

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.052.01**  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИРКУТСКОГО ИНСТИТУТА ХИМИИ ИМ. А.Е. ФАВОРСКОГО  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИрИХ СО РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 13 июня 2017 г. № 4

О присуждении **Степанову Антону Викторовичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Реакции цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами: синтез функционализированных 3(2H)-фуранонов» по специальности 02.00.03 – органическая химия принята к защите 04 апреля 2017 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 003.052.01 на базе ФГБУН Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН; 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1; приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Степанов Антон Викторович, 1991 года рождения, в 2013 г. окончил химико-технологический факультет ФГБОУ ВО Иркутского государственного технического университета.

С 1 июля 2013 г. по 13 июня 2017 г. обучался в очной аспирантуре по специальности 02.00.03 – органическая химия в ФГБУН Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории непредельных гетероатомных соединений в ФГБУН Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН.

Научный руководитель – доктор химических наук, академик РАН Трофимов Борис Александрович; научный руководитель ФГБУН Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН.

Официальные оппоненты:

1. Васильевский Сергей Францевич, доктор химических наук, профессор, ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, группа спин-меченых и ацетиленовых соединений, главный научный сотрудник;

2. Голобокова Татьяна Викторовна, кандидат химических наук, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», химический факультет, кафедра теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов, доцент,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург в своем положительном заключении, подписанном Соколовым Виктором Владимировичем, доктором химических наук, доцентом кафедры органической химии Института химии Санкт-Петербургского государственного университета, указала, что актуальность работы связана с отсутствием достаточно общей и простой методологии

конструирования 3(2H)-фураноновой циклической системы с одновременным управляемым введением в нее наиболее важных фармакологических фрагментов и функциональных групп. Представленная диссертация вносит заметный вклад в химию производных фурана и соответствующих исходных алкиногидридов и в развитие новых методов синтеза труднодоступных фурановых систем с использованием легкодоступных реагентов и катализаторов. Имеющаяся научная новизна работы связана с обнаружением и исследованием альтернативного пути взаимодействия гидроксиалкиногидридов с кислотами при стехиометрии 2:1, а также с разработкой метода селективной гидратации нитрильной группы в продуктах. Диссертационная работа профессионально и грамотно написана, а научные положения, выводы и рекомендации, сделанные диссертантом, обоснованы. Автор демонстрирует высокую квалификацию в области синтетической органической химии и современных методов анализа структуры органических соединений, что позволяет правильно трактовать полученные результаты и обеспечивает достоверность работы.

Замечания и вопросы по диссертации, в основном, касаются механизма образования 3(2H)-фуранонов и 2,3-дигидрофуранов. Отмечается также, что в тексте диссертационной работы встречаются неточности и опечатки.

Научная значимость работы, ее объем, а также достоверность полученных результатов вполне соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ; **5 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях** (1 статья в журнале «Журнал органической химии», 4 стр.; 3 статьи в журнале «Synthesis», по 7, 9 и 11 стр.; 1 статья в журнале «Synthetic Communications», 11 стр.). Вклад автора в эти работы заключается в его непосредственном участии в планировании и выполнении экспериментальных работ, анализе полученных результатов и написании публикаций; интересы соавторов не затронуты. Публикации посвящены изучению реакции цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами; выделению и идентификации минорных продуктов данной реакции, а также дальнейшей функционализации синтезированных соединений.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Trofimov, B. A. Expedient access to functionalized furan/3(2H)-furanone ensembles via microwave-assisted domino reactions / B. A. Trofimov, A. V. Stepanov, A. G. Mal'kina, O. G. Volostnykh, O. A. Shemyakina, I. A. Ushakov // Synthetic Commun. – 2015. – Vol. 45. – P. 2718-2729.

2. Mal'kina, A. G. A facile linking of the pyrrole ring with functionalized 3(2H)-furanone moieties / A. G. Mal'kina, O. A. Shemyakina, A. V. Stepanov, O. G. Volostnykh, I. A. Ushakov, L. N. Sobenina, T. N. Borodina, V. I. Smirnov, B. A. Trofimov // Synthesis. – 2016. – Vol. 44. – P. 271-280.

3. Mal'kina, A. G. Organocatalyzed microwave-assisted competing cyclization of cyanopropargylic alcohols with carboxylic acids: 4-cyano-3(*H*)-furanones versus 4-cyano-[(*Z*)-3-cyanomethylene]-2,3-dihydrofurans / A. G. Mal'kina, A. V. Stepanov, L. N. Sobenina, O. A. Shemyakina, I. A. Ushakov, V. I. Smirnov, B. A. Trofimov // *Synthesis*. – 2016. – Vol. 44. – P. 1880-1891.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от д.х.н., Третьякова Е.В. и к.х.н. Политанской Л.В. (Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН); д.х.н., проф. Одинокова В.Н. (Институт нефтехимии и катализа РАН); д.х.н., проф. Кима Д.Г. (Южно-Уральский государственный университет); д.х.н., проф. Аксеновой И.В. и к.х.н., доц. Лобача Д.А. (Северо-Кавказский федеральный университет); д.х.н., проф. Хлебникова А.И. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет); д.х.н., проф., академика РАН Чупахина О.Н. и д.х.н., проф. Филяковой В.И. (Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН); д.х.н., проф. Беленького Л.И. (Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН); д.х.н., проф., чл.-корр. РАН Бачурина С.О. и к.х.н. Прошина А.Н. (Институт физиологически активных веществ РАН).

В отзывах отмечается, что работа оставляет впечатление обширного, хорошо спланированного исследования, выполненного на самом высоком уровне с привлечением современных средств органического синтеза. Результаты диссертационной работы являются весомым вкладом в химию ацетиленов и гетероциклических соединений, отвечая современным тенденциям развития этих важнейших разделов органической химии, и заслуживают высокой оценки, так же как и уровень осмысления и стиль изложения научно-квалификационной работы.

Выводы связаны с поставленной в работе задачей, их формулировки тщательно продуманы, научно обоснованы и не вызывают сомнения. Указывается, что перспективным представляется исследование биологической активности полученных соединений.

Замечания по автореферату носят характер комментариев и вопросов, касающихся синтеза и механизма образования 3(*H*)-фуранонов; вовлечения в реакцию более широкого ряда карбоновых кислот, а именно гидроксикарбоновых и ацетиленкарбоновых кислот; дальнейшей функционализации полученных соединений.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их несомненной компетентностью в области органической химии, в частности, химии ацетилена и гетероциклических соединений, подтверждаемой соответствующими публикациями. Выбор ведущей организации обосновывается ее широкой известностью своими достижениями в области органической химии, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан общий метод синтеза труднодоступных 3(*H*)-фуранонов и 2,3-дигидрофуранов на основе реакции цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами;

- предложен механизм и обсуждены основные особенности tandemной реакции цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами;
- предложен путь дальнейшей модификации функционализированных 3(2H)-фураноновых и 2,3-дигидрофурановых ансамблей посредством селективной трансформации цианогруппы.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

- установлены закономерности образования 1:1 и 2:1 аддуктов реакции цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами, а также выявлены факторы, влияющие на их соотношение;
- выделены общие ключевые интермедиаты – кетоэфиры, участвующие в формировании аддуктов 1:1 и 2:1 сборок;
- изучен каталитический эффект различных третичных аминов (триэтил-, трибутиламин и DABCO);
- изучена реакция гидратации цианогруппы 4-циано-3(2H)-фуранонов с образованием соответствующих 3(2H)-фуранонкарбоксамидов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

- разработаны простые и эффективные методы синтеза труднодоступных 3(2H)-фураноновых и 2,3-дигидрофурановых систем;
- определены перспективы практического использования полученных соединений в тонком органическом синтезе и медицинской химии;
- разработанные методы синтеза являются однореакторными, базируются на доступных реагентах и отвечают современным тенденциям тонкого органического синтеза.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

- для экспериментальных работ использовалось сертифицированное оборудование, результаты хорошо воспроизводятся;
- теоретические заключения построены на проверяемых данных и согласуются с известными фактами;
- идея базируется на обобщении передового опыта, работа является продолжением систематических исследований по разработке эффективных методов синтеза практически полезных производных фурана на основе реакций цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами;
- для доказательства структуры синтезированных соединений использованы современные физико-химические методы анализа: ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  (в том числе 2D методики), рентгеноструктурный анализ, ИК спектроскопия, которые позволяют надежно доказать строение веществ.

**Личный вклад соискателя** состоит в выполнении всех экспериментальных работ, непосредственном участии в планировании экспериментов, обработке и интерпретации полученных результатов, обсуждении спектральных данных, подготовке публикаций по выполненной работе и формулировке выводов.

Заключение составлено в соответствии с п. 32 "Положения о присуждении ученых степеней" (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.). Диссертационная работа Степанова А.В. отвечает требованиям п. 9 указанного

Положения. Она является научно-квалификационной работой, в которой решена задача по поиску и изучению новых методов синтеза редких и труднодоступных 3(2H)-фураноновых и 2,3-дигидрофурановых систем с использованием реакций цианопропаргиловых спиртов с карбоновыми кислотами, катализируемых третичными аминами, что вносит фундаментальный вклад в химию ацетиленовых и гетероциклических соединений.

На заседании 13 июня 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Степанову А.В. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (02.00.03 - органическая химия, химические науки), участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 21, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета  
д.х.н., профессор

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.х.н.

15.06.2017



Станкевич Валерий Константинович

Арбузова Светлана Николаевна