

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Панченко Павла Александровича «Разработка флуоресцентных фотохромных, сенсорных систем и тераностиков на основе производных 1,8-нафталимида», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям 1.4.3 – «Органическая химия» и 1.4.4 – «Физическая химия»

Диссертационное исследование Панченко П. А. посвящено синтезу и исследованию спектрально-люминесцентных свойств оптических молекулярных устройств различного типа на основе производных 1,8-нафталимида (сенсоров, тераностиков для фотодинамической терапии (ФДТ), флуоресцентных фотохромов). Работа имеет междисциплинарный характер, включает как синтез сложных по структуре органических компонент устройств, так и исследования фотофизических, фотохимических и фотобиологических свойств полученных систем. Актуальность темы исследования связана с тем, что детектирование катионов металлов и анионов в объектах окружающей среды и биологических средах с помощью оптической спектроскопии является одним из активно развивающихся междисциплинарных научных направлений, в котором функциональные флуоресцентные красители играют определяющую роль. Анализ содержания ионов металлов в клетке позволяет изучать механизмы биохимических процессов и диагностировать наличие тех или иных заболеваний. Предложенные в работе фотохромные системы с переключаемой флуоресценцией важны для современных оптических технологий (элементы оптической памяти, реагенты для конформационного анализа биомолекул). Разработка конъюгатов флуоресцентных красителей с фотосенсибилизаторами (ФС) позволяет сочетать возможность проведения фотодинамической терапии и флуоресцентной диагностики. В отношении лечения онкологических заболеваний препараты, обладающие такими свойствами, являются очень востребованными.

Соискателем были предложены методы синтеза неизвестных ранее производных 1,8-нафталимида, содержащих ионофорный фрагмент, фотохромных 4-стирил- и пирано-1,8-нафталимидов с гибридной хромофорной системой, бисхромофорных систем на основе производных нафталимида и бактериохлорина из коммерчески доступных реагентов. Полученные в рамках работы флуорофоры являются удобными модульными компонентами для синтеза на их основе конъюгатов типа «флуорофор – фотосенсибилизатор» и «флуорофор – флуорофор». Было показано, что комплексообразование производных 1,8-нафталимида, содержащих ионофорный фрагмент, сопровождается возникновением флуоресцентного отклика на различные субстраты. Синтезированные дитиакраун-эфирные производные 1,8-нафталимида являются селективными РЕТ-хемосенсорами по отношению к катионам ртути (II) и серебра в водном растворе на уровне их ПДК. В ходе исследований также было обнаружено, что дополнительные возможности для модуляции сенсорных свойств возникают при совместном использовании процессов фотоиндуцированного переноса электрона и резонансного переноса энергии поглощенного света в краунсодержащих бисхромофорных системах. Проведенные исследования также позволили заключить, что сочетание флуорофорного и фотохромного фрагмента в одной структуре приводит к соединениям, в которых реакции фотохимической изомеризации могут быть использованы для фотоуправления флуоресценцией. Влияние фотохимических превращений на флуоресценцию красителя продемонстрировано также в супрамолекулярном ансамбле 18-краун-6-эфир-содержащего хромена и производного 4-амино-1,8-нафталимида. Впервые подробно изучено влияние природы растворителя на спектральные характеристики 4-стирил-1,8-нафталимидов. С использованием время-разрешенной оптической спектроскопии обнаружена их склонность к образованию скрученных возбужденных состояний с переносом заряда. Обнаружено, что в случае метоксизамещенных 4-стирил-1,8-нафталимида скрученные состояния являются флуоресцентными. Выявленные факторы, с помощью которых можно влиять на

эффективность флуоресценции 4 стирил-1,8-нафталимидов в растворах, в дальнейшем могут быть использованы при выборе подходящих флуорофоров для биологических исследований. В рамках работы впервые получены и исследованы конъюгаты нафталимидных флуорофоров и фотосенсибилизатора бактериохлорина, а также показано, что конъюгация нафталимидных красителей и фотосенсибилизатора не снижает фотодинамической эффективности последнего. В результате исследований *in vitro* и *in vivo* установлено, что конъюгаты бактериохлорина и нафталимида являются перспективными терапевтическими и диагностическими агентами. Также впервые описаны гибридные наночастицы с ап-конверсионной люминесценцией, модифицированные ФС и нафталимидным флуорофором, для проведения диагностики и терапии при возбуждении светом ИК области.

По теме диссертационного исследования Панченко П.А. была опубликована 31 научная работа (1 обзор и 30 экспериментальных статей, входящих в перечень ВАК) и 2 патента. Полученные научные результаты неоднократно представлялись на конференциях различного уровня. Автореферат диссертации хорошо оформлен, читается с интересом, в нем четко просматриваются цели и задачи каждого этапа исследований. Выводы по работе в полной мере аргументированы.

Диссертационная работа Панченко П.А. «Разработка флуоресцентных фотохромных, сенсорных систем и тераностиков на основе производных 1,8-нафталимида» представляет собой законченное исследование, по актуальности, поставленным задачам, методам их решения, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям ВАК РФ п.п. 9 – 14 постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» в действующей редакции, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Панченко П. А. заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.3 – «органическая химия» и 1.4.4 – «физическая химия».

Кузьмин Владимир Александрович,  
заведующий лабораторией процессов фотосенсибилизации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН (ИБХФ РАН), доктор химических наук по специальности 1.4.4 – «физическая химия», профессор по специальности 1.4.15 - кинетика и катализ.  
Адрес: 119334, Москва, ул. Косыгина, д. 4. Тел. 8-495-939-73-41 E-mail: [vak@sky.chph.ras.ru](mailto:vak@sky.chph.ras.ru)

  
/Кузьмин В.А./

Подпись д.х.н. проф. Кузьмина В.А. заверяю,  
ученый секретарь ИБХФ РАН,  
к.б.н. Скалацкая Светлана Ивановна



  
/Скалацкая С.И./

10 мая 2023 г.