

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Федеральный исследовательский центр
«Иркутский институт химии им. А. Е.
Фаворского Сибирского отделения
Российской академии наук»

доктор химических наук



А.В. Иванов

“12” ноября 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу

Арсенова Михаила Анатольевича

**«Каталитические подходы к синтезу органических люминофоров
на основе изокумаринов»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.8. – Химия элементоорганических соединений

Металлокомплексный катализ прочно вошел в арсенал химиков-синтетиков и широко применяется для получения соединений с заданным строением и свойствами. Активно развивается использование комплексов переходных металлов в синтезе функциональных органических молекул, обеспечивающих непрерывное развитие химии материалов, оптоэлектроники, фотоники и сенсорики. В диссертационной работе Арсенова Михаила Анатольевича развивается малоизученное направление, а именно, синтез производных изокумарина посредством родий-катализируемого аннелирования алкинов бензойными кислотами с целью разработки новых эффективных люминофоров. Актуальность этого направления обусловлена интенсивным использованием изокумарина как строительного блока для получения сложных органических молекул с

перспективными свойствами, такими как твердофазная люминесценция, агрегационно-индуцированная эмиссия (AIE-эффект), термически активируемая задержанная флуоресценция (TADF-эффект).

Диссертация Михаила Анатольевича изложена на 220 стр., содержит 42 рисунка, 99 схем, 16 таблиц. Работа состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов, выводов, экспериментальной части и списка литературы, включающего 217 источников.

Во введении диссертантом сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, его актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Глава 1 (литературный обзор) состоит из четырех частей. В первой части обсуждаются принципы работы органических светоизлучающих диодов как основного направления использования органических люминофоров. Далее проводится сравнение свойств изокумарина и его более разработанного аналога, кумарина. В двух основных частях обзора обсуждается использование изокумарин-содержащих люминофоров и сенсоров и методы синтеза изокумаринового фрагмента. Последняя часть работы уже опубликована диссертантом в виде обзора в журнале «Успехи химии». Данный литературный обзор со всех возможных сторон описывает проблему создания ядра изокумарина и использование соответствующих молекул в современных областях химии материалов.

В главе 2 (обсуждение результатов) приведены результаты собственных исследований автора. По каждой из поставленных задач получены результаты, имеющие необходимые элементы **научной новизны и практической значимости**. Впервые детально изучена конкуренция процессов образования изокумаринового и нафталинового ядер в родий-катализируемом аннелировании алкинов производными бензойной кислоты. Расширен ряд возможных субстратов в этом процессе на полициклические системы, такие как пирен, флуорен, дибензофуран и нафталин. Разработаны условия для селективного получения производных как изокумарина, так и нафталина, в том числе, с электронакцепторными заместителями, с высокими выходами. Исследован процесс создания полициклических систем с использованием терефталевой, кумалевой, кумарин-3-карбоновой кислот. Определены границы применимости родий-катализируемого аннелирования

алкинов производными бензойной кислоты. Впервые реализованы процессы контролируемой сборки полициклических молекул на основе родий-катализируемых реакций создания бензольного и изокумаринового колец. Впервые осуществлен трехкомпонентный синтез изокумарин-замещенных изохинолиниевых солей исходя из производных бензальдегида, аминокислоты и алкинов. Разработанные автором методы обогащают инструментарий химиков-синтетиков и обеспечивают выход на новые семейства люминофоров. Автор показал, что некоторые из полученных соединений обладают перспективными люминесцентными свойствами (AIE-эффект, высокие квантовые выходы) и перспективны для создания на их основе оптоэлектронных устройств.

Новизна результатов диссертационной работы Арсенова М.А. в области химии элементоорганических соединений заключается в разработке подходов использования циклопентадиенильных комплексов родия для синтеза практически важных органических соединений. В частности, была установлена взаимосвязь состава металлоорганического соединения с направлением протекания каталитических реакций, а также предложен механизм родий-катализируемых реакций образования изокумаринов и нафталинов.

Глава 3 (экспериментальная часть) описывает использованные в работе методы анализа, методики получения и физико-химические характеристики синтезированных соискателем органических соединений (всего более 50 новых соединений).

Принципиальных замечаний по материалу диссертации нет. При прочтении работы возникли следующие вопросы и замечания:

- 1) Основное замечание связано с неудачной структурой как литературного обзора, так и обсуждения результатов. В частности, было бы логичнее поменять местами два ключевых раздела обзора (использование и синтез изокумаринов). Аналогичным образом должно было быть выстроено обсуждение результатов, однако мы видим, что каждая синтетическая часть завершается спектрофотометрическими исследованиями.
- 2) В литературном обзоре отсутствуют выводы, на основании которых была сформулирована проблематика данной диссертационной работы.

- 3) Величины коэффициентов экстинкции приведены с излишней точностью. (Таблица 2).
- 4) Почему для расчета электронных переходов и граничных молекулярных орбиталей был использован уровень теории B3LYP/6-31G(d)?

Данные замечания ни в коей мере не ухудшают очень хорошее впечатление от диссертационной работы. Автором работы проведено внушительное по объему высококачественное исследование. Очевидно, что полученные в нем результаты представляют как практический, так и теоретический интерес и могут быть использованы исследовательскими коллективами химических институтов и факультетов МГУ, СПбГУ, Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону), ИОХ РАН (г. Москва), ИМХ РАН (г. Нижний Новгород), ИрИХ СО РАН (г. Иркутск), ИОС УрО РАН (г. Екатеринбург), НИОХ СО РАН (г. Новосибирск) при проведении экспериментальных исследований, а также в курсах, посвященных химии гетероциклических соединений, люминофоров, красителей и материалов на их основе. Текст автореферата, представление полученных результатов на конференциях, а также восемь статей, опубликованных автором в признанных международных журналах, в полном объеме передают содержание диссертационной работы. Выводы, сделанные автором, четко сформулированы, обоснованы и отражают основное содержание работы.

Содержание автореферата и диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений в направлениях: 3) исследование механизмов и стереохимии химических реакций; 6) выявление закономерностей типа «структура – свойство»; 7) выявление практически важных свойств элементоорганических соединений.

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа **соответствует** специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений и **удовлетворяет всем требованиям** «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями Постановлений Правительства РФ от: 21.04.2016 г. № 335; 02.08.2016 г. № 748; 29.05.2017 г. № 650; 20.03.2021 г. № 426), предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, а ее автор, Арсенов Михаил Анатольевич,

заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.8. – Химия элементоорганических соединений.

Отзыв обсужден и единогласно утвержден на открытом заседании Лаборатории фотоактивных соединений ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН» (протокол № 4 от 6 ноября 2025 г).

Отзыв составил заведующий Лабораторией фотоактивных соединений ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», доктор химических наук (специальность 1.4.3. Органическая химия) Львов А.Г.

Львов Андрей Геннадьевич _____

тел.: +7 (916) 259-58-64;

e-mail: lvov-andre@yandex.ru

12.11.2025

Подпись д.х.н. А.Г. Львова заверяю,

Ученый секретарь ИриХ СО РАН

к.х.н. Н.Н. Трофимова

Н.Н. Трофимова



Контакты ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук» (ИриХ СО РАН)

664033, Российская Федерация, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1;

тел.: +7 (3952) 51-14-31; факс: +7 (3952) 41-93-46;

e-mail: irk_inst_chem@irioch.irk.ru

сайт: www.irkinstchem.ru