

В Диссертационный совет 24.1.092.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук, доктора химических наук при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук Академику РАН М.П. Егорову

СОГЛАСИЕ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Я, Вараксин Михаил Викторович, доктор химических наук по специальности 1.4.3 – Органическая химия, директор химико-технологического института, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина", даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Заякина Игоря Алексеевича «Разработка эффективных методов кросс-сочетания арилиодидов и арилбромидов с золотоорганическими производными 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – Органическая химия и предоставить отзыв в диссертационный совет в установленном порядке.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» настоящим даю согласие на обработку мои персональных в целях включения в аттестационное дело для защиты диссертации соискателя. Согласие распространяется на следующие персональные данные: фамилия, имя, отчество; ученая степень; ученое звание; шифр специальности, по которой защищена диссертация; место основной работы; должность; контактный телефон, e-mail; научные публикации.

Также подтверждаю, что даю согласие на размещение полного текста отзыва на диссертацию и сведений об официальном оппоненте на сайте (портале) Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://zioc.ru/events/novosti-dissertacionnyix-sovetov> с момента подписания настоящего согласия.

Приложение: сведения об официальном оппоненте.

Доктор химических наук, доцент, директор химико-технологического института, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

 / М.В. Вараксин

Подпись М.В. Вараксина удостоверяю:
Ученый секретарь УрФУ
кандидат технических наук, доцент
Морозова Вера Анатольевна
15.10.2024



Сведения об официальном оппоненте
 по диссертации Заякина Игоря Алексеевича
 «Разработка эффективных методов кросс-сочетания арилиодидов и
 арилбромидов с золотоорганическими производными 4,4,5,5-тетраметил-4,5-
 дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила»
 на соискание ученой степени кандидата химических наук
 по специальности 1.4.3 – Органическая химия

Фамилия, имя, отчество	Вараксин Михаил Викторович
Гражданство	Российская Федерация
Ученая степень, наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Доктор химических наук (специальность 1.4.3 – Органическая химия)
Ученое звание	Доцент (специальность 1.4.3 – Органическая химия)
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Полное наименование кафедры	Кафедра органической и биомолекулярной химии
Почтовый индекс, адрес организации	620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
Веб-сайт	https://urfu.ru/ru/
Телефон	+7-343-375-44-20
Адрес электронной почты	m.v.varaksin@urfu.ru
Список основных публикаций в рецензируемых изданиях, монографии, учебники за последние пять лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	1. Okhokhonin A.V., Akulov A.A., Izmozherova Y.V., Pershin A.A., Tsmokalyuk A.N., Svalova T.S., Sharutin V.V., Zyryanov G.V., Chupakhin O.N., Varaksin M.V., Kozitsina A.N. Azolyphenanthridine-ligated Cu(II) catalyst for electrochemical oxidation of cholesterol in aprotic medium. // Inorganica Chimica Acta. – 2024. – V. 572. – P. 122305. 2. Charushin V.N., Varaksin M.V.,

Verbitskiy E.V., Chupakhin O.N. Metal free C(sp²)-H functionalization of nitrogen heterocycles. // *Advances in Heterocyclic Chemistry*. – 2024. – V. 144. – P. 1-41.

3. Lavrinchenko I.A., Nikiforov E.A., Moseev T.D., **Varaksin M.V.**, Tsmokalyuk A.N., Nechaev T.V., Charushin V.N., Chupakhin O.N. Synthesis, Photophysical, and AIE Properties of 2*H*-Imidazole-Derived Push-Pull Fluorophores. // *Synthesis*. – 2024. – V. 56. – N. 12. – P. 1896-1904.

4. Akulov A.A., **Varaksin M.V.**, Nelyubina A.A., Tsmokalyuk A.N., Mazhukin D.G., Tikhonov A.Y., Charushin V.N., Chupakhin O.N. Iodine-Catalyzed Radical C-H Amination of Nonaromatic Imidazole Oxides: Access to Cyclic α -Aminonitrones. // *Journal of Organic Chemistry*. – 2023. – V. 89. – N. 1. – P. 463-473.

5. Moseev T.D., Nikiforov E.A., **Varaksin M.V.**, Valieva M.I., Kopchuk D.S., Litvinov I.A., Gaviko V.S., Slepukhin P.A., Zyryanov G.V., Charushin V.N., Chupakhin O.N. Co(II), Cu(II), and Mn(II) complexes based on 2,2'-bipyridine and 3-(2-pyridyl)-1,2,4-triazine ligands containing organofluorine species // *Inorganica Chimica Acta*. – 2023. – V. 558. – P. 121727.

6. Chupakhin O.N., Rusinov V.L., **Varaksin M.V.**, Ulomskiy E.N., Savateev K.V., Butorin I.I., Du W., Sun Z., Charushin V.N. Triazavirin—A Novel Effective Antiviral Drug. // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – V. 23. – N. 23. – P. 14537.

7. Kovalev I.S., Zyryanov G.V., Santra S., Majee A., **Varaksin M.V.**, Charushin V.N. Folic Acid Antimetabolites (Antifolates): A Brief

Review on Synthetic Strategies and Application Opportunities. // *Molecules*. – 2022. – V. 27. – N. 19. – P. 6229.

8. Moseev T.D., **Varaksin M.V.**, Virlova E.A., Medvedeva M.V., Svalova T.S., Melekhin V.V., Tsmokaluk A.N., Kozitsina A.N., Charushin V.N., Chupakhin O.N. Fluoroaromatic 2*H*-imidazole-based push-pull fluorophores: Synthesis, theoretical studies, and application opportunities as probes for sensing the pH in saliva. // *Dyes and Pigments*. – 2022. – V. 202. – P. 110251.

9. Svalova T.S., Saigushkina A.A., Verbitskiy E.V., Chistyakov K.A., **Varaksin M.V.**, Rusinov G.L., Charushin V.N., Kozitsina A.N. Rapid and sensitive determination of nitrobenzene in solutions and commercial honey samples using a screen-printed electrode modified by 1,3-/1,4-diazines. // *Food Chemistry*. – 2022. – V. 372. – P. 131279.

10. Gerasimova E.L., Gazizullina E.R., Borisova M.V., Igdisanova D.I., Nikiforov E.A., Moseev T.D., **Varaksin M.V.**, Chupakhin O.N., Charushin V.N., Ivanova A.V. Design and Antioxidant Properties of Bifunctional 2*H*-Imidazole-Derived Phenolic Compounds—A New Family of Effective Inhibitors for Oxidative Stress-Associated Destructive Processes. // *Molecules*. – 2021. – V. 26. – N. 21. – P. 6534.

11. Moseev T.D., Nikiforov E.A., **Varaksin M.V.**, Charushin V.N., Chupakhin O.N. Metal-Free C–H/C–H Coupling of 2*H*-Imidazole 1-Oxides with Polyphenols toward Imidazole-Linked Polyphenolic Compounds. // *Journal of Organic Chemistry*. – 2021. – V. 86. – N. 19. – P. 13702-13710.

12. Smyshliaeva L.A., **Varaksin M.V.**, Fomina E.I., Medvedeva M.V.,

	<p>Svalova T.S., Kozitsina A.N., Demidov O.P., Borovlev I.V., Mensch C., Mampuyts P., Maes B.U.W., Charushin V.N., Chupakhin O.N. 1,3,7-Triazapyrene-Based <i>ortho</i>-Carborane Fluorophores: Convenient Synthesis, Theoretical Studies, and Aggregation-Induced Emission Properties. // <i>Organometallics</i>. – 2021. – V. 40. – N. 16. – P. 2792-2807.</p> <p>13. Moseev T.D., Varaksin M.V., Nikiforov E.A., Starnovskaya E.S., Savchuk M.I., Nikonov I.L., Korpchuk D.S., Zyryanov G.V., Chupakhin O.N., Charushin V.N. Novel Pentafluorophenyl- and Alkoxyphenyl-Appended 2,2'-Bipyridine Push-Pull Fluorophores: A Convenient Synthesis and Photophysical Studies // <i>Synthesis</i>. – 2021. – V. 53. – N. 19. – P. 3597-3607.</p>
Являетесь ли Вы работником Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук (в том числе по совместительству)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает соискатель ученой степени, его научный руководитель?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом экспертных советов Высшей	Не являюсь

аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации?	
Являетесь ли Вы членом диссертационного совета, принявшего диссертацию к защите?	Не являюсь
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по теме диссертационного исследования?	Не являюсь

 / М.В. Вараксин

Подпись М.В. Вараксина удостоверяю:
Ученый секретарь УрФУ
кандидат технических наук, доцент
Морозова Вера Анатольевна
15.10.2024



О Т З Ы В

официального оппонента на Диссертационную работу

Заякина Игоря Алексеевича

«Разработка эффективных методов кросс-сочетания арилиодидов и арилбромидов с золотоорганическими производными 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила»,

представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.3 – Органическая химия

Актуальность работы. Диссертационная работа Заякина Игоря Алексеевича посвящена разработке методов и подходов для конструирования перспективных молекулярных систем на основе свободных стабильных нитронилнитроксильных радикалов и их гетероспиновых металлокомплексов. Главными объектами исследований в работе являются функционализированные по положению 2 производные 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила, повышенный интерес к которым обусловлен возможностями их применения в области направленного молекулярного дизайна перспективных магнитно-активных материалов многоцелевого назначения. В качестве основного синтетического приема была использована стратегия Pd(0)-катализируемых реакций кросс-сочетания золотоорганических производных 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила (NN-AuPR₃) с арилгалогенидами (арилбромидами и арилиодидами). Проведено систематическое исследование реакционной способности металлоорганических соединений и границ применимости разрабатываемых методов, изучены структурные, спектральные, электрохимические, магнитные свойства молекулярных магнетиков разнообразной архитектуры.

В рамках диссертационного исследования разработанные синтетические приемы, а также полученные новые сведения о свойствах полученных высокоспиновых молекулярных систем на основе функционально-замещенных производных нитронилнитроксильных радикалов расширяют известные, а также открывают новые возможности в химии органических парамагнетиков, гетероспиновых металлокомплексов и функциональных материалов на их основе, что, в свою очередь, представляет собой актуальную научную проблему. Таким образом, диссертационная

работа И.А. Заякина является актуальным научным исследованием, а ее результаты соответствуют приоритетам современной органической химии свободных радикалов и имеют как фундаментальное, так и, в возможной перспективе, прикладное значение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа выполнена в традиционной логике изложения материала. Она состоит из введения, литературного обзора (глава 1), изложения и обсуждения полученных результатов (глава 2), экспериментальной части (глава 3), заключения в виде изложения основных результатов и выводов, списка цитируемой литературы (116 наименований) и приложений (26 наименований). Материал диссертации изложен на 200 страницах машинописного текста (165 страниц за вычетом приложений) и содержит 55 рисунков, 31 схему, 20 таблиц.

Цель диссертационного исследования отражена в названии работы и заключается в разработке эффективных методов синтеза функционально замещенных нитронилнитроксилов 2-имидазолинового ряда с использованием золотоорганических производных 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила, а также комплексном изучении структуры и свойств разработанных в рамках работы парамагнитных молекулярных систем.

Литературный обзор по теме «2-Металлоорганические производные нитронилнитроксила и их применение в дизайне молекулярных магнетиков» содержит 70 библиографических ссылок. Его материал хорошо структурирован и дает достаточно полное представление о развитии и современном состоянии рассматриваемой проблемы. В обзоре представлены известные данные о свойствах 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила, C(2)-функционализации нитронилнитроксила методами Pd(0)-катализируемых реакций кросс-сочетания с участием генерируемых *in situ* 2-металлоорганических производных нитронилнитроксила, 2-металлоорганических производных нитронилнитроксила, известных в индивидуальном виде, электрохимических свойствах 2-металлоорганических производных нитронилнитроксила, а также реакционной способности 2-металлоорганических производных нитронилнитроксила в Pd(0)-катализируемых реакциях кросс-сочетания и их применение в синтезе высокоспиновых органических парамагнетиков. На основе проведенного анализа литературных данных автор диссертационной работы приходит к

выводу об отсутствии систематических исследований зависимостей между структурой золотоорганического производного нитронилнитроксила и его реакционной способностью в реакциях кросс-сочетания. Данное обстоятельство свидетельствует об актуальности и новизне, теоретической значимости и практической ценности решаемой в рамках диссертационного исследования научной проблемы конструирования золотоорганических производных нитронилнитроксильных радикалов, содержащих разнообразные лиганды фосфинового ряда, исследования их свойств.

Вторая глава содержит **результаты проведенных диссертантом исследований**, посвященных разработке методов синтеза, изучению строения и свойств золотоорганических производных нитронилнитроксила, включая выявление корреляций «структура–свойство», а также определения возможностей применения синтезированных молекулярных ансамблей в дизайне высокоспиновых парамагнетиков и материалов на их основе. В частности, глава содержит сведения о проведенном синтезе золотоорганических производных нитронилнитроксила, содержащих различные фосфиновые фрагменты, изучении их строения и реакционной способности в Pd(0)-катализируемых реакциях кросс-сочетания. Представлены результаты исследования влияния Pd(0)-каталитической системы на реакции кросс-сочетания с участием золотоорганического производного NN–AuPPh₃, а также данные по синтезу высокоспиновых вердазил- и триазинил-замещенных нитронилнитроксильных тетрадикалов, изучению их строения и свойства.

В результате проведенных исследований И.А. Заякиным были получены следующие **научные результаты**:

– Синтезирован ряд новых золотоорганических производных 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила NN–AuPR₃, содержащих фосфиновые лиганды, различающиеся своими электронными и стерическими характеристиками. Показано, что свойства лиганда PR₃ определяют возможность реализации ауروفильного взаимодействия в твердых фазах NN–AuPR₃.

– Обнаружено, что соединения NN–AuXPhos, NN–Au^{Me}CgPPh и NN–AuTTMPP обладают большей термической устойчивостью как в растворе, так и в твердой фазе по сравнению с производным NN–AuPPh₃.

– Показано, что реакционная способность полученных NN–AuPR₃ в Pd-катализируемом сочетании с 4-броманизолом существенно возрастает в ряду

$NN-AuP^tBuPh_2 \approx NN-AuP^tBu_2Ph \approx NN-AuPPh_3 \ll NN-AuXPhos < NN-Au^{Me}CgPPh < NN-AuTTMPP$.

– Продемонстрировано, что использование каталитической системы $Pd_2dba_3/^{Me}CgPPh$ (1:4) позволяет осуществлять кросс-сочетание арил(гетероарил)иодидов с $NN-AuPPh_3$ в толуоле при комнатной температуре.

– Осуществлена оценка синтетического потенциала системы $NN-AuPPh_3/Pd_2dba_3/^{Me}CgPPh$ в синтезе полифункциональных нитронилнитроксилов и высокоспиновых систем из соответствующих арил(гетероарил)иодидов. Получен ряд новых моно-, би- и полирадикалов. Впервые синтезированы и охарактеризованы стабильные высокоспиновые тетрадикалы.

В третьей главе диссертации представлены экспериментальные методики синтеза золотоорганических производных нитронилнитроксила, фосфаадамантильных лигандов, методики проведения $Pd(0)$ -катализируемых реакций кросс-сочетания, а также получения высокоспиновых вердазил- и триазинил-замещенных нитронилнитроксильных тетрадикалов, представлены их ключевые физические, структурные, спектральные и физико-химические характеристики. Экспериментальная часть выполнена на высоком профессиональном уровне.

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов не вызывает сомнения, поскольку она обеспечена широким использованием современных инструментальных методов анализа (ЯМР, ИК-, УФ-спектроскопия, масс-спектрометрия высокого разрешения). Структура синтезированных парамагнетиков установлена методом рентгеноструктурного анализа, их радикальная природа подтверждена методом ЭПР и РСА, магнитные свойства исследованы при использовании SQUID-магнетометрии.

Научная новизна, практическая и теоретическая значимость. Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке эффективных синтетических методов и подходов для направленного конструирования органических магнетиков при использовании $Pd(0)$ -катализируемых реакций кросс-сочетания. Разработанные диссертантом синтетические приемы позволили получить ряд ранее неизвестных функционально-замещенных нитронилнитроксилов 2-имидазолинового ряда разнообразной архитектуры. Необходимо отметить, что многие из

синтезированных нитроксидов представляют собой новые высокоспиновые молекулярные системы, включая стабильные тетрадикалы, которые, несомненно, представляют особый интерес для разработки перспективных функциональных магнитноактивных материалов на их основе. Таким образом, полученные И.А. Заякиным **научные результаты имеют важное как теоретическое значение, так и практическую ценность** для развития химии органических магнетиков, а также разработки на их основе перспективных функциональных материалов.

Личный вклад автора состоит в участии в определении целей, постановке задач и выборе направлений исследования, выполнении поиска, систематизации и анализа имеющихся в литературе сведений по теме диссертационной работы, планировании и проведении экспериментов, синтезе, доказательстве строения и чистоты целевых продуктов, обсуждении и интерпретации полученных данных, формулировании выводов.

Апробация результатов. Основные результаты работы были доложены на восьми всероссийских и международных конференциях с опубликованием тезисов докладов: Международная научная конференция «Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии» (Екатеринбург, 2020), IX Молодежная конференция ИОХ РАН (Москва, 2021), IX Международная конференция «High-spin molecules and molecular magnets» (Нижний Новгород, 2021), I Всероссийская конференция «Органические радикалы: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 2021), II Всероссийская конференция «Органические радикалы: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 2022), X Международная конференция «High-spin molecules and molecular magnets» (Новосибирск, 2023), III Всероссийская конференция им. Академика В.И. Овчаренко «Органические радикалы и органическая электрохимия: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 2023) Всероссийская молодежная научная школа-конференция «Актуальные проблемы органической химии» (Новосибирск, Шерегеш, 2024).

Основное содержание работы нашло отражение **в шести статьях в рецензируемых научных журналах** (Crystals, Organometallics, Chem. – A Eur. J., Molecules, J. Am. Chem. Soc.), индексируемых Web of Science, Scopus и входящих в список ВАК.

При прочтении диссертации и автореферата возникли следующие **замечания и вопросы:**

1. Синтез металлоорганических соединений NN-AuPR₃ (R ≠ Ph) проводился по разработанной ранее методике для получения соединений типа NN-AuPR₃: обработка CH₂Cl₂ раствора, содержащего эквивалентные количества Cl-AuR₃ и NN-H в CH₂Cl₂, раствором гидроксида натрия в метаноле. Почему был выбран именно NaOH в качестве основания? Были ли попытки использования других оснований для депротонирования NN-H в ходе описанного превращения?

2. В качестве базового растворителя в Pd(0)-катализируемых реакциях кросс-сочетания арилиодидов и арилбромидов с золотоорганическими производными 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила использовался толуол. Возможно ли использование для реализации данных химических превращений более полярный растворитель?

3. При изучении химических свойств золотоорганических соединений было обнаружено, что наименьшей реакционной способностью по отношению к арилбромидам обладает комплекс NN-AuPPh₃, который, как было показано, реагировал только с бромбензолом с образованием продукта кросс-сочетания **53a** (нумерация соединений по диссертации) / **9a** (нумерация соединений по автореферату) с выходом 52%. Что представляла собой реакционная смесь после проведения реакции? Были ли обнаружены в данном превращении побочные продукты?

4. Основным используемым катализатором для реализации реакций кросс-сочетания с участием соединения NN-AuPPh₃ служит тетраakis(трифенилфосфин)палладий(0) Pd(PPh₃)₄. Какие причины выбора именно этого катализатора? Изучались ли возможности использования иных Pd(0) каталитических систем?

5. При описании спектральных характеристик в экспериментальной части диссертации отсутствуют данные масс-спектрометрии на соединения: **45, 46, 59c,d,f-p**.

6. В описании данных элементного анализа обнаружено расхождение между вычисленными и найденными экспериментальными значениями больше 0.4 % для ряда соединений: **45, 46, 48, 52, 59i-k,m**.

7. В разделе «Основные результаты и выводы» отсутствуют сведения относительно перспектив и дальнейших шагов развития исследований и разработок в области применения синтезированных магнитно-активных молекул и материалов на их основе.

8. Обнаружены ряд неудачных выражений типа «...синтетического потенциала системы ... в синтезе» (вывод № 5, стр. 151 диссертации / стр. 27 автореферата), ошибок и опечаток типа «...установлено, что пробах соединений 41 и 42 степень...» (стр. 44 диссертации), пропущены / присутствуют лишние запятые в предложениях «...металлоорганических производных нитронилнитроксила_ генерируемых *in situ*...» (стр. 19 диссертации), «...металлоорганических производных нитронилнитроксила_ выделенных в индивидуальном виде...» (стр. 22 диссертации), «...палладиевого комплекса 15_ содержащего два оксоаммонийных катионных лиганда...» (стр. 23 диссертации), «...проявили большую активность в ходе кросс-сочетания_ чем начальные диiodиды...» (стр. 35 диссертации), «По данным рентгеноструктурного анализа, для молекул дибромида 38 характерна...» (стр. 43 диссертации).

9. На схемах и рисунках в автореферате и диссертации присутствуют англоязычные термины и выражения («Sim.», «Obs.», «mA», «mV», «mT», «Start», «End», «Weight loss», «TGA», «DTA», «Temperature», «without radical», «Triradical», «Tetraradical», «Magnetic field»), которые следовало заменить на русскоязычные аналоги.

10. В тексте диссертации отсутствуют список публикаций диссертанта по теме исследования, который присутствует в автореферате. Нумерация соединений в диссертации и автореферате не совпадает, что осложняет восприятие.

Отмеченные замечания ни в коем случае не снижают общую положительную оценку диссертационного исследования, вопросы во многом носят дискуссионный характер. В целом работа И.А. Заякина выполнена на высоком научном уровне; автору удалось успешно справиться с поставленными задачами, проявив качества квалифицированного химика-синтетика, научную эрудицию и наблюдательность. Содержание диссертационного исследования соответствует паспорту специальности 1.4.3 – Органическая химия: п. 1. Выделение и очистка новых соединений; п. 2. Открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования; п. 3. Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул; п. 7. Выявление закономерностей типа «структура – свойство». В работе не только получены важные для теории и практики результаты, но и поставлены новые проблемы, что является хорошей основой для дальнейшего развития исследований в данной области.

Общее заключение по работе. На основании проведенного анализа и рассмотрения по существу изложенных результатов считаю, что диссертация И.А. Заякина является научно-квалификационной работой, в которой решена задача разработки эффективных методов синтеза функционально-замещенных нитронилнитроксидов 2-имидазолинового ряда с использованием золотоорганических производных стабильных нитроксильных радикалов. Выполненное комплексное исследование структуры и свойств синтезированных парамагнитных молекулярных систем имеет важное значение для развития химии органических радикалов.

Таким образом, диссертационная работа «Разработка эффективных методов кросс-сочетания арилиодидов и арилбромидов с золотоорганическими производными 4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксила» полностью соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства РФ от 11.09.2021 № 1539), что является основанием для присуждения её автору, **Заякину Игорю Алексеевичу**, ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.3 – Органическая химия.

Я, Варакин Михаил Викторович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета 24.1.092.01 и их дальнейшую обработку в соответствии с требованиями Минобрнауки РФ.

Официальный оппонент:

Доктор химических наук

(научная специальность – 1.4.3 – Органическая химия)

Директор химико-технологического института УрФУ, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии химико-технологического института УрФУ, доцент.

Варакин Михаил Викторович

15.10.2024

Адрес: 620062, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.

Телефон: +7 (343) 375-44-20

Адрес электронной почты: m.v.varaksin@urfu.ru

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»)

Адрес: 620062, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира 19.

Телефон: +7 (343) 375-44-44

Адрес электронной почты: contact@urfu.ru

Адрес официального сайта организации: www.urfu.ru

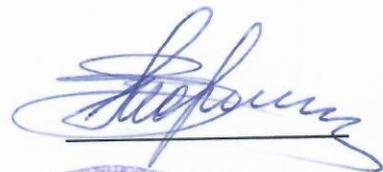
Подпись М.В. Вараксина удостоверяю:

Ученый секретарь УрФУ

кандидат технических наук, доцент

Морозова Вера Анатольевна

15.10.2024



М.П.