Новые методы получения медицинских радиоизотопов редкоземельных элементов»,  
представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности  
1.4.13 – Радиохимия

Диссертационная работа Алиева Р.А. посвящена получению ряда перспективных медицинских радионуклидов, включающему облучение мишеней частицами высокой энергии и последующее химическое выделение. Выполненная на стыке ядерной физики и радиохимии, представленная работа отражает растущие потребности ядерной медицины в новых радионуклидах и является безусловно актуальной.

Целью работы являлось создание новых методов получения радиоизотопов редкоземельных элементов, образующихся в результате ядерных реакций с ускоренными ионами гелия, гамма-квантами и нейтронами. Для этого были экспериментально определены сечения реакций на ядрах  $^{151}\text{Eu}$ ,  $^{\text{nat}}\text{Gd}$ ,  $^{155}\text{Gd}$  под действием  $^3\text{He}$ - и  $^4\text{He}$ -частиц и измерены выходы фотоядерных реакций при облучении фотонами мишеней из Ti, Dy, Hf и Yb. Следует отметить, что большая часть ядерно-физических данных получена автором впервые. В результате разработаны методы получения изотопов тербия  $^{149,152,155}\text{Tb}$  по реакциям с заряженными частицами, изучено фотоядерное получение  $^{47}\text{Sc}$ ,  $^{155,161}\text{Tb}$ ,  $^{167}\text{Tm}$  и  $^{177}\text{Lu}$ , а также реализовано реакторное получение  $^{161}\text{Tb}$  из гадолиния, обогащенного по изотопу  $^{160}\text{Gd}$ . Целевые продукты выделены из облученных мишеней с помощью экстракционно-хроматографических смол, сочетающих селективность жидкостной экстракции и эффективность разделения колоночной хроматографии.

По материалам автореферата возникли следующие **замечания общего свойства**:

1. Получение больших количеств целевого радионуклида невозможно без надежной мишени, выдерживающей интенсивный ток заряженных частиц. Однако в автореферате не приведены данные о конструкции мишеней, содержащих оксиды европия и гадолиния в качестве мишенных материалов, облучаемых ускоренными ионами гелия. Какой максимальный, по оценке автора, ток ионов гелия могут выдержать использованные в работе мишени? Рассматривалось ли облучение металлических европия и гадолиния, обладающих лучшими теплофизическими свойствами, чем оксиды?
2. В изложенных в диссертационной работе методах получения радионуклидов предусматривается применение обогащенных мишенных материалов, то есть потребуются их регенерация после переработки облученной мишени. Поскольку в автореферате эта проблема не затрагивается, интересно узнать мнение автора о том, не будет ли необходимость регенерации препятствием для дальнейшего продвижения разработанных методов.

Имеются также **частные вопросы и замечания**:

3. По методике выделения радиоизотопов  $^{149,151}\text{Tb}$  из облученных европиевых мишеней:  
- Как видно из хроматограммы на рисунке 7, во фракции Tb присутствует Gd. Каким было содержание в продукте примесей радиоизотопов гадолиния, в частности, долгоживущих  $^{149,151}\text{Gd}$ , образующихся как в прямых ядерных реакциях, так и в результате распада целевых изотопов  $^{149,151}\text{Tb}$ ?

- Отделение мишенного материала осаждением в виде  $\text{EuSO}_4$  с использованием цинковой пыли может оказаться процедурой, труднореализуемой в условиях горячих камер. Рассматривал ли автор отделение макроколичеств европия другими способами, например, экстракцией с Д2ЭГФК, являющейся экстрагентом в смоле LN Resin?

4. Исследованное в работе фотоядерное получение  $^{177}\text{Lu}$  сопровождается образованием изотопных примесей  $^{171,172,177m}\text{Lu}$  (таблица 3). В то же время, сейчас налажена наработка  $^{177}\text{Lu}$  в больших количествах по реакциям с тепловыми нейтронами  $^{176}\text{Lu}(n,\gamma)^{177}\text{Lu}$  и  $^{176}\text{Yb}(n,\gamma)^{177}\text{Yb} \rightarrow ^{177}\text{Lu}$ , причем последний метод позволяет получать изотопно чистый продукт. В связи с этим, насколько перспективен, по мнению автора, фотоядерный способ получения  $^{177}\text{Lu}$ ?

5. В методике выделения  $^{167}\text{Tm}$  из облученной мишени  $^{\text{nat}}\text{Yb}_2\text{O}_3$  не приведен выход продукта; в методике выделения  $^{155,161}\text{Tb}$  из  $^{\text{nat}}\text{Dy}_2\text{O}_3$  не приведены выход продукта и степень его очистки от диспрозия.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку данной диссертационной работы и не умаляют ее фундаментальной и практической ценности. Работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Полученные результаты подтверждены большим количеством экспериментальных данных, достоверность которых не вызывает сомнений.

Таким образом, представленная диссертация 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 Алиев Рамиз Автандилович заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.13 – Радиохимия.

Ермолаев Станислав Викторович

доктор химических наук,

ведущий научный сотрудник лаборатории радиоизотопного комплекса

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)

тел: +7 (495) 850-42-54, e-mail: ermolaev@inr.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук

117312, Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а

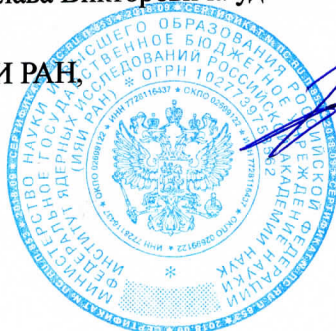
тел: +7 (495)850-42-00, e-mail: inr@inr.ru

Подпись Ермолаева Станислава Викторовича удостоверяю:

Заместитель директора ИЯИ РАН,

д-р физ.-мат. наук

« 10 » декабря 2024 г.



А.В. Фещенко