

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и стратегическим
проектам ТПУ

« 07 » 04



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Диссертация «Синтез, исследование структуры и реакционной способности в реакциях окисления и фотохимических процессах новых представителей N-координированных иоданов» по специальности 1.4.3. Органическая химия выполнена в исследовательской школе химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Соискатель Антонкин Никита Сергеевич, 1996 года рождения, в 2025 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология.

Основное место работы соискателя – младший научный сотрудник Лаборатории «Химическая инженерия и молекулярный дизайн» (ЛХИМД) исследовательской школы химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Справка о сдаче кандидатского экзамена по дисциплине 1.4.3 Органическая химия выдана в 2025 году федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Сведения о сдаче остальных кандидатских экзаменов приведены в приложении к диплому об окончании аспирантуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология.

Тема диссертационной работы утверждена решением ученого совета исследовательской школы химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» от 26.02.2026, протокол №1.

Научный руководитель: Постников Павел Сергеевич, д.х.н., профессор Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», назначен приказом от 25.08.2021 № 237-32/с.

Диссертация Антонкина Н.С. является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые подходы к синтезу N-координированных псевдоциклических

соединений гипервалентного иода и их реакционной способности в фотохимических и некоторых других превращениях.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Актуальность темы и направленность исследования.

Получение новых производных гипервалентного иода является важной задачей в органической химии, что подтверждает значительное разнообразие O-координированных иоданов, которые нередко обладают не просто улучшенными свойствами, но и совершенно уникальной реакционной способностью. При этом N-координированные производные, исследуемые в представленной работе, до недавнего времени были ограничены единичными примерами и остаются неизученными во многих отношениях. Это справедливо как для N-координированных λ^3 -иоданов, так и для λ^5 -иоданов, синтетические подходы к которым неизвестны. Более того, весомая часть известных работ посвященных псевдоциклическим N-координированным иоданам опубликована группой, в которой работает соискатель

Таким образом, данное диссертационное исследование является логическим продолжением цикла работ, посвященных химии N-координированных иоданов, и призвано вывести на новый уровень методы их получения, знания о структуре и свойствах данных соединений, а также открыть их новые реакции.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Результаты, представленные в диссертационной работе получены при непосредственном участии соискателя. Соискатель осуществил литературный анализ в соответствующей области исследования, внес вклад в определение направления работы, постановку исследовательских задач и подготовку научных публикаций по теме исследования. Химические эксперименты были проведены соискателем или под его непосредственным руководством, включая планирование и выполнение реакций, выделение и очистку продуктов. Соискатель провел идентификацию структур и чистоты продуктов при помощи анализа спектральных данных.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Для выполнения экспериментов использовались только сертифицированные исходные соединения с подтвержденной структурой. Для ранее неизвестных соединений, полученных в ходе экспериментальной работы, структура устанавливалась на основании физико-химических методов анализа, в первую очередь, ЯМР и МСВР. Для известных соединений физико-химические характеристики совпадают с литературными.

Новизна результатов проведенных исследований.

1. Предложена новая группа псевдоциклических реагентов на основе гипервалентного иода, содержащая азагетероциклы в орто-положении к атому иода, разработаны синтетические подходы к ним, а также установлена высокая реакционная способность в реакциях окисления спиртов в сочетании с ангидридами кислот в качестве добавок. Впервые экспериментально подтверждено внутримолекулярное взаимодействие $N \cdots I$ в структуре псевдоциклических λ^5 -иоданов.

2. Впервые показана возможность фоторедокс-катализируемого арилирования изонитрилов иодониевыми солями с захватом внешнего нуклеофила для получения бензамидов, а не циклических продуктов.

3. Впервые обнаружено, что псевдоциклические N-координированные иодониевые соли способны вступать в реакции формального [4+1]-циклоприсоединения с изонитрилами в условиях фоторедокс-катализа, приводящие к образованию аннелированных изоиндолов.

Практическая значимость результатов проведенных исследований.

1. Разработан удобный метод синтеза, в том числе и на граммовом масштабе, новых N-гетероцикл-координированных псевдоциклических λ^5 -иоданов на основе (2-иодофенил)азолов с использованием Oxone® как дешевого и безопасного окислителя.
2. Разработан метод синтеза N-замещенных бензамидов через арилирование изонитрилов с помощью иодониевых солей в мягких фоторедокс-каталитических условиях.
3. Разработан метод получения различных поликонденсированных производных изоиндола на основе фоторедокс-катализируемого формального [4+1]-циклоприсоединения N-координированных псевдоциклических иодониевых солей и изонитрилов. Метод масштабирован на граммовый масштаб без существенного падения выхода.

Ценность научных работ соискателя и полнота изложения материалов в опубликованных работах.

Ценность полученных соискателем результатов заключается в разработке подходов к синтезу ранее неизвестных N-координированных представителей соединений гипервалентного иода и первого известного описания их кристаллической структура. Более того, в рамках диссертационного исследования значительно расширены границы применимости иодониевых солей в целом в фоторедокс-катализируемых реакциях.

По результатам исследования опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных международных журналах:

1. Vlasenko Y. A., Kuczmera T. J., **Antonkin N. S.**, Valiev R. R., Postnikov P. S., Nachtsheim B. J. Site Selective Concerted Nucleophilic Aromatic Substitutions of Azole-Ligated Diaryliodonium Salts // *Advanced Synthesis and Catalysis*. – **2023**. – Vol. 365 – № 4. – p. 535-543. (IF= 4.0);
2. **Antonkin, N. S.**; Vlasenko, Y. A.; Puylaert, P.; Nachtsheim, B. J.; Postnikov, P. S. N-Heterocycle-coordinated λ^5 -iodanes as IBX alternatives for alcohol oxidations // *Chemical Communications*. – **2025**. – Vol. 61. – №. 4. – p. 756-759. (IF= 4,2);
3. Metalnikova, N. M.; **Antonkin, N. S.**; Nguyen, T. K.; Soldatova, N. S.; Nyuchev, A. V.; Kinzhalov, M. A.; Postnikov, P.S. Photocatalyzed Arylation of Isonitriles by Diaryliodonium Salts towards N-Substituted Benzamides // *Beilstein J. Org. Chem.* **2025**, Vol. 21, p.1480–1488. (IF= 2,2).

И 5 тезисов докладов на конференциях различного уровня:

1. **Антонкин Н. С.**, Власенко Ю. А. Диарилиодониевые соли как инструмент для орто-функционализации азолилбензолов // Всероссийский конгресс по химии гетероциклических соединений KOST-2021: сборник тезисов, Сочи, 12-16 Октября 2021. - Москва: ИОХ РАН, 2021 - С. 162;
2. **Антонкин Н. С.** Синтез, структура и реакционная способность N-координированных (псевдо)циклических λ^5 -иоданов // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXV Юбилейной Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора В.П. Лопатинского. В 2 томах, Томск, 20-24 Мая 2024. - Томск: ТПУ, 2024 - Т. 1 - С. 135-136;
3. Метальникова Н.М., **Антонкин Н.С.**, Юсубов М.С., Кинжалов М.А., Постников П.С. Формальное [n+1]-циклоприсоединение изонитрилов как C1-синтонов к диарилиодониевым солям // Сборник тезисов ключевых и стендовых докладов, представленных на Всероссийской молодежной школе-конференции по химии алкинов, малых циклов и карбенов, посвященной 165-летию со дня рождения академика А. Е. Фаворского, Санкт-Петербург, 17–19 июня 2025 г. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, **2025**-С. 14.

4. Metalnikova N. M, Antonkin N. S., Yusubov M. S., Postnikov P.S. Formal [n+1]-cycloaddition of N-coordinated diaryliodonium salts to isonitriles // Book of abstracts New Emerging Trends in Chemistry Conference, Yerevan, Armenia, 21–25 september 2025. – Yerevan, 2025. – P. 226.

5. Н. М. Метальникова, Н. С. Антонкин Арилирование изоцианидов иодониевыми солями в условиях фоторедокс катализа // XXVIII Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием) : ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ, Нижний Новгород, 15–17 апреля 2025 года. – Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2025. – С. 126.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности.

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 1.4.3. Органическая химия, а именно пунктам:

1. Выделение и очистка новых соединений.
2. Открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования.
3. Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул.

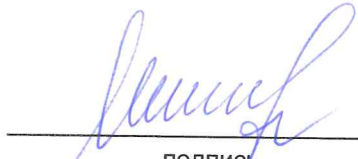
Диссертация «Синтез, исследование структуры и реакционной способности в реакциях окисления и фотохимических процессах новых представителей N-координированных иоданов» Антонкина Никиты Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.


Заключение принято на заседании научного семинара исследовательской школы химических и биомедицинских технологий ТПУ. Присутствовало на заседании 10 чел. Результаты голосования: «за» 10 - чел., «против» 0 - чел., «воздержалось» 0 - чел., протокол № 4 от 16.03.2026 г.

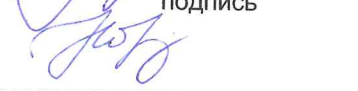
Председатель научного семинара
М.Е. Трусова, д.х.н.,
доцент, директор ИШХБМТ

Секретарь заседания
Ю.Ю. Прокофьева,
специалист по УМР ОО ИШХБМТ

Ученый секретарь ТПУ
В.Д. Новикова, к.г.-м.н.


_____ подпись


_____ подпись


_____ подпись

