ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Уварова Дениса Юрьевича «Новые BODIPY с карбо- и гетероциклическими фрагментами: синтез, фотофизические свойства и оценка возможности применения в биовизуализации», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия

Диссертационная работа посвящена разработке методов получения новых флуоресцентных маркеров на основе 4,4-дифтор-4-бора-3а,4а-диаза-s-индацена (BODIPY) и изучению их фотофизических свойств. Получение новых синтетических органических красителей, нашедших применение в качестве флуоресцентных маркеров благодаря высокой чувствительности к параметрам микроокружения в отличие от флуоресцентных белков и квантовых точек, является важной и актуальной задачей в биохимии.

Следует констатировать, что на основе новых результатов фундаментального и прикладного характера, полученных в ходе выполнения исследования, преследуемая цель достигнута и поставленные задачи выполнены. Так, разработан эффективный метод синтеза цикленовых производных 4,4-дифтор-4-бора-3а,4а-диаза-s-индацена, который позволил получить целый ряд новых аза-макроциклических производных BODIPY. Выявлено, что синтезированные аза-макроциклические производные BODIPY являются перспективными соединениями в качестве селективных маркеров для флуоресцентной визуализации лизосом в раковых клетках. На основе реакции окислительного сочетания 2(6)-формил-BODIPY с тиогидразидами/*орто*-замещенными анилинами разработан общий подход к синтезу серии новых гетероциклических производных BODIPY. Обнаружено, что на фотофизические свойства 1,3,4-тиадиазольных и 1,3-азольных производных BODIPY оказывают влияние функциональные заместители в введенных гетероциклах; выявлены редокс- и pH-чувствительные производные.

Украшением работы, на мой взгляд, является разработка флуоресцентных конъюгатов на основе стероидов и BODIPY. Многостадийный синтез последних был оправдан обнаружением ценных фотофизических свойств. Так, выявлено, что введение флуорофора в 21-положение эндогенного нейростероида аллопрегнанолона делает возможной визуализацию нейронов в тканях головного мозга.

К соискателю имеются несколько вопросов.

Как была доказана структура макроцикла **9**? Как были выделены фосфорилзамещенные 1,3,4-тиадиазольные производные BODIPY **11-12**?

В целом, достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Автореферат оформлен аккуратно, суждения логичны и точны. Принципиальных замечаний по работе нет.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Уварова Дениса Юрьевича «Новые BODIPY с карбо- и гетероциклическими

фрагментами: синтез, фотофизические свойства и оценка возможности применения в биовизуализации» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена важная задача получения новых производных 4,4-дифтор-4-бора-3а,4а-диаза-s-индацена – новых флуоресцентных маркеров, перспективных для визуализации лизосом в раковых клетках и нейронов в тканях головного мозга. Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует критериям, изложенным в пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции), а ее автор Уваров Денис Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – Органическая химия.

Файзуллина Лилия Халитовна,
д-р хим. наук (1.4.3 – Органическая химия), ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией фармакофорных циклических систем, заместитель директора по науке Уфимского Института химии Уфимского федерального исследовательского центра РАН
E-mail: sinvmet@anrb.ru;
тел.: 89603841814

Я, Файзуллина Лилия Халитовна, согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.092.01 ИОХ РАН, и их дальнейшую обработку.

«2» декабря 2025 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Уфимский Институт химии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук/ УфИХ УФИЦ РАН

Почтовый адрес: РФ, г. Уфа, проспект Октября, д.71
Телефон: +7(347)235-55-60
Адрес электронной почты: chemorg@anrb.ru.
Сайт: www.ufaras.ru

Подпись Файзуллиной Л.Х. заверяю:
Учёный секретарь Уфимского Института химии РАН
к.х.н. Выдрина В.А.
3 декабря 2025 г.