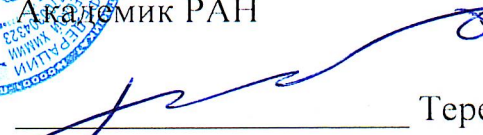


24.03.2026  
№ 12104-210/2171-01



Утверждаю  
Директор  
Федерального  
бюджетного  
Института  
научи им. Н.Д.  
Зелинского Российской академии наук  
Академик РАН

  
Терентьев А.О.  
«24» марта 2026 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

Азотсодержащие гетероциклы относятся к одним из наиболее ценных структурных блоков в органической химии, поскольку на их основе могут быть получены ценные фармакологически активные вещества и лекарственные препараты, агрохимикаты и средства защиты растений, флуоресцентные материалы и красители. Практическую значимость азотсодержащих гетероциклов в различных наукоемких сферах деятельности сложно переоценить. Поэтому огромное многообразие практических сфер применения гетероциклических соединений требует постоянного поиска новых методов их синтеза с высоким уровнем селективности. Разработка надежных синтетических подходов к сборке требуемых азотсодержащих гетероциклических блоков является **постоянно актуальной задачей** современной органической химии и смежных с ней дисциплин.

Диссертационная работа Момотовой Д.С. посвящена исследованию реакционной способности 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов и разработке новых подходов к синтезу функционализированных индольных систем. Автором предложен метод генерирования 3*H*-индол-3-онов,

основанный на каскадной последовательности превращений индолов в 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолы] при взаимодействии с нитростиролами с последующей перегруппировкой в 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилы и элиминированием бензилцианида. Существенным достоинством работы является возможность осуществления указанных стадий и последующих превращений в одnoreакторном режиме, причем формальное окисление индольного ядра протекает без использования окислителей. На основе данного подхода разработан эффективный метод синтеза 2-(хиноксалин-2-ил)анилинов в двух вариантах — из 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов либо их синтетических предшественников, 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолов], в реакции с *o*-фенилендиаминами в условиях микроволновой активации. Установлено, что взаимодействие указанных субстратов с различными гидразинами и алифатическими аминами, включая диамины, неожиданно приводит к образованию 2-замещенных 3-аминоиндолов; при этом в качестве исходных соединений могут использоваться также 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолы]. Показано, что реакция 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов с гидразином в присутствии уксусной кислоты приводит к 3-ацетамининдолам. Исследование реакций [3+2]-циклоприсоединения с участием генерируемых *in situ* 3*H*-индол-3-онов и трех типов 1,3-диполей показало, что направление процесса определяется строением диполя. Совокупность полученных результатов свидетельствует о **высокой актуальности и значимости выполненного исследования.**

Диссертационная работа Момотовой Д.С. построена в классическом стиле, состоит из введения, трех глав, включающих аналитический обзор литературы, обсуждение результатов, включающее исследуемые подходы к синтезу и трансформациям 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов и 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолов], 3*H*-индол-3-онов, экспериментальную часть, заключения, а также списка цитируемой литературы, насчитывающего 173 наименования.

**Обзор литературы** посвящен рассмотрению методов генерации и химических превращений 2-замещенных-3*H*-индол-3-онов и содержит объем сведений, необходимых и достаточных для понимания целей и задач исследования. Обзор логически разделен на два подраздела. Первый подраздел посвящен сравнению с современными методами синтеза 2-замещенных-3*H*-индол-3-онов, включающих два основных подхода: получение 2-замещенных 3*H*-индол-3-онов, основанное на сборке пиррольного фрагмента, и окисление индолов. Во втором подразделе обзора литературы рассмотрены химические превращения 2-замещенных 3*H*-индол-3-онов, включающие взаимодействие исходных субстратов с реактивами Гриньяра, с карбонильными соединениями, с енаминами, индолами, пирролами и другими гетероциклами, содержащими енаминовый фрагмент, а также участие в перициклических реакциях и непосредственно окисление самих 2-замещенных 3*H*-индол-3-онов. Таким образом, Момотова Д.С. систематически рассматривает основные литературные методы получения и трансформации 2-замещенных 3*H*-индол-3-онов и логично подводит читателя непосредственно к сути проводимых ею исследований.

**В обсуждении результатов** подробно представлены все этапы работы, включая методы синтеза 2-(хиноксалин-2-ил)анилинов (раздел 2.1) и 3-аминоиндолов (раздел 2.2), а также синтез конденсированных производных индола посредством [3+2]-циклоприсоединения 3*H*-индол-3-онов, генерируемых *in situ*, к нитрилиминам, нитрилоксидам и азометиновым илидам (раздел 2.3). В разделах 2.3.1 и 2.3.3 Момотова Д.С. подробно обосновала выбор 1,3-диполей для получения конденсированных производных индола, а также представила проделанные в ходе экспериментальной работы улучшения, которые позволили ей синтезировать репрезентативные наборы целевых гетероциклических структур с высокими выходами. В разделе 2.3.2 представлены результаты исследований Момотовой Д.С. по взаимодействию 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-2-арилацетонитрилов с нитрилиминами, нитрилоксидами, азометинилидами. В

зависимости от типа диполярфила автором продемонстрирована возможность синтеза самых различных гетероциклических структур, что подтверждает высокую значимость работы. Важно отметить, что в разделах 2.1-2.3 также представлены основные спектральные данные для всех синтезированных соединений, полученные в ходе регистрации ИК-спектров и спектров ЯМР (включая предполагаемые механизмы образования целевых соединений). В ряде случаев автор убедительно доказала особенности конформационных переходов полученных соединений, что особенно важно в случае со стерически затрудненными полициклическими спироструктурами. Для ряда субстратов также были приведены репрезентативные данные, полученные при съемке  $^1\text{H}$  ЯМР экспериментов при различных температурах.

**Экспериментальная часть** диссертации содержит методики синтеза всех полученных соединений, включая спектральные и аналитические данные. **Достоверность** полученных в работе результатов определяется набором независимых физико-химических методов исследования (спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , а также ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия высокого разрешения, рентгеноструктурный анализ), которые были использованы диссертантом при выполнении работы.

**Научная и практическая значимость** диссертационной работы не вызывают сомнений. Она обоснована реализацией комплекса эффективных для практической реализации методов синтеза новых конденсированных и полигетероциклических структур на основе одно- и двухстадийных трансформаций 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов. Изложенное выше позволяет считать теоретические и практические результаты диссертации **достоверными и значимыми**, автор успешно решил все поставленные в работе задачи.

**В качестве отдельных замечаний, не влияющих на общее благоприятное впечатление от рецензируемой работы, стоит отметить следующие:**

1. В оглавлении текста диссертации раздел 2.3.2. фигурирует как «Синтез

и антипролиферативная активность 2-(индол-2-ил)-2-арилацетамидов», в то время как в тексте на стр. 69 его название отличается: «Реакции 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-2-арилацетонитрилов с нитрилоксидами». Проводилось ли в работе изучение антипролиферативной активности?

2. Некоторые производные хиноксалинов **32** были выделены и охарактеризованы в виде смеси региоизомеров. Проводили ли попытки разделения этих региоизомеров?

3. На схеме 69 представление абстракта из статьи и англоязычных терминов представляется не вполне обоснованным. Несмотря на интересное сопоставление двух синтетических подходов, их принципиальные различия автором не проанализированы.

4. Ряд структур подтвержден данными рентгеноструктурного анализа, однако качество некоторых иллюстраций недостаточно для корректного восприятия (например, на рисунках 3 и 4 в Обсуждении результатов).

5. На схемах реакций в тексте диссертации присутствует достаточно много англицизмов (hydrazine hydrate, xylene, и т.д.). Их можно было бы заменить соответствующими русскими эквивалентами. Аналогичным образом, для описания реакций, проводимых в одном реакционном сосуде, предпочтительно использовать термин «однореакторный режим» вместо *one-pot*.

6. В ряде схем отсутствует расшифровка обозначения X, что затрудняет интерпретацию материала. Данная проблема, в частности, наблюдается в таблице 1 (стр. 57), а также на схемах 64 и 76.

7. Вывод №5 включает достаточно утомительное перечисление номенклатурных названий синтезированных гетероциклических систем «1,3,9а-триарил-1Н-[1,2,4]триазоло[4,3-а]индол-9(9аН)-онов, 3,9а-диарил-[1,2,4]оксадиазоло[4,5-а]индол-9(9аН)-онов, 2-метил-9а-фенил-2,3-дигидро-1Н-имидазо[1,5-а]индол-9(9аН)-онов и 1',2',3',3а'-тетрагидроспиро[индолин-3,10'-пирроло [2',1':2,3]имидазо[1,5-а]индол]-2,9'(9а'Н)-диононов», без обсуждения влияния структуры 1,3-диполя на направление процесса. Такое

перечисление носит преимущественно описательный характер и не формирует содержательного вывода о взаимосвязи «структура–свойство».

Сделанные замечания не принципиальны и не снижают достоинств и хорошего впечатления от диссертационной работы. С результатами диссертационной работы Момотовой Д.С. целесообразно ознакомить основные научные центры, занимающиеся вопросами органической и гетероциклической химии: химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева и др.

**Заключение.** Диссертация Момотовой Д.С. является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором изучена реакционная способность 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-ацетонитрилов в реакциях с гидразином алифатическими аминами и 1,3-диполями для синтеза обширного ряда конденсированных полигетероциклических структур. **Научная новизна работы, ее практическая ценность, достоверность и теоретическая значимость** полученных результатов подтверждены публикацией 3 статей в международных рецензируемых научных журналах. Результаты работы **апробированы** на 7 различных всероссийских и международных научных конференциях. Автореферат и опубликованные печатные работы полностью отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа «Поведение 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов в реакциях с азотистыми нуклеофилами и 1,3-диполями» соответствует требованиям пп. № 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (в действующей редакции),

предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Момотова Дарья Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Отзыв составлен доктором химических наук (специальность 02.00.03 – Органическая химия) Ферштатом Леонидом Леонидовичем и кандидатом химических наук (специальность 02.00.03 – Органическая химия) Лариным Александром Александровичем.

Отзыв на диссертационную работу Момотовой Д.С. заслушан и утвержден на коллоквиуме лаборатории азотсодержащих соединений № 19 ИОХ РАН (протокол № 3 от 24 марта 2026 г.).

Зав. лабораторией азотсодержащих соединений №19

ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН

Доктор химических наук

по специальности

02.00.03 – Органическая химия,

Профессор РАН

Ферштат Леонид Леонидович

Старший научный сотрудник лаборатории азотсодержащих соединений №19

ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН

Кандидат химических наук

по специальности

02.00.03 – Органическая химия

Ларин Александр Александрович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук, 119991, г. Москва, Ленинский просп., 47

Телефон: +7-499-135-53-26

e-mail: [fershtat@ioc.ac.ru](mailto:fershtat@ioc.ac.ru); [al\\_larin@ioc.ac.ru](mailto:al_larin@ioc.ac.ru)

Подписи д.х.н. Ферштата Л.Л. и к.х.н. Ларина А.А. удостоверяю

Ученый секретарь ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН

К.х.н.



И. К. Коршевец