

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Крот Алексея Романовича «Исследования оптических свойств наноразмерных форм тетрапиррольных фотосенсибилизаторов при различных факторах», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

В диссертационной работе Крот А.Р. проведено всестороннее изучение оптических свойств наноразмерных форм тетрапиррольных фотосенсибилизаторов (ФС) третьего поколения в видимом и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне, с целью разработки интегрированной методики анализа их взаимодействия с сывороточным альбумином посредством спектроскопии поглощения, флуоресценции и динамического рассеяния света. Актуальность исследования определяется необходимостью создания инновационных оптических методов для прецизионной оценки кинетики и стабильности наночастиц ФС в биологических средах, что критично для продвижения фотодинамической терапии онкологических заболеваний, где требуется обеспечение селективного таргетинга сенсибилизаторов в опухолевые ткани без значительного воздействия на здоровые клетки, минимизации агрегации и оптимизации их транспортных свойств через кровотоки.

В работе предложен комплексный подход, ориентированный на исследование наночастиц оптическими методами, объединяющий экспериментальные измерения спектров поглощения и флуоресценции с математической обработкой данных динамического рассеяния света. Такой подход позволил связать спектральные характеристики ФС с их гидродинамическими параметрами и составом растворов, что обеспечило возможность количественного определения размеров наночастиц, их стабильности и кинетики взаимодействия с альбумином *in vitro*. Автором установлен ряд фундаментальных закономерностей оптического поведения ФС в водных средах (Глава 2): показано, что амфифильные ФС формируют стабильные мицеллярные структуры с гидродинамическими радиусами 92 ± 38 нм для S_27_Na без ПВП и 45 ± 14 нм и 112 ± 37 нм для PT_reg без ПВП, что связано с большим числом гидрофильных заместителей в молекулах порфиразинов. Этот результат имеет важное значение для корректной интерпретации спектральных свойств наночастиц ФС.

Продemonстрировано, что присутствие белка в спектральной картине ведет себя аналогично растворителю, вызывая разгорание флуоресценции мономерных форм ФС и характеризующее захват наночастиц молекулами альбумина, с количественной оценкой числа сайтов связывания n на одну молекулу белка: например, $n=1,7$ для свежеприготовленного S_27_Na с константой связывания $3,16 \cdot 10^8 \text{ M}^{-1}$ и $n=0,5$ для выдержанного S_27_Na с константой $1,02 \cdot 10^2 \text{ M}^{-1}$ (Глава 5). На основе полученных данных создана статистическая модель обработки, позволяющая оценивать гидродинамические радиусы в видимом диапазоне: например, для гидрофобных ФС с ПВП радиусы 88 ± 15 нм для IB-25 и 96 ± 28 нм для VP-6 (Глава 5).

Особо подчеркивается вывод о образцах, где не удалось определить точный размер, а только диапазон (например, $[50; 80]$ нм для PT-5), что свидетельствует о наличии взаимодействий с белком и агрегации; по итогам работы удалось обнаружить как ФС, активно взаимодействующие с альбумином (S_27_Na с новыми пиками ~ 200 нм), так и экранируемые от взаимодействия за счет ПВП (IB-25, VP-6 и PT-1 без значимых изменений), что демонстрирует эффективность оптических методов в различении механизмов связывания (Глава 4).

Применение предложенного подхода позволяет проводить мониторинг и оптимизацию свойств фотосенсибилизаторов, что, в свою очередь, обеспечивает

возможность коррекции составов наночастиц и способствует снижению токсичности в клинических приложениях.

Результаты работы прошли апробацию в ходе профильных научных конференций и опубликованы в рецензируемых журналах, что подтверждает их достоверность и практическую реализуемость.

Работа соответствует специальности 1.3.6. Оптика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и оформлена согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а её автор — Крот Алексей Романович — заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Профессор кафедры общей физики
и наноэлектроники
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

д.ф.-м.н., профессор
(шифр научной специальности 01.04.10)

подпись, дата Форш П.А.
17.12.2025

Автор отзыва:
Форш Павел Анатольевич,
доктор физико-математических наук, профессор

Место работы и должность:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и наноэлектроники, профессор

Адрес места работы:
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-16-84
E-mail: ForshPA@my.msu.ru

Я, Форш Павел Анатольевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6 и их дальнейшую обработку

подпись, дата
17.12.2025