

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Новосибирский институт органической
химии им. Н.Н. Ворожцова
Сибирского отделения
Российской академии наук
д.ф.-м.н., профессор
Е.Г. Багрянская



26 августа 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация «Исследование бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов» выполнена в лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций НИОХ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Пешков Роман Юрьевич **работал** в ФГБУН Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН в лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций в должности инженера и младшего научного сотрудника и **обучался** в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» на кафедре органической химии.

Тема диссертационной работы Пешкова Р.Ю. утверждена 07 июля 2014 г. на заседании Ученого Совета НГУ (протокол № 3 (268)).

В 2013 г. Пешков Р.Ю. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности «Химия».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций НИОХ СО РАН, доцент кафедры органической химии ФЕН НГУ Пантелеева Елена Валерьевна.

По итогам обсуждения диссертационной работы принято следующее заключение:

Диссертационная работа Пешкова Р.Ю. посвящена изучению реакции бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов. Бисарильное кросс-сочетание является одной из лидирующих и активно развиваемых областей современной синтетической органической химии, что в 2010 г. было отмечено Нобелевской премией. Тем не менее, наиболее широко используемые методы кросс-сочетания обладают рядом недостатков, главными среди которых являются необходимость предварительной активации реагентов введением различных элементоорганических групп и применения дорогостоящих и часто синтетически труднодоступных каталитических систем на основе переходных металлов. В связи с этим поиск и разработка новых эффективных и экономичных методов кросс-сочетания является актуальной задачей органической химии.

Новизна и научная значимость работы

В результате проведённых соискателем исследований ранее открытая реакция цианарилрования бензонитрила и циандифенилов дианионом терефталонитрила была трансформирована в общий короткий экономичный подход к синтезу цианбисаренов. Была показана возможность вовлечения в данное превращение монозамещённых (Me-, MeO-, F-) бензонитрилов, некоторых ди- и трифторбензонитрилов, изомерных цианнафталинов и 9-цианантрацена. Продемонстрирована универсальность разрабатываемого подхода в отношении синтеза как дицианбисаренов, так и алкилцианбисаренов, которая обеспечивается изменением способа гашения реакционной смеси (окисление кислородом воздуха либо алкилирование). Подход позволяет одnoreакторно синтезировать ценные алкилцианбисарены, с целенаправленно варьируемым строением алифатической цепи и ароматического фрагмента. Предложенная ранее схема кросс-сочетания исследована с привлечением квантово-химических расчётов энергии и электронного строения основных анионных интермедиатов на примере реакций дианиона терефталонитрила с монофторбензонитрилами и получено соответствие расчетных характеристик экспериментальным. На основе бутилирования долгоживущего интермедиата авторекомбинации анион-радикала фталонитрила, приводящего к 4'-бутил-2,3'-дициандифенилу была показана перспективность разработки одnoreакторного подхода к синтезу 4'-алкил-2,3'-дициандифенилов, труднодоступных другими методами. Продемонстрирована возможность использования ω -функционализированных алкилбромидов (2-(2-бромэтил)-1,3-диоксан, 5-бромвалеронитрил, этил 6-бромгексаноат) при алкилировании дианиона терефталонитрила и анион-радикала бензонитрила с целью

синтеза соответствующих 4-алкилбензонитрилов и алкилбензолов, содержащих в ω -положении алкильной цепи ацетальную, карбонитрильную и сложноэфирную группы. На полных рядах моно-, ди- и трифторбензонитрилов в среде жидкого аммиака исследована зависимость направления нуклеофильной атаки цианметильного аниона от числа и расположения атомов фтора в субстрате, выявлена конкуренция присоединения аниона по цианогруппе (с образованием 3-амино-3-фенилакрилонитрилов) и замещения атомов фтора в кольце (с образованием цианметилбензонитрилов). Показано, что накопление атомов фтора в бензонитриле способствует ароматическому замещению. С высокими выходами получен большой ряд новых фторированных цианметилбензонитрилов, а также некоторые фторированные 3-амино-3-фенил-акрилонитрилы – потенциально ценные предшественники гетероциклических соединений. Соответствие региоселективности реакций цианметильного аниона и ориентации кросс-сочетания дианиона терефталонитрила с фторированными бензонитрилами указывает на возможность гетеролитического пути образования новой С–С связи при кросс-сочетании с участием этих субстратов. В дополнение к основному направлению исследования продемонстрирована перспективность использования щелочных солей цианметильного аниона в жидком аммиаке в качестве С-нуклеофила в реакции с 2-циано-4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксилем для получения (Z)-3-амино-3-(4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксил-2-ил)акрилонитрила, потенциально ценного парамагнитного полидентатного лиганда.

Практическая значимость работы определяется созданием удобных однореакторных подходов, использующих восстановительную активацию доступных ароматических нитрилов для взаимодействия с неактивированными цианаренами и алкилирующими реагентами и позволяющих целенаправленно получать разнообразные дициан- и алкилцианбисарены дифенильного, фенилнафтильного и терфенильного рядов; эффективностью применения щелочных солей цианметильного аниона в жидком аммиаке для нуклеофильной модификации фторированных бензонитрилов с образованием соответствующих цианметилбензонитрилов и 3-амино-3-фенилакрилонитрилов, а также синтетической значимостью применения углерод-центрированных делокализованных анионов в жидком аммиаке для нуклеофильной модификации нитронилнитроксильных радикалов; потенциальной ценностью вновь синтезированных продуктов как предшественников новых материалов (в том числе парамагнитных) и биологически активных веществ.

Работа характеризуется высоким теоретическим и экспериментальным уровнем проведения исследований, квалифицированным применением необходимых физико-

химических методов анализа синтезированных соединений. Достоверность результатов и обоснованность выводов не вызывают сомнений.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих публикациях:

1. Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Shchegoleva, L.N., Bagryanskaya, I.Y., Rybalova, T. V., Vasilieva, N. V., Shteingarts, V.D. Synthesis of 2-X-, 3-X-4,4'-Dicyanobiphenyls (X = CH₃, OCH₃, F) by Cross-Coupling of the Terephthalonitrile Dianion with Substituted Benzotrienes // *European J. Org. Chem.* – 2015 – V. 2015 – N. 20 – P. 4524–4531.

2. Tretyakov, E. V., Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Scrypnik, A.S., Stass, D. V., Romanenko, G. V., Ovcharenko, V.I. Addition of cyanomethyl anion to the cyano group of 2-cyano-4,4,5,5-tetramethyl-4,5-dihydro-1H-imidazol-3-oxide-1-oxyl, a nitronyl nitroxide // *Tetrahedron Lett.* – 2016 – V. 57 – N. 21 – P. 2327–2330.

3. Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Chunyan, W., Tretyakov, E. V., Shteingarts, V.D. One-pot synthesis of 4'-alkyl-4-cyanobiphenyls on the basis of the terephthalonitrile dianion and neutral aromatic nitrile cross-coupling // *Beilstein J. Org. Chem.* – 2016 – V. 12 – P. 1577–1584.

4. Пешков Р.Ю., Ван Чуньянь, Пантелеева Е.В., Третьяков Е.В., Штейнгарц В.Д. Синтез 4-(ω-X-алкил)бензонитрилов (X = 1,3-диоксан-2-ил, CN, CO₂Et) взаимодействием дианиона терефталонитрила с ω-X-алкилбромидами в жидком аммиаке. // *Изв. АН Сер. хим.* – 2016 – в печати, Рег. № 4666.

Основные результаты диссертации доложены на отечественных и международных конференциях:

1. Пешков Р.Ю., Чжичао Ю., Пантелеева Е.В., Третьяков Е.В. Взаимодействие цианметильного аниона с моно-, ди- и трифторбензонитрилами в жидком аммиаке. Тезисы докладов кластера конференций «ОРГХИМ-2016», Репино, Россия, 27.06–1.07.2016. – С. 179.

2. R. Peshkov, E. Panteleeva, L. Shchegoleva, V. Shteingarts. Cross-coupling of Terephthalonitrile Dianion with Neutral Cyanoarenes: Mechanism and Synthetic Utilization. *Book of Abstracts of European Symposium on Organic Reactivity «ESOR–2015»*, 30.08–4.09.2015, Киль, Германия.

3. Р.Ю. Пешков, Ван Чуньянь, Е.В. Пантелеева, В.Д. Штейнгарц. Однореакторный синтез 4'-алкил-4-циандифенилов на основе кросс-сочетания дианиона терефталонитрила с нейтральными ароматическими нитрилами. Сборник тезисов молодежной школы-конференции «Актуальные проблемы органической химии», Россия, Шерегеш, 20–26.03.2015. – С. 71.

4. R.Yu. Peshkov, E.V. Panteleeva, V.D. Shteingarts. Cross-coupling of terephthalonitrile dianion and aromatic nitrile resulting in substituted dicyanobiphenyls. *Book of Abstracts of*

international conference «Molecular Complexity in Modern Chemistry», Москва, 13–19.09.2014. – С. 237.

5. Р.Ю. Пешков, Е.В. Пантелеева, В.Д. Штейнгарц. Диарильное кросс-сочетание дианиона терефталонитрила с моно- и дифторбензонитрилами. Тезисы докладов третьей всероссийской научной конференции с международным участием «Успехи синтеза и комплексообразования». Москва, 21–25.04.2014. Ч. 1 – С. 257.

6. Е.В. Пантелеева, Т.А. Ваганова, Р.Ю. Пешков, П.А. Федюшин, В.Д. Штейнгарц. Долгоживущие анионные формы цианаренов в реакциях алкилирования и арилирования. Тезисы докладов кластера конференций «ОРГХИМ-2013», Репино, Россия, 17–21.06.2013. – С. 221.

7. Р.Ю. Пешков. Изучение взаимодействия дианиона терефталонитрила с дифторбензонитрилами, цианнафталинами и 9-цианантраценом. Материалы 51-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 12–18.04.2013. – С. 45.

8. Пешков Р.Ю. Дианион терефталонитрила – реагент *para*-цианфенилирования ароматических нитрилов. Материалы Международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2013» (электронный ресурс). Москва, 8–12.04.2013.

9. R.Yu. Peshkov, E.V. Panteleeva, V.D. Shteingarts. *para*-Cyanophenylation of aromatic nitriles by terephthalonitrile dianion. Book of Abstracts of X International Congress of Young Chemists «YoungChem 2012», Польша, Гданьск, 10–14.10.2012. – С. 47.

10. Р.Ю. Пешков. *para*-Цианфенилирование ароматических нитрилов дианионом терефталонитрила Материалы Всероссийской молодёжной научной конференции «Актуальные проблемы органической химии», Новосибирск, 9–14.07.2012. – С. 32.

11. Р.Ю. Пешков. *para*-Цианфенилирование замещённых бензонитрилов дианионом терефталонитрила. Материалы 50-й юбилейной международной научной студенческой конференции “Студент и научно-технический прогресс”, Новосибирск, 13–19.04.2012. – С. 59.

Во всех работах вклад, внесенный соискателем в выполнение химических экспериментов, обсуждение результатов и подготовку материала к публикации, является основным.

Во время выполнения работы Пешков Р.Ю. проявил себя как самостоятельный и квалифицированный исследователь. За время обучения в аспирантуре соискатель участвовал в конференциях российского и международного уровня. Во время обучения в аспирантуре соискатель занимался педагогической работой: руководил выполнением практикума по курсу “органическая химия” студентами 2-ого курса МедФ НГУ, проводил

семинарские занятия, контрольные работы и участвовал в приеме экзаменов по курсу «органическая химия» у студентов 2-го курса ФЕН НГУ специальности «химия», а также у студентов 1 курса ГГФ специальности «геология и геохимия нефти и газа».

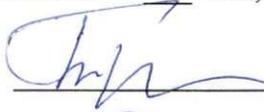
Считая, что диссертационная работа Пешкова Романа Юрьевича «Исследование бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов» выполнена на актуальную тему, содержит большой объем новых результатов, обоснованные выводы, а также принимая во внимание научную зрелость Пешкова Р.Ю., решено рекомендовать выполненную им работу к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия.

Результаты работы рекомендуется использовать в научных исследованиях лабораторий НИОХ СО РАН и лабораторий других институтов, занимающихся изучением реакций кросс-сочетания, а также исследованием общетеоретической проблемы конкуренции гетеро- и гомолитических путей (S_N и ET) при образовании С–С связей с участием анион-радикалов, радикалов и нуклеофилов (ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского, МГУ им. Ломоносова, СПбГУ, ИОС УрО РАН, ИрИХ им. А.Е.Фаворского СО РАН).

Заключение принято на заседании объединённого научного семинара ФГБУН Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН.

Присутствовало на заседании 28 чел. Результаты голосования: "за" – 24 чел., "против" – чел., "воздержалось" – чел., протокол № от 26 августа 2016 года.

Председатель семинара,



зам. директора НИОХ, д.х.н. Третьяков Е.В.

Секретарь семинара



с.н.с., к.х.н. Оськина И.А.

"УТВЕРЖДАЮ"

Ректор федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Новосибирский национальный
исследовательский государственный
университет»
(Новосибирский государственный
университет, НГУ).
д.ф.м.н., профессор Федорук М.П.
_____ 2016 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Диссертация «Исследование бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов» выполнена в лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций НИОХ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Пешков Роман Юрьевич **работал** в ФГБУН Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН в лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций в должности инженера и младшего научного сотрудника и **обучался** в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» на кафедре органической химии.

Тема диссертационной работы Пешкова Р.Ю. утверждена 07 июля 2014 г. на заседании Ученого Совета НГУ (протокол № 3 (268)).

В 2013 г. Пешков Р.Ю. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности «Химия».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории изучения нуклеофильных и ион-радикальных реакций НИОХ СО РАН, доцент кафедры органической химии ФЕН НГУ Пантелеева Елена Валерьевна.

По итогам обсуждения диссертационной работы принято следующее заключение:

Диссертационная работа Пешкова Р.Ю. посвящена изучению реакции бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов. Бисарильное кросс-сочетание является одной из лидирующих и активно развиваемых областей современной синтетической органической химии, что в 2010 г. было отмечено Нобелевской премией. Тем не менее, наиболее широко используемые методы кросс-сочетания обладают рядом недостатков, главными среди которых являются необходимость предварительной активации реагентов введением различных элементоорганических групп и применения дорогостоящих и часто синтетически труднодоступных каталитических систем на основе переходных металлов. В связи с этим поиск и разработка новых эффективных и экономичных методов кросс-сочетания является актуальной задачей органической химии.

Новизна и научная значимость работы

В результате проведённых соискателем исследований ранее открытая реакция цианарилрования бензонитрила и циандифенилов дианионом терефталонитрила была трансформирована в общий короткий экономичный подход к синтезу цианбисаренов. Была показана возможность вовлечения в данное превращение монозамещённых (Me-, MeO-, F-) бензонитрилов, некоторых ди- и трифторбензонитрилов, изомерных цианнафталинов и 9-цианантрацена. Продемонстрирована универсальность разрабатываемого подхода в отношении синтеза как дицианбисаренов, так и алкилцианбисаренов, которая обеспечивается изменением способа гашения реакционной смеси (окисление кислородом воздуха либо алкилирование). Подход позволяет одnoreакторно синтезировать ценные алкилцианбисарены, с целенаправленно варьируемым строением алифатической цепи и ароматического фрагмента. Предложенная ранее схема кросс-сочетания исследована с привлечением квантово-химических расчётов энергии и электронного строения основных анионных интермедиатов на примере реакций дианиона терефталонитрила с монофторбензонитрилами и получено соответствие расчетных характеристик экспериментальным. На основе бутилирования долгоживущего интермедиата авторекомбинации анион-радикала фталонитрила, приводящего к 4'-бутил-2,3'-дициандифенилу была показана перспективность разработки одnoreакторного подхода к синтезу 4'-алкил-2,3'-дициандифенилов, труднодоступных другими методами. Продемонстрирована возможность использования ω -функционализированных алкилбромидов (2-(2-бромэтил)-1,3-диоксан, 5-бромвалеронитрил, этил 6-бромгексаноат) при алкилировании дианиона терефталонитрила и анион-радикала бензонитрила с целью синтеза соответствующих 4-алкилбензонитрилов и алкилбензолов, содержащих в ω -положении алкильной цепи ацетальную, карбонитрильную и сложноэфирную группы. На

полных рядах моно-, ди- и трифторбензонитрилов в среде жидкого аммиака исследована зависимость направления нуклеофильной атаки цианметильного аниона от числа и расположения атомов фтора в субстрате, выявлена конкуренция присоединения аниона по цианогруппе (с образованием 3-амино-3-фенилакрилонитрилов) и замещения атомов фтора в кольце (с образованием цианметилбензонитрилов). Показано, что накопление атомов фтора в бензонитриле способствует ароматическому замещению. С высокими выходами получен большой ряд новых фторированных цианметилбензонитрилов, а также некоторые фторированные 3-амино-3-фенил-акрилонитрилы – потенциально ценные предшественники гетероциклических соединений. Соответствие региоселективности реакций цианметильного аниона и ориентации кросс-сочетания дианиона терефталонитрила с фторированными бензонитрилами указывает на возможность гетеролитического пути образования новой С–С связи при кросс-сочетании с участием этих субстратов. В дополнение к основному направлению исследования продемонстрирована перспективность использования щелочных солей цианметильного аниона в жидком аммиаке в качестве С-нуклеофила в реакции с 2-циано-4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксилем для получения (Z)-3-амино-3-(4,4,5,5-тетраметил-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-3-оксид-1-оксил-2-ил)акрилонитрила, потенциально ценного парамагнитного полидентатного лиганда.

Практическая значимость работы определяется созданием удобных однореакторных подходов, использующих восстановительную активацию доступных ароматических нитрилов для взаимодействия с неактивированными цианаренами и алкилирующими реагентами и позволяющих целенаправленно получать разнообразные дициан- и алкилцианбисарены дифенильного, фенилнафтильного и терфенильного рядов; эффективностью применения щелочных солей цианметильного аниона в жидком аммиаке для нуклеофильной модификации фторированных бензонитрилов с образованием соответствующих цианметилбензонитрилов и 3-амино-3-фенилакрилонитрилов, а также синтетической значимостью применения углерод-центрированных делокализованных анионов в жидком аммиаке для нуклеофильной модификации нитронилнитроксильных радикалов; потенциальной ценностью вновь синтезированных продуктов как предшественников новых материалов (в том числе парамагнитных) и биологически активных веществ.

Работа характеризуется высоким теоретическим и экспериментальным уровнем проведения исследований, квалифицированным применением необходимых физико-химических методов анализа синтезированных соединений. Достоверность результатов и обоснованность выводов не вызывают сомнений.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих публикациях:

1. Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Shchegoleva, L.N., Bagryanskaya, I.Y., Rybalova, T. V., Vasilieva, N. V., Shteingarts, V.D. Synthesis of 2-X-, 3-X-4,4'-Dicyanobiphenyls (X = CH₃, OCH₃, F) by Cross-Coupling of the Terephthalonitrile Dianion with Substituted Benzonitriles // *European J. Org. Chem.* – 2015 – V. 2015 – N. 20 – P. 4524–4531.

2. Tretyakov, E. V., Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Scrypnik, A.S., Stass, D. V., Romanenko, G. V., Ovcharenko, V.I. Addition of cyanomethyl anion to the cyano group of 2-cyano-4,4,5,5-tetramethyl-4,5-dihydro-1H-imidazol-3-oxide-1-oxyl, a nitronyl nitroxide // *Tetrahedron Lett.* – 2016 – V. 57 – N. 21 – P. 2327–2330.

3. Peshkov, R.Y., Panteleeva, E. V., Chunyan, W., Tretyakov, E. V., Shteingarts, V.D. One-pot synthesis of 4'-alkyl-4-cyanobiaryls on the basis of the terephthalonitrile dianion and neutral aromatic nitrile cross-coupling // *Beilstein J. Org. Chem.* – 2016 – V. 12 – P. 1577–1584.

4. Пешков Р.Ю., Ван Чуньянь, Пантелеева Е.В., Третьяков Е.В., Штейнгарц В.Д. Синтез 4-(ω -X-алкил)бензонитрилов (X = 1,3-диоксан-2-ил, CN, CO₂Et) взаимодействием дианиона терефталонитрила с ω -X-алкилбромидами в жидком аммиаке. // *Изв. АН Сер. хим.* – 2016 – в печати, Рег. № 4666.

Основные результаты диссертации доложены на отечественных и международных конференциях:

1. Пешков Р.Ю., Чжичао Ю., Пантелеева Е.В., Третьяков Е.В. Взаимодействие цианметильного аниона с моно-, ди- и трифторбензонитрилами в жидком аммиаке. Тезисы докладов кластера конференций «ОРГХИМ-2016», Репино, Россия, 27.06–1.07.2016. – С. 179.

2. R. Peshkov, E. Panteleeva, L. Shchegoleva, V. Shteingarts. Cross-coupling of Terephthalonitrile Dianion with Neutral Cyanoarenes: Mechanism and Synthetic Utilization. *Book of Abstracts of European Symposium on Organic Reactivity «ESOR–2015»*, 30.08–4.09.2015, Киль, Германия.

3. Р.Ю. Пешков, Ван Чуньянь, Е.В. Пантелеева, В.Д. Штейнгарц. Однореакторный синтез 4'-алкил-4-циандифенилов на основе кросс-сочетания дианиона терефталонитрила с нейтральными ароматическими нитрилами. Сборник тезисов молодежной школы-конференции «Актуальные проблемы органической химии», Россия, Шерегеш, 20–26.03.2015. – С. 71.

4. R.Yu. Peshkov, E.V. Panteleeva, V.D. Shteingarts. Cross-coupling of terephthalonitrile dianion and aromatic nitrile resulting in substituted dicyanobiaryls. *Book of Abstracts of international conference «Molecular Complexity in Modern Chemistry»*, Москва, 13–19.09.2014. – С. 237.

5. Р.Ю. Пешков, Е.В. Пантелеева, В.Д. Штейнгарц. Дианильное кросс-сочетание дианиона терефталонитрила с моно- и дифторбензонитрилами. Тезисы докладов третьей всероссийской научной конференции с международным участием «Успехи синтеза и комплексообразования». Москва, 21–25.04.2014. Ч. 1 – С. 257.

6. Е.В. Пантелеева, Т.А. Ваганова, Р.Ю. Пешков, П.А. Федюшин, В.Д. Штейнгарц. Долгоживущие анионные формы цианаренов в реакциях алкилирования и арилирования. Тезисы докладов кластера конференций «ОРГХИМ-2013», Репино, Россия, 17–21.06.2013. – С. 221.

7. Р.Ю. Пешков. Изучение взаимодействия дианиона терефталонитрила с дифторбензонитрилами, цианнафталинами и 9-цианантраценом. Материалы 51-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 12–18.04.2013. – С. 45.

8. Пешков Р.Ю. Дианион терефталонитрила – реагент *para*-цианфенилирования ароматических нитрилов. Материалы Международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2013» (электронный ресурс). Москва, 8–12.04.2013.

9. R.Yu. Peshkov, E.V. Panteleeva, V.D. Shteingarts. *para*-Cyanophenylation of aromatic nitriles by terephthalonitrile dianion. Book of Abstracts of X International Congress of Young Chemists «YoungChem 2012», Польша, Гданьск, 10–14.10.2012. – С. 47.

10. Р.Ю. Пешков. *para*-Цианфенилирование ароматических нитрилов дианионом терефталонитрила Материалы Всероссийской молодёжной научной конференции «Актуальные проблемы органической химии», Новосибирск, 9–14.07.2012. – С. 32.

11. Р.Ю. Пешков. *para*-Цианфенилирование замещённых бензонитрилов дианионом терефталонитрила. Материалы 50-й юбилейной международной научной студенческой конференции “Студент и научно-технический прогресс”, Новосибирск, 13–19.04.2012. – С. 59.

Во всех работах вклад, внесенный соискателем в выполнение химических экспериментов, обсуждение результатов и подготовку материала к публикации, является основным.

Во время выполнения работы Пешков Р.Ю. проявил себя как самостоятельный и квалифицированный исследователь. За время обучения в аспирантуре соискатель участвовал в конференциях российского и международного уровня. Во время обучения в аспирантуре соискатель занимался педагогической работой: руководил выполнением практикума по курсу “органическая химия” студентами 2-ого курса МедФ НГУ, проводил семинарские занятия, контрольные работы и участвовал в приеме экзаменов по курсу «органическая химия» у студентов 2-го курса ФЕН НГУ специальности «химия», а также у

студентов 1 курса ГГФ специальности «геология и геохимия нефти и газа».

Считая, что диссертационная работа Пешкова Романа Юрьевича «Исследование бисарильного кросс-сочетания с участием анионных восстановленных форм ароматических нитрилов» выполнена на актуальную тему, содержит большой объем новых результатов, обоснованные выводы, а также принимая во внимание научную зрелость Пешкова Р.Ю., решено рекомендовать выполненную им работу к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия.

Результаты работы рекомендуется использовать в научных исследованиях лабораторий НИОХ СО РАН и лабораторий других институтов, занимающихся изучением реакций кросс-сочетания, а также исследованием общетеоретической проблемы конкуренции гетеро- и гомолитических путей (S_N и ET) при образовании C–C связей с участием анион-радикалов, радикалов и нуклеофилов (ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского, МГУ им. Ломоносова, СПбГУ, ИОС УрО РАН, ИрИХ им. А.Е.Фаворского СО РАН).

Заключение принято на заседании кафедры органической химии НГУ.

Присутствовали на заседании 11 чел. Результаты голосования: "за" – 11 чел., "против" – 0 чел., "воздержалось" – 0 чел., протокол № 07-16 от 26 августа 2016 года.

Заведующий кафедрой органической химии

д.х.н., проф. Резников В. А.

Секретарь семинара

к.х.н. Халфина И.А.