

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Момотовой Дарьи Сергеевны  
«Поведение 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов в реакциях с азотистыми  
нуклеофилами и 1,3-диполями», представленной на соискание ученой степени  
кандидата химических наук  
по специальности 1.4.3. Органическая химия

Развитие методов получения гетероциклических систем представляет собой один из важнейших столпов современного органического синтеза. Несмотря на значительные успехи в данной области, на передний план начинают выходить новые синтетические задачи, требующие глубокого погружения в фундаментальные основы реакционной способности сложных гетероциклических соединений. К числу таковых, бесспорно, можно отнести процессы получения полифункциональных гетероциклических соединений, важных как в качестве продуктов, так и в качестве исходных веществ для получения усложненных молекулярных ансамблей. Очевидно, что особая роль в данном смысле отводится индолам и их производным как потенциальным биологически-активным агентам и новым лекарственным веществам.

Диссертационное исследование Момотовой Д.С. направлено на тщательное изучение реакционной способности 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов и их предшественников  $^4\text{H}$ -спиро[индол-3,5'-изоксазолов] в реакциях с азотистыми нуклеофилами и 1,3-диполями для создания новых синтетических подходов к получению ранее неизвестных гетероциклов. Данное направление развития методологии органического синтеза отличается крайне высокой актуальностью и потенциальной применимостью в синтетической практике, особенно с точки зрения развития методологического аппарата химии гетероциклов. Автором поставлен широкий круг задач, связанных с исследованием взаимодействия вышеозначенных соединений с *o*-фенилендиаминами, гидразинами, а также 1,3-диполями. Стоит отметить, что данные амбициозные задачи, при всей их сложности и комплексности, успешно решаются в ходе исследования. Обнаруженные реакции позволили автору разработать синтетические процедуры получения 2-(хиноксалин-2-ил)анилинов, 2-замещенных-3-аминоиндолов, 3-ацетамининдолов, отличающихся высокой потенциальной применимостью в медицине. В целом, автором получено 29 новых соединений – производных 3*H*-индол-3-она, что успешно демонстрирует синтетический потенциал разрабатываемых методов.

Диссертация построена традиционным образом и содержит введение, литературный обзор, основную главу, представляющую описание результатов и их обсуждение, а также экспериментальную часть и список литературных источников. Введение включает в себя обоснование тематики исследования, а также информацию, описывающую актуальность, научную новизну и практическую значимость исследования, а также необходимые формальные разделы. Первая глава, представленная обзором литературных источников, посвящена синтезу и превращениям 2-замещенных-3H-индол-3-онов. Стоит отметить, что представленный анализ литературных источников отличается полнотой и глубиной анализа приведенной информации. Во второй главе обсуждаются результаты диссертационного исследования, включающие разработку экспериментальных процедур, исследование границ применимости методов, а также необходимые обсуждения механизмов процессов. В экспериментальной части содержатся сведения о используемых методах экспериментальных исследований, используемых реактивах и материалах, а также приводятся описания экспериментальных процедур и спектроскопических данных, доказывающих строение полученных веществ.

В рамках диссертационной работы автором использовался широкий круг методов характеристики структуры полученных продуктов, представляющих собой золотой стандарт для органического синтеза (ЯМР, масс-спектропия высокого разрешения). Структура значительного количества продуктов однозначно подтверждена методами монокристаллической рентгеновской дифрактометрии. Вообще, диссертационное исследование реализовано на крайне высоком методологическом уровне, что не вызывает сомнений в **достоверности полученных результатов**.

Диссертационное исследование отличается **высокой научной новизной**. Так, автором разработаны методы генерации 3H-индол-3-онов, исключающих добавки формальных окислителей в удобном синтетическом исполнении, найдены подходы к получению ценных 2-(хиноксалин-2-ил)анилинов и 2-замещенных-3-аминоиндолов, представляющих особый интерес для дальнейшего использования. Вообще, на взгляд оппонента, ключевой научной новизной являются найденные каскадные последовательности превращений в отсутствие формальных редокс-каталитических систем. Данные превращения существенно обогащают современный арсенал методов органического синтеза и трансформации гетероциклических систем.

Собственно, удобство данных методов определяет и **практическую значимость**

исследования. Реализованные превращения протекают в мягком режиме при использовании доступных реагентов и не требуют применения дорогостоящих каталитических систем. С учетом некоей склонности современного органического синтеза к усложнению каталитических систем и, подчас, использованию дорогостоящих реагентов, результаты, полученные автором, выгодно отличаются своей практической значимостью.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научных и образовательных организациях, например в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Институте элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Институте металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН, Институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Новосибирском институте органической химии СО РАН, Иркутском институте химии СО РАН, а также Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургском государственном университете, Новосибирском государственном университете, Уральском федеральном университете, Томском политехническом университете, Нижегородском национальном исследовательском университете им. Н.И. Лобачевского и других.

**По работе имеются следующие вопросы и замечания:**

1. В литературном обзоре диссертации уместно бы было привести, хотя бы, диапазоны выходов на схемах, что существенно бы упростило восприятие приведенной информации.
2. В общем смысле, каскадные превращения с отщеплением фенилацетонитрила являются крайне интересными с точки зрения синтетической органической химии. Однако, атомная (и углеродная) эффективность данных процессов является довольно низкой. Предпринимались ли попытки заменить данный фрагмент на какой-либо другой фрагмент?
3. Проводилась ли оптимизация условий получения производных хиноксалина (схема 58) с точки зрения режимов микроволновой активации, сравнения с обычным нагревом, или, например, замены растворителя? Предпринимались ли попытки расширить ряд фенилендиаминов для выявления влияния донорных и акцепторных групп на процесс?
4. Замечания о стабильности 3-аминоиндолов являются действительно важными для их дальнейшего применения в синтетической практике. Однако, автор

отмечает изменение цвета выделенных продуктов при хранении. С чем оно может быть связано? Проводилась ли оценка влияния режимов хранения на стабильность?

5. Автор приводит рациональные и правдоподобные механизмы процессов. Однако, использовались ли квантово-химические расчеты для подтверждения гипотетических механизмов процесса?
6. В экспериментальной части стоило бы указать процедуры для очистки и осушки ТГФ и ДМФА (если она проводилась).

Прочие замечания:

На стр. 12 автореферата допущена опечатка в слове «пущен».

Стр. 13, фраза «После процесса, подобного Виттигу...» представляет собой довольно грубый перевод с английского.

Стр. 16, фраза «химио- и региоселективным». В русском языке принят термин «хемоселективность».

Стр. 18, в тексте появляется загадочный реагент «(диацетоксиiodo)Гц».

Стр. 20, слово «ожидить» вместо вероятного «ожидать».

Стр. 22, «талан» вместо «толан».

Стр. 36, «талерантность» вместо «толерантность»

Стр. 47, представленная схема не содержит формулы **5a**, на которую автор ссылается ниже по тексту.

Стр. 52, «в ьном фрагменте индола».

Схема 66, стр. 60, «Nydrazine».

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на значимость представленной работы, выполненной на высоком научном уровне. В целом, по сути самой работы и объему экспериментального материала диссертация Момотовой Дарьи Сергеевны «Поведение 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов в реакциях с азотистыми нуклеофилами и 1,3-диполями», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 Органическая химия, является законченным научным исследованием, в котором разработаны новые методы каскадных трансформаций производных индола. По теме диссертации опубликовано 3 статьи в рецензируемых международных журналах, отвечающих

требованиям ВАК, и 7 тезисов докладов на российских и международных научных конференциях. Печатные работы и автореферат в полной мере отражают содержание диссертации.

### Заключение

В диссертационной работе Момотовой Дарьи Сергеевны «Поведение 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов в реакциях с азотистыми нуклеофилами и 1,3-диполями» решены важные задачи по разработке новых методов синтеза и превращений важных органических веществ, а также исследованию их механизмов. Представленная работа по своим актуальности, новизне и значимости полученных результатов соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), а ее автор Момотова Дарья Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Официальный оппонент

Доктор химических наук (1.4.3. Органическая химия и 1.4.4. Физическая химия)

Профессор исследовательской школы

химических и биомедицинских технологий

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»,

634050, г. Томск, ул. Ленина 30

Рабочий телефон: +7(903)9136029

Email: [postnikov@tpu.ru](mailto:postnikov@tpu.ru)

01.04.2026



Постников Павел Сергеевич

Подпись профессора ИШХБМТ ТПУ, д.х.н. Постникова П.С. заверяю.

ученый секретарь ТПУ



Новикова В.Д.