

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.398.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.04.2026 года № 17

О присуждении Аксеновой Анне Андреевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Новые химические трансформации на основе реакций 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-ацетонитрилов в присутствии оснований» по специальности 1.4.3. Органическая химия принята к защите 17.02.2026 г., протокол № 6 диссертационным советом 24.2.398.05, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, утвержден приказом Минобрнауки России № 142/нк от 15.02.2022 г.

Соискатель Аксенова Анна Андреевна, 9 сентября 1998 года рождения, в 2021 году окончила специалитет ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» по специальности 33.05.01 «Фармация».

В период подготовки диссертации с 01.09.2022 по настоящее время Аксенова Анна Андреевна является аспирантом очной формы обучения по научной специальности 1.4.3. Органическая химия. С 2022 года является сотрудником федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»: с сентября 2022 года в должности документоведа кафедры фармацевтической химии и технологии лекарств, с марта 2023 года по 31.08.2024 года в должности ассистента той же кафедры, с 01.09.2024 по настоящее время в должности ассистента кафедры фармакологии.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 69 выдана 19 декабря 2026 года федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Диссертация выполнена на кафедре органической химии химического факультета химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Научный руководитель – Арутюнов Николай Аразович, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии химического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Вацадзе Сергей Зурабович, доктор химических наук, профессор, профессор РАН, заведующий лабораторией супрамолекулярной химии (№ 2) федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН»;

Учускин Максим Григорьевич, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории органического синтеза химического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ Казанский научный центр РАН» (г. Казань.), – в своем положительном отзыве, составленном Газизовым Альмиром Сабировичем, доктором химических наук, профессором АН РТ, профессором РАН, ведущим научным сотрудником лаборатории Элементоорганического синтеза им А.Н. Пудовика ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ и Буриловым Александром Романовичем, доктором химических наук, профессором, заведующим лабораторией Элементоорганического синтеза им. А.Н. Пудовика ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ, главным научным сотрудником, утвержденном Калачевым Алексеем Алексеевичем, доктором физико-математических наук, член-корр. РАН, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН», указала, что автором проведено актуальное исследование, выполненное на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Автореферат и публикации соответствуют основному содержанию диссертации. Диссертационная работа соответствует п. 1 «Выделение и очистка новых соединений», п. 2 «Открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования.» и п. 3 «Развитие

рациональных путей синтеза сложных молекул» паспорта специальности 1.4.3. Органическая химия.

По актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов и обоснованности выводов диссертационная работа «Новые химические трансформации на основе реакций 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-ацетонитрилов в присутствии оснований» полностью соответствует требованиям, установленным п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), а её автор – Аксенова Анна Андреевна – заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании научного семинара лаборатории Элементоорганического синтеза им. А.Н. Пудовика ИОФХ им. А.Е. Арбузова - обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН «30» марта 2026 г, протокол заседания № 2.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации основных материалов диссертационных исследований. Общий объем публикаций 43 п.л., авторский вклад – 6,25 п.л.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Aksenov, A.V. Synthetic Studies toward 1,2,3,3a,4,8b-Hexahydropyrrolo[3,2-b]indole Core. Unusual Fragmentation with 1,2-Aryl Shift / A.V. Aksenov, E. V. Aleksandrova, D.A. Aksenov, A.A. Aksenova, N.A. Aksenov, M.A. Nobi, M. Rubin // J. Org. Chem.– 2022. – Vol. 87. – №. 2. – pp. 1434-1444. – (11.0 п.л. / 1.57 п.л.)
2. Aksenov, A.V. Novel Two-Step Synthesis of N-Alkylated 2,3-Diaryl-4-quinolones / A.V. Aksenov, N.A. Arutiunov, A.M. Zatsepilina, A.A. Aksenova, E.V. Aleksandrova, N.A. Aksenov, A.V. Leontiev, D.A. Aksenov // Synthesis – 2024. – Vol. 56. – №. 3. – pp. 435-444. – (10.0 п.л. / 1.25 п.л.)
3. Arutiunov N.A. A novel method for the synthesis of 2-arylquinolin-4(1H)-ones / N.A. Arutiunov, A.M. Zatsepilina, A.A. Aksenova, D.A. Aksenov, A.V. Aksenov // Chem. Heterocycl. Comp. – 2024. – Vol. 60. – №. 5-6. – pp. 275–279. – (5.0 п.л. / 1.0 п.л.)
4. Arutiunov N.A. One-pot synthesis of N-fused quinolone-4 tetracyclic scaffolds from 2,2-disubstituted indolin-3-ones / N.A. Arutiunov, A.M. Zatsepilina, A.A. Aksenova, N.A. Aksenov, D.A. Aksenov, A.V. Leontiev, A.V. Aksenov // ACS Omega. – 2024. – Vol. 9. – №. 45. – pp. 45501-45517. – (17.0 п.л. / 2.43 п.л.)

Публикации соискателя в полной мере отражают результаты, полученные в ходе

подготовки диссертационной работы. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов:

1) доктора химических наук, профессора, профессора кафедры химии и технологии органических соединений азота лабораторией гетероатомных соединений инженерно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт» (технический университет), Трифонова Ростислава Евгеньевича:

В качестве замечания могу отметить лишь, что ряд химических процессов, обсуждаемых автором, очевидно являются обратимыми, но в автореферате они обозначены как необратимые (например, переноса на схемах 13 и 15 и другие).

2) доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией органических и металл-органических азот-кислородных систем Сухорукова Алексея Юрьевича и кандидата химических наук, младшего научного сотрудника Ушакова Павла Юрьевича ФГБУН «Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН»:

При прочтении автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. Чем можно объяснить высокую стереоселективность образования 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов 3? Были ли выделены другие диастереомеры данных продуктов?

2. В качестве замечания можно отметить отсутствие в тексте автореферата ссылок на соответствующие схемы и соединения, представленные в этих схемах, что в некоторых случаях затрудняет понимание материала.

3) кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории неопределенных гетероатомных соединений Иркутского Института Химии им. Фаворского СО РАН Томилина Дениса Николаевича:

В автореферате присутствует значительное количество досадных опечаток и стилистических ошибок (например, «научного исследований» и тд). На схеме 1 отсутствует нумерация соединений, в тексте отсутствуют ссылки на приведенные схемы, номера соединений в тексте приводятся также очень избирательно, что сильно затрудняет восприятие приводимых результатов. Название рисунка 1 не соответствует его содержанию (дублирует название рисунка 2), в структурах нет ни фтора, ни хинолонов. На схеме 4 присутствуют проблемы с сохранением заряда (вторая стадия). К схеме 5 автор пишет: «удалось получить антраниловые кислоты наряду с основными продуктами 6. Их выход составил 48-64%». Из такой формулировки однозначно неясно, чей конкретно выход приводится. Соединения 4 (на схеме 6) содержат 3

стереоцентра, приводится только один диастереомер, ничего при этом не говорится о стереоселективности реакции.

На схемах в части 2 (далее по схемам то же самое) индексы заместителей R1, R2 оказываются внизу, где должно быть количество этих заместителей, в результате есть R2 в самой молекуле, и есть R2SO4. Перед схемой в части 2 упоминается «путь а», на самой схеме не приводится ни «путь а», ни подразумеваемый «путь б», а изомерные хинолоны, к которым ведут разные механизмы, некорректно объединены под одним номером 16.

Не обошли автореферат и номенклатурные проблемы: на стр. 16 соискатель упоминает тетрациклические тетрагидроиндоло[1,2-а]хинолины, которые могли бы образовываться в результате восстановления карбонильной группы, однако, в этом случае было бы правильным говорить о дигидроиндолах, поскольку тетрагидроиндолы содержат насыщенный бензольный фрагмент, а не пиррольный.

4) кандидата химических наук, научного сотрудника лаборатории исследования гомолитических реакций № 13 ФГБУН «Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН», Фоменкова Дмитрия Игоревича:

В качестве вопросов и замечаний можно отметить следующее:

1. 1,2-Арильный сдвиг более характерен для катионов. Насколько данный процесс имеет общий характер или характерен только для представленных в работе гетероциклов?

2. Некоторые обнаруженные превращения протекают с элиминированием молекул с довольно большой молекулярной массой, например, бензилцианида. Возможно ли провести аналогичные превращения, заменив уходящие группы на атомы галогенов или иным образом увеличив атом-экономичность.

3. Автореферат содержит небольшое количество опечаток или неудачных формулировок, что не влияет на общее положительное впечатление от работы.

5) доктора химических наук, профессора, профессора кафедры фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева», Великородова Анатолия Валериевича:

без замечаний

б) кандидата химических наук, доцента кафедры Органической и Биомолекулярной химии Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Ляпустина Даниила Николаевича:

без замечаний

7) кандидата химических наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательской химической лаборатории кафедры медицинской и фармацевтической химии ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки», Пахолка Николая Александровича:

без замечаний.

На все поступившие вопросы и замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов Вацадзе С.З. и Учускина М.Г. обоснован их высокой профессиональной компетенцией в области органической химии и химии гетероциклических соединений, изучения механизмов реакций, публикационной активностью, способностью определить научную и практическую ценность диссертации; выбор ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН» (г. Казань), публикациями преподавателей университета в области органической химии по развитию рациональных путей синтеза сложных молекул, изучению механизмов реакций и выявлению закономерностей типа «структура-свойство».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый синтетический подход к производным 1,2,3,3а,4,8b-гексагидропирроло[3,2-*b*]индолам, основанный на внутримолекулярной циклизации легкодоступных 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов под действием КОН в спирте; **предложена** новая эффективная стратегия получения 2-(2-оксо-(арил/алкил)этил)-2-(арил/алкил)индолин-3-онов;

введен эффективный метод синтеза 2-арил-4-(1*H*)-хинолонов, основанный на оригинальной перегруппировке фенацилзамещенных индоксолов, генерируемых *in situ* из 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов;

показано что 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилы, содержащие незащищенный атом азота индолинового фрагмента, и 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолы] под действием КОН в кипящем спирте подвергаются трансформации, включающей экструзию молекулы фенилацетонитрила с последующим 1,2-арильным сдвигом и образованием 3-гидроксииндолин-2-онов;

исследовано, что направление реакций 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов под действием оснований зависит от наличия (отсутствия) заместителя на атоме азота N-1. При отсутствии заместителя происходит элиминирование бензилцианидного заместителя с образованием 3*H*-индол-3-онов, которые вступают в последующие

реакции с имеющимся в реакционной смеси нуклеофилом. При наличии заместителя реализуется нуклеофильная атака, которая приводит к внутримолекулярной циклизации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработан новый тип основно-катализируемой перегруппировки 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-ацетонитрилов, 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолов] в производные хинолона инициируемой гидридом натрия в диметилформамиде;

применительно к проблеме диссертации результативно использован комплекс методик и подходов, позволивших произвести всестороннее исследование: классические приёмы и методы органического синтеза, физико-химические методы анализа для подтверждения структуры полученных соединений;

изложены результаты исследования биологической активности некоторых полученных целевых молекул;

разработан эффективный синтез 4-хинолонов и их тетрациклических аналогов, путем каскадных рециклизаций под действием сильных оснований;

изучен новый многостадийный подход к синтезу 6,6а-дигидроиндоло[1,2-*a*]хинолин-5,7-дионового ядра путем одnoreакторного метода, основанного на *inco*-замещении нитрогруппы в активированном ароматическом кольце.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждены тем, что:

показана возможность получения труднодоступных производных 4-хинолонов из 2-(3-оксоиндолин-2-ил)-ацетонитрилов путем проведения рециклизаций под действием сильных оснований в полярных апротонных растворителях;

разработаны методы синтеза ранее недоступных 7-гидрокси-7-арилиндоло[1,2-*a*]хинолин-5(7*H*)-онов – конденсированных аналогов 4-хинолоновых каркасов из легкодоступных исходных реагентов;

продемонстрирована реакция перегруппировки с последующим расщеплением по ретро-Кляйзену 2-(2-оксо-2-фенилэтил)-2-фенилиндолин-3-онов в реакциях с гидридом натрия в диметилформамиде;

изучена реакционная способность ряда производных индолин-3-онов в реакциях с С- и О- нуклеофилами, приводящая к нескольким классам гетероциклических соединений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты были получены на современном научном оборудовании, продемонстрирована воспроизводимость результатов исследования на различных уровнях, экспериментальные данные получены с привлечением физико-

химических методов исследования, актуальных для данной диссертации, таких как ИК-спектрофотометрия, одномерная и двумерная ЯМР-спектроскопия ^1H , ^{13}C , масс-спектрометрия высокого разрешения (HRMS), рентгеноструктурный анализ;

теория построена на известных, проверенных данных, положениях современной органической химии, согласуется с известными закономерностями и опубликованными данными по теме диссертации и по смежным отраслям;

идея базируется на анализе практик по модификации молекул с наличием нескольких электрофильных и нуклеофильных центров, позволяющих конструировать сложные полициклические структуры;

использовано сравнение авторских данных и данных по рассмотренной тематике, опубликованных ранее;

установлено строение полученных соединений, многие из которых были синтезированы впервые, с помощью комплекса современных физико-химических методов;

использованы материалы опубликованных источников и электронных баз данных с целью сравнения результатов, полученных ранее другими исследователями по тематике диссертационной работы с результатами, полученными автором: проведенный анализ подтвердил актуальность и новизну исследований, посвященных разработке нового общего метода синтеза производных 3,3a,4,8b-тетрагидропирроло[3,2-b]индол-2(3H)-он, а также 3-Гидрокси-3-ариллиндолин-2-онов на основе взаимодействий 3-цианокетонных предшественников с гидроксидом натрия. Продемонстрирован новый одnoreакторный метод синтеза 2,3-диарилхинолин-4(1H)-онов из легкодоступных предшественников.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в реализации всех этапов исследования: сборе, обобщении, систематизации, интерпретации и анализе фактического и теоретического материала, формулировании на основе проведенного анализа теоретических положений, обуславливающих научную новизну исследования; разработке плана синтеза новых соединений и его осуществлении; подготовке соединений для спектральных исследований и анализе полученных данных; апробации и подготовке к публикации результатов работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Большинство представленных превращений протекают с элиминированием бензилцианида с довольно большой молекулярной массой. Возможно ли провести аналогичные превращения с использованием других групп, увеличив атом-

экономичность?

2. В работе показано возможность протекания реакций по нескольким направлениям. Желательно было бы привести квантово-химические расчеты, выделение или фиксирование интермедиатов физико-химическими методами для точного понимания протекания процесса.

3. В работе продемонстрировано эффективное каскадное превращение 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов, протекающее через ипсо-замещение нитрогруппы; при этом более доступные орто-галогензамещенные ацетофеноны в данных условиях не изучались.

Соискатель Аксенова Анна Андреевна частично согласилась с замечаниями, ответила на заданные в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения относительно поступивших замечаний, в том числе, редакционного характера.

На заседании 20 апреля 2026 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, направленной на исследование синтетического потенциала 4'*H*-спиро[индол-3,5'-изоксазолов], а также продуктов их перегруппировки - 2-(3-оксоиндолин-2-ил)ацетонитрилов в реакция с основаниям и C, O-нуклеофилами, присудить Аксеновой Анне Андреевне ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.4.3. Органическая химия, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 10, «против» – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
доктор химических наук,
доцент



Демидов Олег Петрович

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук

Александрова Елена Викторовна

20.04.2026 г.