

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Сидунца Юрия Алексеевича**
«Новые подходы к конструированию бигетероциклических производных фуроксана», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – органическая химия

Диссертационная работа Сидунца Ю.А. посвящена разработке новых подходов к получению производных 1,2,5-оксадиазола, а именно, фуроксано- и фуразано[3,4-*d*]триазинонов – потенциальных прекурсоров NO, а также азоксифуроксанов, в том числе высокоэнергоемких, представляющих интерес в специальном материаловедении. Четкая практическая направленность свидетельствует о несомненной **актуальности** представленной работы. Наряду с прикладными аспектами весьма значимыми являются и теоретические составляющие исследования, в частности, **научный интерес** представляет метод синтеза производных ранее неизвестной гетероциклической системы [1,2,5]оксадиазола[3,4-*d*]триазинона, основанный на тандеме реакций диазотирования аминозамещенных (1,2,5-оксадиазолил)карбоксамидов – внутримолекулярное азосочетание, а также метод синтеза азокси-*бис*-фуроксанов, основанный на хемоселективном восстановлении 4-нитрофуроксанов с последующей окислительной конденсацией образующихся фуроксанилгидроксиламинов под действием NaIO₄. Разработка последнего метода была связана с трудоёмкими экспериментами по подбору подходящего восстановителя/окислителя и оптимизации условий процессов восстановления/окисления (соотношение реактантов, время, температура). Существенно, что разработанные методы энергосберегающие: они не требуют термической активации, реакции протекают при комнатной температуре.

Универсальность метода синтеза азокси-*бис*-гетероциклов путем восстановления нитрогетариллов до гидроксиламинов и последующего окисления последних была продемонстрирована на примерах других субстратов, а именно, нитропроизводных аминифуразана и хлорпиридина, что позволило синтезировать соответствующие азокси-*бис*-гетероциклы, труднодоступные другими методами. Этот же метод был использован для получения представительного ряда энергоёмких азокси-*бис*-фуроксанов, насыщенных нитро- и аминогруппами. Один

из представителей этого ряда, азоксифуроксан **23**, был дополнительно обогащен аминогруппами путем получения солей с азотистыми катионами.

Разработанными методами синтезированы библиотеки фуроксано[3,4-*d*]триазинонов, фуразано[3,4-*d*]триазинонов и азокси-*бис*-фуроксанов и систематически исследованы их термическая стабильность, детонационные параметры и физические свойства, определяющие эксплуатационные характеристики энергоёмких веществ. Среди изученных соединений выделяются термостойкие соли на основе ранее недоступного азоксифуроксана **23**, содержащего 4-нитрамино-3,5-динитрофенильные фрагменты. Они представляют собой новый класс энергоёмких, термически стабильных веществ, перспективных для использования в органическом материаловедении. В этом усматривается основное **практическое значение работы**. Кроме того, с помощью теста Грисса показано, что синтезированные производные фуроксано[3,4-*d*]триазинона могут рассматриваться в качестве экзогенных доноров оксида азота. У одного из них в экспериментах *in vitro* обнаружено выраженное антиагрегантное действие, а именно, по тромболитической активности оно оказалось сопоставимо с аспирином. Выявление биологической активности усиливает практическую значимость работы.

Ядром работы является синтез новых соединений новыми методами. Синтетические подходы разработаны очень тщательно, с подбором оптимальных условий реакций. В результате предложены препаративные методики, которые позволили синтезировать представительные ряды ранее неизвестных соединений с приемлемыми выходами и достаточной степенью чистоты. За всем этим просматривается профессионализм и незаурядное усердие диссертанта.

Строение и индивидуальность синтезированных соединений убедительно подтверждены с помощью монокристаллической дифрактометрии (РСА), современных спектральных методов (ЯМР-спектроскопия на ядрах ^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , ИК-спектроскопия), масс-спектрометрии высокого разрешения (МСВР) и элементного анализа. Это свидетельствует об уверенном владении диссертантом приемами и правилами извлечения структурной информации из результатов физико-химических (инструментальных) методов анализа.

По содержанию автореферата существенных замечаний нет, но хотелось бы получить ответы на следующие вопросы:

1) почему в качестве «модельного объекта» для оценки антиагрегантных свойств синтезированных [1,2,5]оксадиазоло[3,4-*d*]триазинонов **6a-h** *in vitro* было выбрано самое неактивное в тесте Грисса соединение **6c**?

2) по отношению к чему приведены данные по NO-донорной активности соединений **6a-h** на рис. 5 (что принято за 100% в тесте Грисса)?

Замечания могут быть сделаны по отбору, изложению и компоновке материала автореферата. По нашему мнению, он перегружен излишне подробным описанием методик тестирования по Гриссу и биологического эксперимента *in vitro* (с. 10-12), малоинформативными иллюстрациями результатов РСА и рисунками ¹⁵N ЯМР-спектров (рис. 1, 2, 6, 8-10). Такая детальность уместна в самой диссертации, но избыточна в автореферате. Кроме того, на страницах автореферата много пустот, не заполненных текстом (с. 3, 6, 8, 10, 13, 15, 18). Представляется, что исключение из автореферата избыточных подробностей и иллюстраций, наряду с заполнением пустот текстом, позволило бы представить результаты химических экспериментов (в плане оптимизации синтетических процедур, процедур выделения и очистки, найденных ноу-хау, доказательств строения, особенностей спектральных характеристик) более рельефно и познавательно.

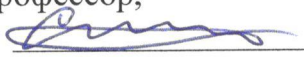
Высказанные замечания носят дискуссионный характер; они ни в коей мере не умаляют отмеченных выше несомненных достоинств диссертационной работы.

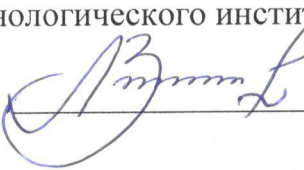
Таким образом, из рассмотрения разделов автореферата «Общая характеристика работы», «Основное содержание работы» и «Заключение» следует, что диссертант успешно справился с задачами исследования и получил **ценные научные и практические результаты**, которые исчерпывающе представлены в указанных разделах автореферата. **Достоверность полученных в работе результатов и обоснованность сделанных по ней выводов** обеспечены сочетанным использованием современных методов синтетической органической химии и физико-химических методов анализа, и прежде всего – ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии и РСА. **Выводы** по работе соответствуют результатам проведенных исследований. Представленные **публикации**

диссертанта адекватно и в полной мере отражают основное содержание работы. Результаты работы **апробированы** на всероссийских конференциях.

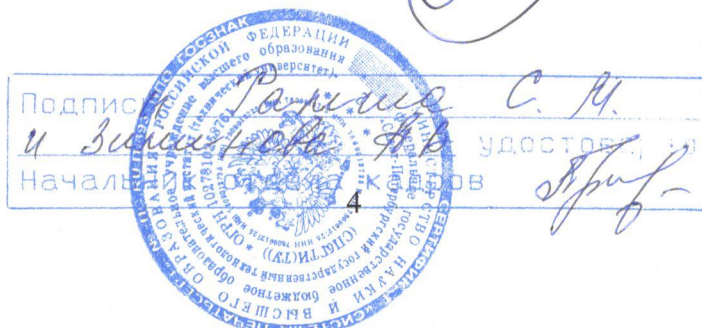
На основании изложенного заключаем, что, судя по автореферату, **рецензируемая диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития химии гетероциклических соединений**, а именно, в ней разработаны препаративные методы синтеза ранее неизвестных гетероциклических систем в рядах фуразана и фуроксана, а также выявлен существенный потенциал их практического применения.

Судя по автореферату, рецензируемая диссертационная работа по тематике, объектам и методам исследования, обработке и трактовке результатов, представленным на защиту новым научным положениям **соответствует паспорту заявленной специальности 1.4.3 – органическая химия**. По актуальности, новизне, уровню решения поставленных задач, достоверности результатов и обоснованности выводов, научной и практической значимости она полностью **удовлетворяет требованиям**, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор **Сидунец Юрий Алексеевич** безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – органическая химия.

Зав. кафедрой химической технологии
органических красителей и фототропных соединений
Санкт-Петербургского государственного технологического института
(технического университета) д-р хим. наук, профессор,
почетный работник сферы образования РФ  С.М. Рамш

Доцент кафедры химической технологии
органических красителей и фототропных соединений
Санкт-Петербургского государственного технологического института
(технического университета)
канд. хим. наук, доцент  А.В. Зиминов

10 марта 2026 г.



Контактные данные

ФИО: Рамш Станислав Михайлович

Почтовый адрес: 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 24-26/49 лит. А

Телефон: +7 (812) 494-92-27

e-mail: sramsh@spbti.ru

Наименование организации (полное / сокращенное):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» / СПбГТИ(ТУ)

ФИО: Зиминов Андрей Викторович

Почтовый адрес: 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 24-26/49 лит. А

Телефон: +7 (812) 494-92-27

e-mail: ziminov@spbti.ru

Наименование организации (полное / сокращенное):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» / СПбГТИ(ТУ)