

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# **ХИМИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник научных статей по материалам  
VI Всероссийской научно-практической  
конференции студентов и молодых ученых

Ростов-на-Дону, 21–22 мая 2021 года

Ростов-на-Дону – Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2021

УДК 542-043.86(063)  
ББК 24 я431  
Х46

Под редакцией д.х.н., профессора В. В. Лукова

Х46 Химия: достижения и перспективы: сборник научных статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых (Ростов-на-Дону, 21–22 мая 2021 г.) / под ред. В. В. Лукова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – 698 с.  
ISBN 978-5-9275-3812-6

Сборник содержит статьи по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия: достижения и перспективы» (г. Ростов-на-Дону, 21-22 мая 2021 г.) с участием научных сотрудников и преподавателей вузов России и ближнего зарубежья. В соответствии и с программой конференции сборник состоит из шести разделов: «Биоорганическая и медицинская химия», «Проблемы теоретической и экспериментальной химии», «Экологические проблемы и анализ реальных объектов», «Химия новых материалов», «Современные аспекты химического образования», «Достижения современной химии(для аспирантов и молодых ученых)». В каждом разделе представлены статьи участников конференции в алфавитном порядке.

Статьи опубликованы в авторской редакции.

УДК 542-043.86(063)  
ББК 24 я431

ISBN 978-5-9275-3812-6

© Южный федеральный университет, 2021

## **Организационный комитет конференции**

Луков В.В. - д.х.н., профессор кафедры физической и коллоидной химии им. В.А. Когана ЮФУ, г. Ростов-на-Дону - **председатель оргкомитета**

Левченков С.И. - к.х.н., зам. декана химического факультета ЮФУ по научной работе, г. Ростов-на-Дону – **заместитель председателя оргкомитета**

Антонов А.С. – к.х.н., старший научный сотрудник Института химии СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Апяри В.В. – д.х.н., старший научный сотрудник кафедры аналитической химии МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Вершинин В.И. – д.х.н., заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры аналитической химии ОмГУ им. Ф.М.Достоевского, г. Омск

Горбунова М.О., к.х.н., зав. кафедрой химии РостГМУ, председатель оргкомитета конференции в 2016-2020 гг, г. Ростов-на-Дону

Доценко В.В. – д.х.н., профессор кафедры органической химии и технологий КубГУ, г. Краснодар

Дябло О.В. – к.х.н., доцент кафедры органической химии химического факультета ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

Киселева Н.В. – к.х.н., доцент кафедры аналитической химии КубГУ, г. Краснодар

Клецкий М.Е. - к.х.н., доцент кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

Колоколов Ф.А. – к.х.н., декан факультета естественных наук РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва

Кучменко Т.А. – д.х.н., профессор РАН, зав. кафедрой физической и аналитической химии ВГУИТ, г. Воронеж

Починок Т.Б. - к.х.н., доцент кафедры аналитической химии КубГУ, г. Краснодар

Распопова Е.А. – к.х.н., декан химического факультета ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

Смирнова Н.В. – д.т.н., профессор технологического факультета Южно-Российского государственного политехнического университет им. М.И.

Платова, г. Новочеркасск

### **Ученые секретари оргкомитета:**

Баян Е.М. – к.т.н., доцент кафедры общей и неорганической химии ЮФУ, г.Ростов-на-Дону

Бородкин С.А. - к.х.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии им.В.А.Когана ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

### **Технические секретари оргкомитета:**

Новомлинский И.Н. – к.х.н., преподаватель химического факультета ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

Ткачева Ю.О. – ассистент химического факультета ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

## СОДЕРЖАНИЕ

### I. БИООРГАНИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

Аблялимова А.И., Попов Л.Д., Туполова Ю.П., Щербаков И.Н., Лидер Е.В, Лазаренко В.А., Четверикова В.А., Иванникова Е.В. Строение и биологическая активность комплексов Cu(II) на основе бис-гетарилгидразонов 2,6-диацетилпиридина.....	20
Асриян А.Г., Дзыбинский И.С., Якупов П.П. Модифицированный алкалоид барбариса.....	24
Булгаков Е.Ю., Попов Л.Д., Ткачёва Ю.О., Распопова Е.А., Морозов А.Н., Ширяева Я.С. Ферроценоилгидразон 2-ацетилбензимидазола и его комплексообразующие свойства в отношении переходных металлов.....	26
Ким В.Э., Баян Ю.А., Горбунова М.О., Щербакова Е.Ю. Использование энтеросорбентов для выведения алюминия из организма.....	29
Коломенская Е.Р., Муханова Е.А., Шукаев И.Л. Изучение адсорбции овальбумина на поверхности фосфатов стронция германия.....	32
Константиновский А. Я., Муханова Е. А. Исследование токсичности систем доставки лекарств на примере бобов маш.....	35
Максимова Ю.А. Оценка влияния фенозана калия и 3-(4-гидрокси-3,5-диметилбензилтио) пропионата калия на жизнеспособность клеток.....	38
Пушкарева П.В., Ханжина Е.Г. Компьютерное прогнозирование биологической активности $\epsilon$ -капролактама и олигомеров на его основе.....	41
Сатаева А.Р., Колесникова И.С., Серегина Т.С., Филимонова Е.А., Ивановская Е.В., Лусс А.Л., Дятлов В.А. Синтез двухслойных нанокорпускулярных носителей на основе этил-2-цианакрилата.....	45
Учаев Д.А., Ероян П.С., Загребаев А.Д. Идентификация и изучение биологических характеристик веществ, входящих в самшит колхидский.....	49
Филимонова Е.А., Серегина Т.С., Ивановская Е.В., Мендруль В.В., Лусс А.Л., Межуев Я.О., Дятлов В.А. Строение звеньев карбоксиметилцеллюлозы по данным 2D ЯМР спектроскопии.....	51
Чехова А.С., Муханова Е.А., Лупейко Т.Г. Анализ качества набухаемости гидрогеля с купровитом.....	55
Шатов А.Ю., Шестакова Т.Е. Сравнительная оценка некоторых показателей углеводного обмена, цинка и железа в эякуляте мужчин с жалобами на бесплодие.....	57



Шпингис Д.В., Тимченко Г.В., Горбунова М.О. Цыганкова Е.П. Подбор концентрации ФГА (фитогемагглютинин) для оптимальных условий роста кариотипа крови..... 60

## II. ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ХИМИИ

Агеева В.А., Белан В.В., Шубина Е.Н., Жукова И.Ю. Сравнительный анализ химического и электрохимического вариантов превращений спиртов в нитрилы..... 63

Балацкая О.Р., Чесноков В.В. Каталитическое алкенилирование производных 1-фенилпиразола в водной фазе..... 66

Бурова Е.Р., Иванченко И.И., Лукова Г.В., Милов А.А. Моделирование структуры клиновидных металлоценов дикарборанилов 4 группы..... 69

Гиголаева Д.Б., Чигорина Т.М. Синтез производных *para*-фенилен-бис-декагидроакридиндиона-1,8 с алифатическими диаминами..... 71

Гузь Д.Д., Доценко В.В. Синтез новых гетероциклических продуктов на основе хлоркислоты..... 75

Даниленко В.Р., Дябло О.В., Пожарский А.Ф. Подходы к синтезу 8-гидрокси-4,5-бис(диметиламино)хинолина..... 77

Дахно П.Г., Доценко В.В., Левченко А.Г. Окисление арилметилениоацетамидов красной кровяной солью..... 80

Зантман А.А., Буланов А.О. Новые производные спиропирана ряда 3,3-диметил-7-гидрокси-8-формил-[2H-1-бензопиран-2,1-[2]-оксаиндана]..... 82

Иванченко И.И., Бурова Е.Р., Лукова Г.В., Милов А.А. Энантиомеры клиновидных металлоценов дикарборанилов 4 группы..... 83

Клиновский А.А., Приходько К.А. Синтез пиридазино[4,5-*b*]индолов на основе 2-метил-3-ацилиндолов..... 85

Корзиенко Н.И., Ильина Т.А., Костылева Е.И. Переработка смесей полимеров методом пиролиза..... 88

Кузнецова П.Д., Муханова Е.А. Расчёт энергии дефектов в кальций-замещённом германате лантана со структурой апатита..... 90

Левченко А.Г., Дахно П.Г., Доценко В.В. Реакция оксиметилирования 2-цианоацетамидов..... 93

Лысенко Е.А., Вялых Ю.В. Тиопирано [4,3-*b*]индол-3(5H)-тионы: синтез и реакции алкилирования..... 94

Маханёва Г.С., Сараева Т.А., Дяченко В.Д. Взаимодействие бромидов N-(2,4,5-триметилбензоилметил)изохинолина с пропаргилбромидом..... 97

Медведева Е.С., Борк А.Р., Опарина А.Э. Оптимизация водного синтеза сульфоиодида сурьмы с использованием ультразвука.....	99
Новиков Ю.В., Вязенова И.А. Использование отходов производства сложных удобрений для получения нитрата калия.....	103
Нузбаев К.П., Ченцова Е.В. Влияние содержания ионов кобальта на физико-химические свойства сульфатных растворов осаждения сплавов цинка и никеля.....	107
Овчаренко С.Р., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Поиск перспективных коагулянтов для синтеза эмульсионных каучуков.....	110
Павлюк Т.С., Брыкова А.А., Близнюк Е.А., Дяченко И.В. Конкурирующее бензилирование замещенного пирано[2,3- <i>d</i> ]пиримидина.....	114
Папковская Е.Д., Власенко М.П. Синтез и строение несимметричных диамидов 1,8-бис(диметиламино)нафталина.....	117
Радченко А.П., Ткачёва Ю.О., Распопова Е.А., Ширяева Я.С., Левченков С.И. Синтез, физико-химическое исследование и комплексообразующая способность ферроценоилгидразонов замещенных производных салицилового альдегида.....	120
Ростенко А.В., Метелица И.А., Горбунова М.О. Фотохромные свойства 2Н-хроменов с π-донорными заместителями В 2Н-пирановом кольце.....	123
Рудь Д.В., Степачёва А.А. Получение биодизеля второго поколения путем сверхкритического деоксигенирования жирных кислот.....	127
Светличная А.С., Светличная А.И., Бережная А.Г. Новые ингибиторы кислотного травления низкоуглеродистой стали.....	129
Семенова А.М., Дроздова Д.И., Степачёва А.А. Влияние сверхкритического растворителя на крекинг антрацена.....	133
Семяченко А.И., Санникова Н.Ю. , Суханов П.Т. Влияние структуры синтетических красителей на эффективность их извлечения из водных сред.....	135
Симанова А.Ю., Степачёва А.А. Гидрирование лауриновой кислоты до лаурилового спирта.....	138
Скорик Е.А., Алексеева В.П., Тихий А.А. Растворимость некоторых производных карбо[с]аннелированного пиридина в диметилформамиде.....	139
Стародуб А.Н., Новикова С.Н., Рассохина Л.Ю., Новиков А.Н., Рахманова П.А., Василев В.А. Объемные свойства трехкомпонентных растворов электролитов в N-метилпирролидоне.....	142
Тимохина В.В., Никулина А.В. Ферментативный гидролиз липидов творожной массы при 23±2°С.....	146

Токмакова К.В., Буланов А.О. Новые производные изониазида на основе спиропиранов ряда 3,3-диметил-7-гидрокси-8-формил-[2Н-1-бензопиран-2,1-[2]-оксаиндана].....	148
Федоренко А.А., Упирова В.С., Фомина Е.К., Гринюк Е.В., Сальникова И.А. Дозиметр на основе хитозана для определения высоких доз электронного излучения.....	150
Чистякова Н.С., Ларина М.В. Оценка воздействия условий эксплуатации на свойства поверхности катализатора синтеза углеводов.....	153
Шкерина К.Н., Никошвили Л.Ж. Влияние природы заместителя на реакцию способность арилбромидов в процессе Pd-катализируемого кросс-сочетания Сузуки.....	157
Якубенко К.В., Гавриленко А.В., Степачёва А.А. Влияние сверхкритического растворителя на каталитическую конверсию дибензотиофена.....	160
Якупов П.П., Загребяев А.Д., Демин К.А. Применение реакции диазосочетания как новый метод функционализации берберины с целью получения новых биологически активных молекул.....	162

### **III. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Абрамян М.К., Филипов Д.Ю., Кучменко Т.А. Изучение качественного и количественного состава петрушки в процессе сушки для контроля качества продукции.....	164
Аркадьева А.В., Никулина А.В. Применение метода изопиестирования для оценки гидрофильности подсластителей.....	168
Арутюнян Ж.В., Червонная Т.А., Мусорина Т.Н. Хроматографическое определение ПАУ в водах с использованием трехкомпонентной экстракционной системы.....	170
Баян Ю.А., Тупогуз А.В., Горбунова М.О., Никанорова И.Е. Изучение миграции алюминия из посуды в пищевые продукты.....	173
Беленкова М.И., Викулова М.А., Третьяченко Е.В. Удаление ионов хрома (III) из раствора с использованием полититаната калия при различных значениях рН и фотокаталитическая активность образующихся хромсодержащих продуктов.....	176
Брянцева Ю.Д., Уфлянд И.Е. Изучение способности комплекса терефталата кобальта с 1,10-фенантролином к твердофазной экстракции техногенных поллютантов.....	180
Воронина Ю.А. Очистка природных вод бассейна реки белой электрокоагуляционным методом в присутствии полиоксихлорида алюминия.....	184

Гавриленко О.О., Нестерова О.Ю., Романова Я.А., Черепанов И.С. Разработка оптимальных условий индукции альдегидных групп в составе совиала – сополимера винилпирролидона с диацеталем акролеина.....	188
Губаева И.Ш., Ростопша В.А., Уфлянд И.Е. Синтез и характеристика композита на основе тримезината меди и продуктов термического разложения отходов использования кофе и чая.....	191
Гущина М.Э., Фоминых Е.Г. Исследование поверхностного натяжения водных растворов добавок–прилипателей (ПАВ).....	195
Давыдов Д.В., Мельников С.С., Ачох А.Р., Коржов А.Н., Лоза С.А. Исследование концентрационной зависимости электропроводности и диффузионной проницаемости гетерогенных ионообменных мембран для обратного электродиализа.....	199
Доброштан А.В., Костина А.С., Киселева Н.В. Изучение каталитической активности силикагелей в зависимости от характеристик адсорбента.....	203
Добычина В.С., Сенчищева Д.С., Величко Е.И., Молоканова Л.В. Применение отработанного при фильтрации пива кизельгура, на загрязненных свинцом почвах.....	205
Довгая П.А, Семенова А.С., Червонная Т.А., Мусорина Т.Н. Разработка экспресной методики хроматомасс-спектрометрического определения ПАУ в почвах.....	209
Доровская Е.С., Мураховский И.А., Менжулина Д.А., Кучменко Т.А. Может ли односенсорный биосканер заменить массив сенсоров «электронного носа-диагноста»?.....	212
Драникова А.Ю., Викрищук Н.И., Ткачев В.В., Попов Л.Д., Шилов Г.В. Реакции 2-хлориндол-3-карбальдегидов с 6-аминоурацилом.....	216
Игнатьева И.О., Гаршина М.С., Кулягинова М.С., Горбунова М.О., Омельченко Г.В. Определение галогенид-ионов в морских водах с использованием индикаторных бумаг, модифицированных нанопластинками серебра.....	219
Кравцов Д.В., Ганеев А.А., Губаль А.Р., Чучина В.А. Исследование процессов ионизации летучих органических соединений в импульсном тлеющем разряде с времяпролетным детектированием ионов.....	223
Крысанова В.А., Флик Е.А. Проблемы кислых гудронов.....	227
Лебединцева Е.А., Уфлянд И.Е. Изучение свойств композиционного материала на основе медьсодержащего координационного полимера и оксида графена.....	231
Липатникова Л.А., Ярмоленко А.С. Влияние условий хранения ягод брусники обыкновенной на содержание аскорбиновой кислоты.....	235

Лямина В.М., Уфлянд И.Е. Синтез и изучение свойств координационного полимера на основе тримезината кобальта.....	237
Махоткина Д.А., Иванова Ю.А., Киселева Н.В. Сорбционные характеристики сорбентов для твердофазной экстракции вязкостных присадок на основе полиалкилметакрилата из смазочных материалов.	241
Мякина М.С., Уфлянд И.Е. Синтез и изучение свойств терефталата кобальта.....	244
Наумкина В. Н, Уфлянд И.Е. Синтез композитного материала на основе металлоорганической каркасной структуры, содержащей медь, и оксида графена.....	248
Нечаева А.С., Соловьёва Е.С. Количественное определение $\beta$ -каротина в сладком перце.....	252
Николаевская В.О., Уфлянд И.Е. Синтез комплекса терефталата циркония с 1,10-фенантролином и изучение его свойств.....	254
Садовская Е.А., Кулягинова М.С., Горбунова М.О., Распопова Е.А. Выбор способа изготовления реактивной индикаторной бумаги для определения ртути(II) в виде $Cu_2HgI_4$ .....	257
Сараева Д.М., Адамович Т.А. Определение содержания полифенольных соединений спектрофотометрическим методом в бобах маша.....	260
Скрышник М.Ю., Баян Е.М. Очистка сточных вод фотокаталитическим методом с использованием $Ag-TiO_2$ , полученного методом соосаждения.....	263
Слепова К.В., Уфлянд И.Е. Синтез и изучение свойств комплекса тримезинат никеля-фенантролин.....	265
Хамайдула А.Д., Луговой Ю.В., Чалов К.В., Молчанов В.П., Косивцов Ю.Ю., Сульман М.Г. Применение комплексного подхода при создании технологии переработки отходов льняного производства.....	269
Храброва Н.С., Уфлянд И.Е. Синтез и изучение свойств терефталата меди.....	271
Черная Н.В., Ишихов Ю.А., Горбунова М.О., Метелица И.А. Оценка возможности использования УФ-облучения в пробоподготовке для определения алюминия в природных водах.....	275
Черноморова М.А., Уфлянд И.Е. «Зеленый» синтез и изучение свойств комплекса терефталат никеля – 2,2'-дипиридил.....	278
Чубукина Т.К., Виницкая Е.А., Милевская В.В. Изучение некоторых способов экстракции основных изофлавоноидов соцветий клевера лугового ( <i>Trifolium pratense</i> L.).....	282
Чуракова А. С., Черанева В. И. Контроль качества эфирного масла эвкалипта физико-химическими методами анализа.....	286

#### IV. ХИМИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Агеева В.А., Шубина Е.Н., Жукова И.Ю. Химическое превращение спиртов в нитрилы с применением различных каталитических систем	289
Айрбабамянц Ю.А., Михайловская З.А. Синтез и изучение характеристик германий- и висмутзамещенных молибдатов кальция..	293
Антонов Е.В., Манаенков О.В., Кислица О.В. Новый тип Pt-содержащего катализатора для гидролитического окисления целлобиозы.....	297
Ахметшин Р.И., Щербаков И.Н., Туполова Ю.П., Попов Л.Д., Лебедев В.Е., Дмитриев Д.О., Четверикова В.А. Влияние природы ацидолиганда на строение и магнитные свойства комплексов Со(II) на основе бис-гетарилгидразона 2,6-диацетилпиридина.....	301
Барабанов Н. М., Брюхов Р. Р. Синтез никелевых интерметаллидов Ni <sub>3</sub> Fe и сплавов на их основе методом нитратного горения.....	305
Бережная Т.С., Чебышев К.А., Пасечник Л.В., Селикова Н.И. Уточнение кристаллической структуры флюоритоподобных молибдатов лантана-самария.....	308
Брюхов Р. Р., Барабанов Н. М. Технология синтеза ферритов методом нитратного горения.....	311
Булатов Е.В., Пугачев А.Д., Козленко А.С., Ткачев В.В., Алдошин С.М., Макарова Н.И., Ожогин И.В., Лукьянов Б.С. Новый солевой спиропиран индолинового ряда, проявляющий негативный фотохромизм.....	315
Ван Е.Ю., Коршунов А.Д., Лятун И.И., Медведская П.Н. Электрохимическое Sn-Ni композиционное покрытие в присутствии наночастиц диоксида титана.....	319
Ветохин В.Г., Муханова Е.А., Солдатов А.В. Сравнение устойчивости структур германофосфатов кальция при использовании твердофазного синтеза и метода сжигания.....	323
Воронкова В.К., Буков Н.Н., Иващенко Л.И. Исследование комплексных соединений оксиэтилидендифосфоновой кислоты с ионами тербия(III), европия(III) и гадолиния(III).....	327
Галушка С. С., Бескопыльный Е. Р., Беленов С. В. Синтез платиносодержащих катализаторов со структурой «оболочка-ядро»...	331
Глухарев А.С., Ачох А.Р. Исследование транспортных характеристик гомогенных мембран, модифицированных сверхразветвленным фосфориллированным дендримером на основе полимера BOLTORN H20.....	334
Горшков Н.В., Задощенко Е.Г. Исследование трибологических свойств пластичной смазки Литол-24 в присутствии модифицированного феррита железа.....	337

Дадян А.Р., Мьякинченко Л.П., Демин К.А. Нанозолото: получение и биологическая активность.....	341
Дианов Н.П., Алексеева А.Ю. Производные цианостильбазола, обладающие АІЕ-эффектом.....	344
Дмитриев В.С., Иевлев М.Ю., Ершова А.И. Направленный синтез 6-(4-(дифениламино)стирил)-2-тиоксо-4-(трифторметил)-1,2-дигидропиридин-3-карбонитрила.....	348
Дышловая Я.А., Чернявина В.В., Бережная А.Г. Композиты С/КСоНСF, С/ KNiНСF, как материалы электродов в натрий-ионных батареях.....	351
Егоров П.А., Максимова Ю.Р., Ямбаршева Л.В., Сазанова А.А., Насакин О.Е. Синтез и изучение диэлектрических свойств фурано-эпоксидных композитов.....	355
Заболотный А.А., Чебышев К.А., Пасечник Л.В., Селикова Н.И. Синтез и изучение твердых растворов на основе молибдата празеодима $Pr_5Mo_3O_{16+\delta}$ .....	357
Заворухина А.И., Колесникова Е.А. Исследование возможности экстракционного разделения самария и неодима с применением ТБФ.	360
Иващенко Л.И., Буков Н.Н. Строение меконата меди(II) в твёрдом состоянии по данным ИК- и ЭПР-спектроскопии.....	362
Иващенко Л.И., Буков Н.Н., Панюшкин В.Т. Состав и особенности строения полимерных хелатов лантаноидов(III) с меконовой кислотой.....	366
Казакова А.В., Толстунов М.И., Нестеров А.А. Керамические материалы на основе фаз системы $BiFeO_3-PbTiO_3-BaTiO_3$ , изготовленные в рамках разных вариантов высокотемпературных технологий.....	369
Карлов П.А., Кучменко Т.А. Оценка эффективности применения различных модификаций МУНТ в качестве селективных покрытий газовых сенсоров.....	372
Катария Я.В., Константинов М.С., Сидаш Е., Клушин В.А. Огнестойкие полимеры на основе 5-гидроксиметилфурфуола.....	376
Кожокаръ Е.Л., Алексеенко А.А. Применение потенциометрического метода определения Cu(II) с ион-селективным электродом в процессе кислотной обработки Cu@Pt/C катализаторов.	379
Коломенская Е.Р., Терехин А.И. Изучение влияния различных порообразователей на пористость и морфологию скаффолдов.....	381
Корниенко Г.В., Левашов А.С. Улучшение механических свойств покрытий на основе эпоксидной смолы KER-828 за счет модификации с использованием кремнийорганического реагента.....	383

Краснякова И.О., Рудский Д.И., Рудская А.Г., Глазунова Е.В., Вербенко И.А., Хасбулатов С.В., Бычкова А.А., Митченко С.А. Исследование поверхности механоактивированного феррита висмута методом сканирующей электронной микроскопии.....	386
Кузьмина Р.И., Заикин М.А., Давыдов В.О. Селективное превращение н-гексана на модифицированном цеолитном катализаторе.....	388
Майоров Н.С., Иевлев М.Ю., Шишликова М.А. Цианосодержащие производные 2,2'-бипиридина в качестве новых флуоресцентных хемосенсоров.....	392
Матыченко С.А., Ивакина К.О., Новомлинский И.Н. Изучение влияния условий электролиза солей олова в углеродной суспензии на выход по току.....	396
Новикова С.И., Туполова Ю.П., Щербаков И.Н., Попов Л.Д., Лебедев В.Е., Дмитриев Д.О., Четверикова В.А. Физико-химическое и теоретическое исследование строения и свойств комплексов Со(II), Fe(II) и Ni(II) основе бис(2-хинолилгидразона) диацетилпиридина.....	399
Оськина К. А., Баян Е. М. Фотокаталитические свойства наноматериалов на основе оксида титана(IV), модифицированного Nd <sup>3+</sup> .....	403
Пальчиков А.С., Могучих Е.А., Алексеенко А.А. Влияние азота в микроструктуре носителя на стабильность платиновых электрокатализаторов.....	405
Родина А.А., Япрынцева А.Д. Тройные слоистые гидроксиды РЗЭ состава (Ln <sub>1-x-y</sub> Er <sub>x</sub> Yb <sub>y</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> Cl: области существования и инкапсуляция лекарств.....	407
Рудь П.А., Решетникова Е.А. Изучение процессов фазообразования в системах (1-x)[Ba <sub>0.7</sub> Ca <sub>0.3</sub> ]TiO <sub>3</sub> -xBi[Zn <sub>0.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> ]O <sub>3</sub> и (1- x)Ba[Zr <sub>0.2</sub> Ti <sub>0.8</sub> ]O <sub>3</sub> -xBi[Zn <sub>0.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> ]O <sub>3</sub> .....	410
Савченко Х.В., Ченцова Е.В. Защитная способность гальванических цинковых покрытий, легированных никелем и кобальтом.....	414
Харланова А.Г., Майка А.Н., Кучменко Т.А. Бумажный сенсор аммиака.....	418
Хронюк О.Е., Толстунов М.И. Диэлектрические свойства материала МП-100 в узком диапазоне температур.....	420
Чабашвили Л.Г., Щербаков И.Н., Попов Л.Д., Туполова Ю.П., Лебедев В.Е., Дмитриев Д.О., Четверикова В.А. Строение и магнитные свойства комплексов Со(II) на основе бис- хинолилгидразона диацетила.....	423



Чернявская Е.А., Варзиева Е.А., Левашов А.С., Дробот Т.Б., Буков Н.Н. Изучение взаимодействия микрослюды, модифицированной 3-аминопропилтриметоксисиланом, с эпоксидной смолой.....	427
Щербаков Л.Д., Шпанько С. П. Сидоренко Е.Н., Шлома А.В. Электропроводность антикоррозионных органических пленок.....	429

## **V. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Алексеева В.Е., Дементьева А.Д., Стрюкова А.С., Медведева Е.С. Вариативный подход в экологическом образовании.....	433
Алексеева В.Е., Дементьева А.Д., Стрюкова А.С., Медведева Е.С. Химия и экология для студентов нехимических специальностей.....	436
Баранникова А.С., Лукьянова А.А., Медведева Е.С. Реализация учебно-познавательного мероприятия для обучающихся разных возрастных групп.....	439
Богданенко А.С., Филь А.В., Медведева Е.С. Профориентационное мероприятие для младшего школьного возраста «Цветик-семицветик».....	443
Болдырева Е.А., Климова А.П., Медведева Е.С. Особенности восприятия окружающего мира школьниками.....	445
Буданов М.Я., Баранов М.М., Медведева Е.С. Средства наглядности как источник формирования научного интереса у школьников.....	449
Галкина В.Е., Белякова Е.И. Роль проектной технологии в обучении школьному курсу химии.....	453
Егиазарян А. А., Лукьянова А.А., Медведева Е.С. Социологический опрос родителей о практикуме «Химия в аптечке».....	457
Иванченко В.Д. Развитие творческого мышления при обучении химии с применением ТРИЗ-технологии.....	461
Лукьянова А.А., Медведева Е.С., Баранникова А.С., Егиазарян А.А. Практическое занятие «Химия в аптечке!».....	463
Марченко С.С., Бондаренко А.И., Баян Е.М. Химический эксперимент как эффективное средство обучения химии.....	467
Сосновских А.И., Баян Ю.А., Лузянинов А.А. Опыт внедрения исследовательских проектов в экологическое образование школьников.....	470
Толстяк Г.В., Рыбальченко И.В. Учебно-исследовательские проекты как средство повышения мотивации студентов к изучению химии.....	472
Хертек Ч.А., Ворожцов Е.П. Разработка настольной обучающей игры по химии.....	474

## VI. ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ (ДЛЯ АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ)

Астафуров М.О., Комарова М.Ю., Тагирова М.А., Клячко Н.Л., Григорьева А.В. Изучение ГКР-спектров Cu, Zn-супероксиддисмутазы при варьировании рН.....	476
Аунг Ко Зо., Яровая О.В., Донина М.В., Ньян Линн Наинг. Синтез и некоторые коллоидно-химические свойства гидрозолей диоксида марганца с использованием пероксида водорода.....	478
Ахмадиев Н.С., Хайруллина В.Р., Шарафутдинова Р.Р., Ибрагимов А.Г. Синтез и виртуальный скрининг новых сульфанилпроизводных антипирина в качестве потенциальных противовоспалительных агентов.....	481
Беликов М.Ю., Иевлев М.Ю., Федосеев С.В. Сравнение фотохромных свойств производных гидрокситрицианопиррола в этаноле и этиленгликоле.....	484
Бибик Е.Ю., Самокиш А.А., Венидиктова Ю.С., Кривоколыско Д.С., Панков А.А., Фролов К.А., Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Поиск перспективных анальгетиков среди новых серосодержащих производных ди- и тетрагидропиридинов.....	487
Бровко Р.В., Григорьев М.Е., Манаенков О.В. Каталитическое гидрирование D-ксилозы на катализаторе Ru/СПС MN 100.....	491
Василихина К.М., Галкина М.С., Соловьева Е.В., Колодина А.А., Волошин Н.А., Метелица А.В. Получение новых азометиновых производных аминамеркаптоазолов на дикарбонильной основе в качестве лигандов для сборки новых биядерных металлокомплексов..	493
Волкова М.В. Оптимизация метода HPLC-ESI-MS/MS для определения 5-аминосалициловой кислоты.....	495
Волкова М.Г., Баян Е.М., Петров В.В. Синтез и исследование тонких пленок ZnO-TiO <sub>2</sub> .....	500
Волкова М.Г., Баян Е.М., Петров В.В. Получение наностержней Sn-ZnO гидротермальным методом.....	502
Гаджиева В.А., Мирошниченко Ю.С., Мясоедова Т.Н. Разработка метода контроля остаточной концентрации гуминовых веществ при очистке загрязнённых вод.....	504
Галицкая О.А. Особенности выбора изотопа при анализе частиц диоксида титана методом ИСП-МС в режиме детектирования одиночных частиц.....	506
Галкина М.С., Ходыкина Е.С., Коршунова Е.В., Колодина А.А., Метелица А.В. Цинковые комплексы на основе азометиновых производных аминамеркаптоазолов (триазолов-1,2,4, имидазолов, бензимидазолов).....	511

Герасимова И.А., Гутерман В.Е., Беленов С.В. Исследование функциональных характеристик Pt/C катализаторов в фосфорнокислотных электролитах.....	512
Гишко К.Б., Луков В.В., Туполова Ю.П., Щербаков И.Н., Попов Л.Д. Кристаллическая структура и магнитные свойства комплексов Co(II), Ni(II) и Mn(II) на основе бис-4,6-диметилпиримидилгидразона 2,6-диформил-4-метилфенола.....	514
Гребенникова О.В. Биокатализаторы природного происхождения в синтезе витамина Е.....	517
Григорьев А.А. Исследование реакции внутримолекулярной гетероциклизации производных 4-ацилпиридин-3,5-дикарбонитрила под действием воды.....	521
Гришин И.С., Смирнов Н.Н. Изучение влияния термической обработки на структуру кремнийоксиуглеродных композитов.....	524
Демёхин О.Д., Курбатов С.В. Этоксиметиленовые производные в химии берберина.....	527
Дьяконов В.А., Ишбулатов И.В., Макарова Э.Х., Джемилева Л.У., Макаров А.А., Джемилев У.М. Новые синтетические аналоги ацетогенинов – перспективные противоопухолевые препараты.....	528
Дьяконов В.А., Макарова Э.Х., Джемилева Л.У., Макаров А.А., Ишбулатов И.В., Джемилев У.М. Реакция Джемилева в синтезе важнейшего предшественника природного ацетогенина – <i>cis</i> -Solamin.	530
Ерошенко Д.В., Переславцева А.В., Рыбалкина Е.Ю., Моисеева Н.И., Карамышева А.Ф., Гишко В.В. С3 алкилированные А-секотритерпеноиды как перспективные ингибиторы Р-гликопротеина	532
Ершова А.И. Синтез и оптические свойства производных 2-амино-6-хлорпиридина.....	535
Ершова С.А., Чикава А.Р., Бурый Д.С., Левашов А.С. Влияние УФ-излучения на свойства пленок оксида олова.....	538
Ершова С.А., Чикава А.Р., Бурый Д.С., Левашов А.С. Влияние добавки хлорида олова(II) на свойства пленок оксида олова.....	541
Зарубина А.О. Исследование антиоксидантной активности тиоамидов.....	543
Зубков И.Н., Савостьянов А.П., Соромотин В.Н. Яковенко Р.Е. Получение высших спиртов из CO и H <sub>2</sub> на Co-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> катализаторе при повышенном давлении.....	545
Игнатьева И.О., Старникова А.П., Гуляева И.А., Баян Е.М., Петров В.В. Электрофизические свойства тонких пленок на основе оксида цинка.....	549
Исаева Е.А. Фотолиз тиосульфат-ионов в водных растворах, содержащих перренат натрия.....	551

Исламов И.И., Ишбулатов И.В., Ишмухаметова С.Р., Дьяконов В.А., Джемилев У.М. Направленный синтез новых молекул на основе C5-куркуминоидов И (5Z,9Z)-5,9-икозадиенкарбоновой кислоты.....	554
Киндоп В.К., Беспалов А.В., Доценко В.В. Синтез и свойства полигетероциклических гибридных молекул, полученных из $\alpha$ -роданоацетофенона.....	555
Климова А.В., Михайловская З.А., Буянова Е.С. Области существования и оптические свойства сложных оксидов с системах (Ca/Sr)MoO <sub>4</sub> – Vi <sub>2</sub> Mo <sub>3</sub> O <sub>12</sub> – ViVO <sub>4</sub> .....	557
Колесникова Т.С., Горбунова М.О. Анализ реальных объектов как средство формирования профессиональных компетенций выпускников химического факультета.....	561
Колесникова Т.С., Черновьянц М.С. Электрофоретический метод определения пирролидин-2-тиона.....	563
Костина А.С., Доброштан А.В., Киселева Н.В. Конверсия метанола в диметилвый эфир на модифицированных силикагелевых адсорбентах.....	566
Кривоколыско Д.С., Бирик Е.Ю., Самокиш А.А., Вендиктова Ю.С., Панков А.А., Фролов К.А., Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Исследование обезболивающей активности новых производных 1,4-дигидропиридинов в тесте уксуснокислых корчей.....	569
Кроткий И.И., Любченко С.Н., Щербакова Е.Ю., Щербаков И.Н. Моно- и гетеро-ядерные комплексы переходных металлов типа [ML <sub>3</sub> ] <sup>-</sup> (M = Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> ) На основе 4,6-ди-трет-бутил-2-нитрозофенола. синтез, изучение магнитных свойств и квантово-химическое моделирование.....	573
Кулыгин В.А., Рыбина И.Н., Попов Ю.В. Контроль процесса легирования индием(III) сульфида йодида сурьмы(III) в процессе водного синтеза.....	577
Курскова А.О.; Фролов К.А.; Кривоколыско С.Г.; Доценко В.В. Синтез 6-амино-2-(дицианометил)-4-фенил-1,2-дигидропиридин-3,5- дикарбонитрила и его аминометилирование.....	581
Лакина Н.В., Сивенок А.М., Туманов Г.А., Сальникова К.Е. Исследование эффективности ферментполимерных композиций в электрохимических процессах получения энергии.....	583
Лактионов М.Ю., Борисов О.В. Свободная энергия погружения пробной частицы в незаряженную плоскую полимерную щётку.....	585
Лебедев В.Е., Туполова Ю.П., Попов Л.Д., Щербаков И.Н. Комплексы гексакоординированного кобальта(II), проявляющие свойства SIM.....	587
Лиманцева Р.М., Савченко Р.Г., Одинокоев В.Н. Синтез новых полизамещенных тетрагидрохинолинов с хромановым фрагментом...	590

Литвинова А.Ю., Уфлянд И.Е. Синтез и изучение сорбционных свойств тримезината никеля.....	593
Лунева О.В., Фатеев А.Д., Кудрявцева Т.С., Кашурин А.И., Успенская М.В. Сорбционные характеристики гидрогелей на основе акрилатов и коллагена.....	597
Малай В.И., Ивахненко Е.П. Новые продукты присоединения аминов по Михаэлю к стерически затрудненному орто-бензохинону..	601
Меркулов О.В., Марков А.А., Леонидов И.А., Патракеев М.В. Получение водорода и синтез-газа в мембранном реакторе.....	604
Мирошниченко Ю.С., Гаджиева В.А., Мясоедова Т.Н. Регенерация отработанных сорбентов на основе бурого угля и их повторное применение.....	608
Михайлова Т.С., Мясоедова Т.Н. Исследование легированных марганцем кремний-углеродных пленок.....	611
Могучих Е.А., Пальчиков А.С., Алексеенко А.А. Исследование стабильности платиносодержащих электрокатализаторов.....	615
Назаров М.А., Толмачева И.А., Гришко В.В. Синтез лупановых производных 1,2-азолов на основе бетулина.....	617
Невельская А.К., Беленов С.В. Влияние термообработки на функциональные характеристики PtCu/C электрокатализаторов.....	620
Некраса И.А., Авдеева Н.В., Кривоколыско С.Г. Предикторный анализ <i>in silico</i> и оценка токсических эффектов производных тетрагидропиридо[2,1- <i>b</i> ][1,3,5]тиадиазина с антидепрессантной и адаптогенной активностью.....	622
Новичихина Н. П., Пантыкина Д. А., Леденева И. В., Шихалиев Х.С. Региоселективное бромирование R-4,4,6-триметил-4 <i>H</i> -пирроло[3,2,1- <i>ij</i> ]хинолин-1,2-дионов.....	626
Ньян Хтет Лин., Яровая О.В. Стабилизация и получение каталитически нанесенных слоев MnO <sub>2</sub> на поверхности керамических трубчатых мембран с подслоем из Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	628
Ожогин И.В., Пугачев А.Д., Козленко А.С., Макарова Н.И., Лукьянова М.Б., Быкусов В.В., Ростовцева И.А., Лукьянов Б.С. Новые спиропираны индолинового ряда, содержащие конденсированный фрагмент β-эстрадиола.....	632
Павлец А.С., Алексеенко А.А. Влияние электрохимической активации на характеристики PtCu/C электрокатализаторов.....	635
Папета О.П., Зубков И.Н., Денисов О.Д., Лавренов С.А., Шилов М.А., Яковенко Р.Е. Влияние щелочной обработки цеолитов на совмещенный синтез и гидропреобразование углеводородов из СО и Н <sub>2</sub> .....	638

Пахолка Н.А., Абраменко В.Л., Доценко В.В., Аксенов Н.А., Аксенова И.В., Кривоколыско С.Г. Синтез и строение (2 <i>E</i> )-3-арил(гетарил)-2-[5-бром-4-арил(гетарил)-1,3-тиазол-2-ил]-акрилонитрилов.....	640
Перепечай А.А., Дяченко В.Д. Синтез биологически активных полифункциональ-ных гетероциклов, содержащих 1,6-нафтиридиновый фрагмент (обзор).....	643
Петухов Д.В., Пестова С.В., Измestьев Е.С. Аминокислоты в синтезе сульфонамидов дегидроабитанового ряда.....	647
Романюк Н.А., Лоза С.А., Заболоцкий В.И. Коржов Н.А., Ковальчук Н.О., Смышляев Н.А. Селективное извлечение борной кислоты электродиализом.....	650
Садовая И.Р., Литвиненко В.В., Рыбина И.Н., Попов Ю.В., Свирская С.Н. Исследование возможностей оптимизации анализа серы в SbSI.....	652
Садретдинова З.Р., Ахметов А.Р., Туктаров А.Р., Джемилев У.М. Синтез и противоопухолевая активность гексаметанофуллеренов, содержащих молекулы замещенных норборнадиена и квадрициклана.	656
Садретдинова З.Р., Ахметов А.Р., Туктаров А.Р., Джемилев У.М. Фуллеренилазиды C <sub>60</sub> в синтезе 1,2,3-триазолов.....	658
Сахоненкова А.П., Мирославов А.Е. Синтез и гидролиз гексакарбонила технеция(I).....	660
Смирнова Д.Н., Гришин И.С. Исследование адсорбционных свойств кремнийоксиуглеродных композитных материалов.....	662
Соромотин В.Н., Демченко С.С., Лавренев С.А., Митченко С.А. Влияние температуры на скорость дезактивации кобальтового катализатора синтеза Фишера-Тропша в условиях высокого давления.	665
Стороженко В.Ю., Старникова А.П., Петров В.В., Баян Е.М. Электрофизические свойства тонких пленок феррита никеля.....	667
Тхи Н.С., Буланов А.О., Луков В.В. Новые енаминокетоны, производные спиропиранов оксаинданового ряда и алифатических аминов.....	669
Тюпина М.Ю., Мирославов А.Е., Сидоренко Г.В. Кинетические особенности замещения хлоридного лиганда в «2+1» трикарбонильных комплексах технеция и рения.....	670
Федосеев С.В. Новый метод синтеза производного пиридоксина – (2-хлорпиридин-3,4-диил)диметанола.....	674
Хизриева С.С., Борисенко С.Н., Максименко Е.В., Борисенко Н.И. Субкритическая вода как среда для экстракции растительных метаболитов с антиоксидантной и нейропротекторной (антихолинэстеразной) активностью.....	675

Хузин А.А., Туктаров А.Р., Тулябаев А.Р., Джемилев У.М. Гибридные молекулы на основе фуллерена C <sub>60</sub> и фульгимидов - перспективные молекулярные переключатели.....	679
Цыганова А.А. Сравнительная характеристика композиционных материалов, матрицей в которых выступают альгинат натрия и альгинат-хитозановый полиэлектролитный комплекс.....	681
Чалов К.В., Косивцов Ю.Ю., Луговой Ю.В., Сульман М.Г. Исследование каталитического пиролиза отходов сшитого полиэтилена.....	684
Чунихин С.С., Сорокин С.П., Ершов О.В. Синтез, таутомерия и оптические свойства трифторметилпроизводных пиридина, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент.....	686
Шишликова М.А., Майоров Н.С., Иевлев М.Ю., Ершов О.В. Направленный синтез нового цианозамещенного производного бипиридина.....	688
Шуба А.А. Оценка значимости наличия загрязнения в биопробах на сигналы «электронного носа».....	690
Щербатых А.А., Черновьянц М.С., Чернышев А.В., Волошин Н.А. Применение 5,6'-дихлор-1,3,3-триметилспиро[индолин-2,22'-Н-пирано[3,2-h]хинолина] для спектрофотометрического определения глутатиона.....	694

# СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ 1,6-НАФТИРИДИНОВЫЙ ФРАГМЕНТ (ОБЗОР)

Перепечай А.А., Дяченко В.Д.

*Луганский государственный педагогический университет, Луганск,*

*e-mail: chem.post@yandex.com*

*Ключевые слова:* синтез, 1,6-нафтиридины, малонитрил, димер малонитрила, биологическая активность.

Среди представленных в литературе методов синтеза 1,6-нафтиридинов особое место занимают реакции, продуктами которых являются три- и тетрациклические системы с 1,6-нафтиридиновым фрагментом. Эти соединения могут применяться в биологии, медицине, сельском хозяйстве и промышленности.

Тетрациклические системы **1** и **2** используются в качестве флюоресцирующих и скрининговых агентов в аналитической и биологической химии, а также проявляют противоопухолевую и противовирусную активность. Кроме того, они обладают гипотензивным и обезболивающим эффектом. Синтез их состоит из трехкомпонентной конденсации малонитрила **3**, ароматических альдегидов **4** и производных ацетофенона **5** (схема 1) [1].

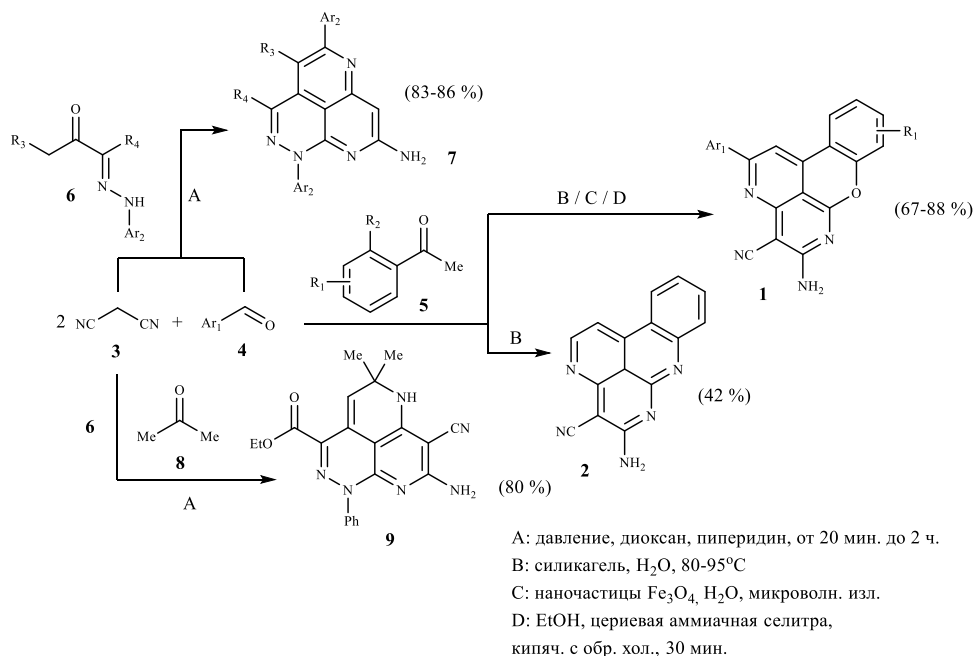
Вероятный механизм представляется следующим. Каскадная реакция предполагает начальную конденсацию соединений **4** и **5** с образованием халкона, карбонильную группу которого атакует малонитрил **3** (отметим, что ожидаемое присоединение по Михаэлю в этом случае не происходит). Гипотетический интермедиат внутримолекулярно циклизуется и конденсируется с другой молекулой малонитрила **3**. Последующая циклизация и ароматизация приводит к образованию хромено- и хинолино-1,6-нафтиридинов **1** и **2** [1].

Мультикомпонентная конденсация соединений **3**, **4** и гидразона **6** приводит к замещенным пиридазино-1,6-нафтиридинам **7**. Они используются в фармации и сельском хозяйстве в качестве агрохимикатов и промышленности при производстве красителей. Использование в качестве карбонильной компоненты в данной конденсации ацетона **8** вместо ароматических альдегидов **4** приводит к конденсированному 1,6-нафтирину **9** (схема 1) [2]. Первой стадией рассматриваемой многокомпонентной конденсации, по-видимому, является взаимодействие малонитрила **3** с карбонильной группой гидразона **6**, или соответственно, ацетона **8**. Далее следует конденсация полученного интермедиата с ароматическими альдегидами **4** и еще одной молекулой малонитрила **3**. Следующая за этим циклизация является завершающей стадией данной



реакции в конечные структуры **7** и **9** (нельзя исключить и иную последовательность указанных стадий) (схема 1) [2].

Схема 1

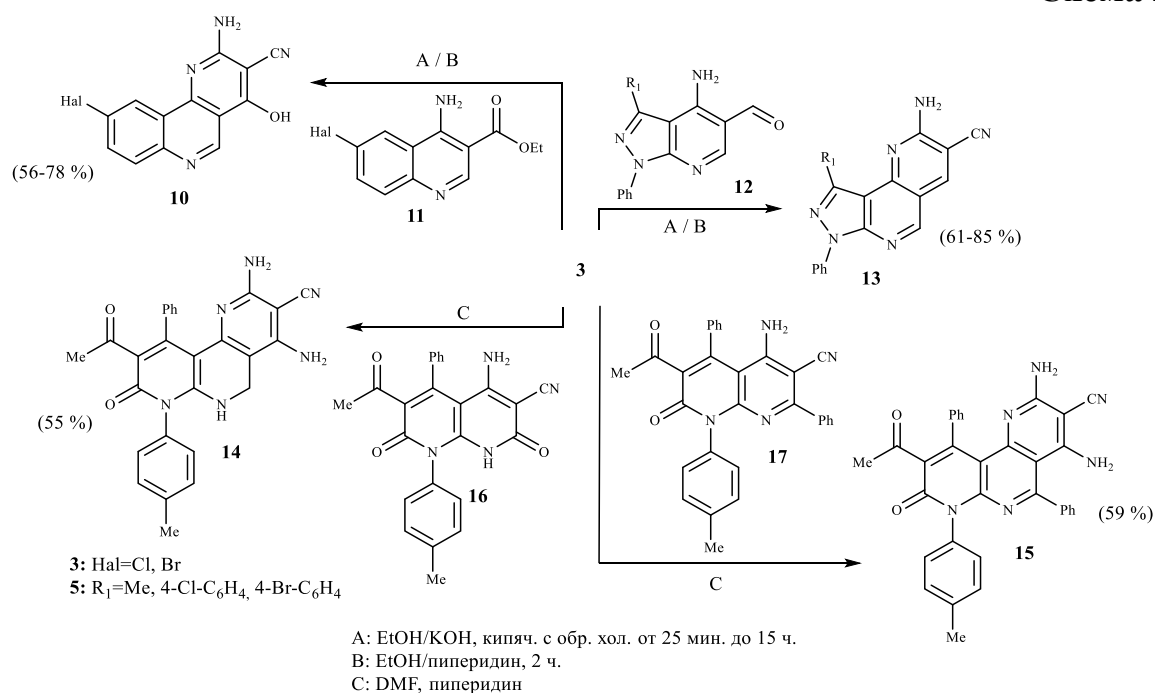


1: Ar<sub>1</sub>=4-OMe-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 3-OPh-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-Br-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-OH-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; R<sub>1</sub>=H, 4-OH; R<sub>2</sub>=OH  
 2: Ar<sub>1</sub>=4-F-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; R<sub>1</sub>=H; R<sub>2</sub>=NH<sub>2</sub>  
 7: Ar<sub>1</sub>=Ph, 2-фурил-; R<sub>4</sub>=H, Me; R<sub>5</sub>=H, C(O)OEt; Ar<sub>2</sub>=Ph, 2-NO<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>

Бензо[*h*]-1,6-нафтиридины **10**, обладающие противомаларийной активностью и используемые в качестве селективных антагонистов серотониновых рецепторов, могут быть получены циклоконденсацией замещенного хинолина **11** с малононитрилом **3** (схема 2) [3].

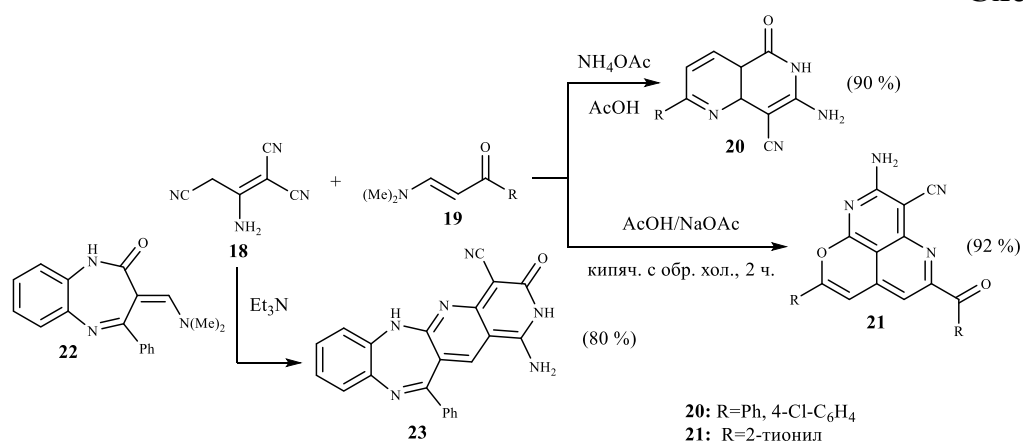
Реакция Фридлендера между малононитрилом **3** и альдегидом **12** приводит к образованию конденсированных пиразоло-1,6-нафтиридинов **13**. Эти соединения проявляют противосудорожную и противовоспалительную активности, могут использоваться при лечении эректильной дисфункции и депрессии, обладают антипролиферативным действием и являются термо- и влагоустойчивыми агентами трансферной печати и фотопленки. Кроме того, флюоресценция голубым светом и нейтральная гидрофобная природа этих соединений делает их хорошим флюоресцентным зондом для изучения микрополярности белков (схема 2) [4]. Обезболивающее, противовоспалительное, противомикробное, противоопухолевое, противовирусное и цитотоксическое действие проявляют пиридо-1,6-нафтиридины **14** и **15**, синтезированные из малононитрила **3** и гетероциклов **16** и **17** соответственно (схема 2) [5].

## Схема 2



Помимо малононитрила **3**, для синтеза соединений, содержащих 1,6-нафтиридиновый фрагмент, широко используется продукт его димеризации – 2-аминопропен-1,1,3-трикарбонитрил **18**. Так, при взаимодействии димера малононитрила **18** и енаминона **19** образуются 5-оксо-5,6-дигидро-1,6-нафтиридины **20**. Исходные реагенты **18**, и **19** являются бифункциональными. Карбонильная группа енаминона **19** может образовывать имин, либо участвовать в реакции Кнёвенагеля с метиленовой группой СН-кислоты **18**. Альтернативным вариантом является присоединение по Михаэлю. Эти же реагенты в присутствии AcOH/NaOAc дают другой продукт – пирано-1,6-нафтиридины **21**. Считается, что соединение **18** реагирует с енаминоном **19** с образованием высоконенасыщенных промежуточных продуктов и их анионов, которые претерпевают циклический сдвиг π-электрона. Протонирование с последующим 1,5-*H*-сдвигом и дегидрирование приводит, наконец, к конечному продукту **20** (схема 3) [6]. Бензодиазепины **22** также могут конденсироваться с димером малононитрила **18**, что приводит к образованию новой тетрациклической системы **23**. Предполагается, что активная метиленовая группа димера малононитрила **18** атакует олефиновую связь соединения **22** с отщеплением диметиламина, затем следует конденсация аминогруппы с карбонильной группой, гидролиз одной из цианогрупп до CONH<sub>2</sub> и последующее присоединение к циано- или сложноэфирной группе с отщеплением этанола (схема 3) [7].

### Схема 3



Таким образом, малононитрил и его димер являются приемлемыми реагентами в реакциях синтеза полифункциональных соединений с 1,6-нафтиридиновым фрагментом. Образующиеся в ходе этих реакций гетероциклы обладают широким спектром биологической активности и находят свое применение в различных отраслях человеческой деятельности.

#### Список литературы

1. Wu H. [et al]. Silica Gel-catalyzed One-Pot Syntheses in Water and Fluorescence Properties Studies of 5-Fmino-2-aryl-3*H*-chromeno[4,3,2-*de*]-[1,6]naphthyridine-4-carbonitriles and 5-Amino-2-aryl-3*H*-quinolino-[4,3,2-*de*][1,6]naphthyridine-4-carbonitriles // Journal of Combinatorial Chemistry. 2010. № 1 (12). P. 31–34.
2. Moustafa M. S., Al-Mousawi S. M., Elnagdi M. H. Use of a Novel Multicomponent Reaction under High Pressure for the Efficient Construction of a New Pyridazino[5,4,3-*de*][1,6]naphthyridine Tricyclic system // RSC Advances. 2016. № 93 (6). P. 90840–90845.
3. Ghotekar B. K. [et al.]. Synthesis of New Quinoline Fused Heterocycles such as Benzo[*h*]-1,6-naphthyridines and Pyrazolo[4,3-*c*]quinolines // Monatshefte fur Chemie. 2010. № 2 (141). P. 169–175.
4. Patil S. R. [et al]. A Fluorescence Study of New Angular Polycyclic Blue Light-emitting Pyrazolo[3,4-*h*][1,6]naphthyridine // Journal of Fluorescence. 2011. № 6 (21). P. 2037–2052.
5. El-Adasy A. B., Khames A. A., Gad-Elkareem M. A. Synthesis of Some New [1,8]Naphthyridine, Pyrido[2,3-*d*]-pyrimidine, and Other Annulated Pyridine Derivatives // Journal of Heterocyclic Chemistry. 2013. № 1 (50).
6. Moustafa M. S. [et al.]. Unexpected Behavior of Enaminones // Molecules. 2013. № 1 (18). P. 276–286.
7. Khodairy A. Synthesis of Pyrazolo[3,4-*b*]- and Pyrido[2,3-*b*]-1,5-benzodiazepines // Synthetic Communications. 2011. № 4 (41). P. 612–621.

*Научное издание*

**ХИМИЯ:  
ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник научных статей по материалам  
VI Всероссийской научно-практической конференции  
студентов и молодых ученых

Технические редакторы издания:  
к.х.н. Новомлинский И. Н., асс. Ткачева Ю. О.

Подписано в печать 21.06.2021 г.  
Бумага офсетная. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Тираж 300 экз.  
Усл. печ. лист. 40,57. Уч. изд. л. 30,5. Заказ № 8064.

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции  
Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ.  
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел (863) 243-41-66.