

**Отзыв научного руководителя на диссертационную работу Ивана  
Николаевича Черных**

**Модифицированные альгинатные гидрогели  
как носители иттрия-90 и фосфора-32**

Диссертационная работа И. Н. Черных посвящена актуальной проблеме создания носителей радионуклидов на основе полимерных гидрогелей. Биоразлагаемость гидрогелевых носителей позволяет рассматривать эти материалы в качестве промежуточного звена между традиционными радиофармпрепаратами и закрытыми источниками излучения. Особо следует отметить широкую вариабельность физико-химических свойств этих соединений, что облегчает создание на их основе индивидуализированных схем терапии для методов брахитерапии и радиоэмболизации.

Целью работы был синтез альгинатных носителей  $^{90}\text{Y}$  и  $^{32}\text{P}$ , сшитых кальцием, иттрием и железом (в некоторых случаях, модифицированные гидроксиапатитом) и определение их физико-химических свойств. Основными характеристиками образцов являлись максимально достижимая активность, скорость связывания радионуклидов, вариабельность свойств и устойчивость в различных средах.

В работе, впервые, в качестве метода связывания радионуклидов  $^{90}\text{Y}$  и  $^{32}\text{P}$  с альгинатными гидрогелями, предложен изотопный обмен в водном растворе, проведено сравнение трёх способов минерализации альгинатных сфер и проведено сравнительное исследование устойчивости синтезированных образцов в модельных и биологических средах.

Практическая значимость работы заключается в обозначении задач физико-химического и биофизического профиля, решение которых необходимо для перехода к следующему этапу исследования- *in vivo*, с реальной перспективой применения изученных составов в терапии онкологических заболеваний.

Достоверность результатов обусловлена использованием современного высокоточного откалиброванного оборудования, включающего рентгеновский дифрактометр, ИК Фурье-спектрометр, сканирующий электронный микроскоп, жидкостной сцинтилляционный спектрометр, спектрофотомер и другие приборы. Воспроизводимость результатов синтеза и свойств полученных образцов была обеспечена использованием реактивов высокой чистоты и статистической обработкой экспериментальных данных.

Положения, выносимые на защиту, логично вытекают из результатов работы, соответствуют сформулированным задачам и подкреплены выводами.

Основой диссертации являются результаты экспериментальных исследований, полученные автором или при его непосредственном участии. Под научным руководством Ивана Николаевича выполнены 2 дипломные и 5 курсовых работ, связанные с темой диссертации. Он представлял результаты работы в виде устных и стендовых докладов на научных конференциях, писал статьи и готовил их к публикации в международных рецензируемых журналах.

Иван Николаевич является сформировавшимся научным работником, обладающим всеми лучшими качествами исследователя - целеустремлённостью, трудолюбием, широтой интересов и доброжелательностью.

Диссертационная работа И.Н. Черных соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней МГУ имени М.В. Ломоносова, полностью отвечает требованиям паспорта специальности 1.4.13 Радиохимия и рекомендуется к защите на соответствующем диссертационном совете.

3.02. 2026 г.

Научный руководитель  
Николаев Александр Львович  
кандидат химических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории гетерогенных процессов  
кафедры радиохимии  
Химического факультета МГУ  
имени М.В. Ломоносова