

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МССН  
по направлению 04.00.00 «Химия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

**04.04.01 «ХИМИЯ»**

**Направленность программы (профиль)**

**«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целями** дисциплины являются закрепление теоретических знаний полученных при изучении дисциплин базовой части, профильных дисциплин и приобретения практических навыков работы в лаборатории, освоение экспериментальных методов работы в химических лабораториях по профилю подготовки, приобретение навыков поиска химической информации, ее систематизации.

**Задачи** дисциплины:

- изучение основных понятий и законов органической химии;
- формирование навыков применения теоретических знаний для планирования органического синтеза;
- освоение современных методов расшифровки спектральных данных для установления структуры органических соединений;
- овладение современными методами обработки экспериментальных данных.

**Предметом освоения дисциплины** являются:

- теоретические основы органической химии;
- стратегии планирования исследований в данной области химии;
- расчётные методы планирования эксперимента;
- экспериментальные методы решения синтеза органического соединения;
- методы обработки результатов химического эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования в химии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана 04.04.01 «Химия» и является вариативной компонентой.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Преддипломная практика
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения		Преддипломная практика
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук		Преддипломная практика

ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности		Преддипломная практика
Профессиональные компетенции		
М-ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук		Преддипломная практика
М-ПК-2-н. Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук		Преддипломная практика
М-ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук		Преддипломная практика

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук

ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук
ОПК-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использует современные ИТ-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности ОПК-3.3. Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)
М-ПК-3-н	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными М-ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **20** зачетных единиц

.Вид учебной работы	Всего часов	Модули						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>215</b>	27	24	27	32	27	8	70

В том числе:								
Лекции								
Практические занятия (ПЗ)								
Семинары (С)								
Лабораторные работы (ЛР)		27	24	27	32	27	8	70
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>505</b>	45	48	9	40	81	28	254
Общая трудоемкость	<b>720</b>	72	72	36	72	108	36	324
час	<b>20</b>	2	2	1	2	3	1	9
зач. ед.								

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

п № п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основы техники безопасности работы в химической лаборатории	Основные понятия техники безопасности при работе в химической лаборатории с различными веществами. Принципы работы оборудования. Основы оказания первой помощи.
2	Современное состояние исследований в органической химии, сравнение ожидаемых результатов с мировым уровнем	Выбор темы литературного обзора совместно с руководителем. Сбор, обработка и систематизация литературного материала. Составление плана литературного обзора квалификационной работы.
3	Химический эксперимент	Обсуждение экспериментальных деталей выполнения научных исследований. Освоение экспериментальных методов работы в химических лабораториях. Основы химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций; методы регистрации и обработки результатов химических экспериментов. Физико-химические основы неорганического синтеза. Равновесные и генеалогические варианты синтезов. Реакции в гомогенных условиях. Реакции в гетерогенных системах. Электросинтез, использование окислительно-восстановительных реакций. Методы глубокой очистки веществ. Ионообменное, хроматографическое, экстракционное концентрирование, очистка и разделение смесей неорганических веществ, методы сублимации. Стратегия и тактика органического синтеза. Выбор оптимальной схемы синтеза органического соединения. Выход, количество стадий, доступность реагентов, селективность реакций и другие факторы эффективности схемы органического синтеза. Единичная стадия синтеза. Реакции и методы органического синтеза.

		<p>Новые синтетические методы: темплатный и матричный синтез, тандемные превращения. Основные этапы химического синтеза. Микроволновый метод проведения синтеза. Субстрат, реагент, растворитель, катализатор. Типы катализа, используемые в органическом синтезе. Межфазные катализаторы. Растворители, применяемые в органическом синтезе. Кислотно-основные свойства растворителей. Значение и место каталитических экспериментов при разработке новых катализаторов и каталитических процессов в химических лабораториях. Требования к используемой величине каталитической активности. Возможность использования в качестве необходимой удельной кинетической характеристики скорости реакции, эффективной константы скорости реакции, кажущейся энергии активации, глубины превращения ключевого компонента. Способы проведения кинетических экспериментов в лаборатории. Статические методы. Интегральные и дифференциальные, точные и приближенные проточные методы. Преимущества и недостатки каждого метода. Методики определения каталитической активности. Проведение комплекса исследований по установлению зависимости каталитической активности от температуры реакции и состава контактной реакционной смеси.</p>
4	Методы анализа химических веществ	Химический анализ. Дифракционные методы (рентгенография, нейтронография). Спектральные методы: колебательная спектроскопия (ИК, КР); резонансная спектроскопия (ЯМР, ЭПР); электронная спектроскопия (УФ-вид., ФЭС, РЭС); хроматография.
5	Анализ и обобщение полученных результатов	Анализ и обобщение полученных результатов с использованием современных литературных данных и методов обработки.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основы техники безопасности работы в химической лаборатории. Введение в теорию планирования эксперимента.			5		15	20
2.	Современное состояние исследований в органической химии, сравнение ожидаемых результатов с мировым уровнем			10		20	30
3.	Химический эксперимент			160		420	580
4.	Методы анализа химических веществ			10		10	20
5.	Анализ и обобщение полученных результатов			30		40	70
	Итого			215		505	720

## 6. Лабораторный практикум

На лабораторном практикуме подробно разбирается методика проведения синтеза конкретного соединения, делается расчет для составления материального баланса, знакомится со свойствами веществ, используемых для выполнения химического эксперимента, изучается инструкция по работе с некоторыми соединениями и классами веществ, учитывая их потенциальную химическую опасность. Для каждого опыта проводится теоретический анализ, рассматриваются возможные побочные процессы. Полученные соединения идентифицируются физико-химическими методами.

Тематики лабораторных работ определяются направлением научных исследований.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
		1, 2 модуль	51
1.	1-4	Химический эксперимент (студентам предлагается индивидуальная работа; тематики лабораторных работ определяются направлением научных исследований). Примерные темы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Взаимодействие альдиминов на основе триптамина и фурил(тиенил)акролеина с малеиновым ангидридом</li> <li>• Тандемное [4+2] циклоприсоединение в бис-диенах, содержащих фуран, пиррол или тиофен.</li> <li>• Влияние внешних вибрационно - акустических колебаний на жидкофазную гетерогенную систему</li> <li>• Разработка новых катализаторов на основе сложных оксидов алюминия-циркония для селективного превращения этанола</li> <li>• Золь-гель синтез диоксида циркония в присутствии коллоидного золота и биоактивность полученных систем</li> </ul>	
		3,4 модуль	59
2.	1-4	Химический эксперимент (студентам предлагается индивидуальная работа; тематики лабораторных работ определяются направлением научных исследований). Примерные темы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Хемоселективность реакции Дильса-Альдера бис-фуруриллидиенов с электронодефицитными алкинами</li> <li>• Синтез и реакционная способность пирроло[2,1-а]изохинолинов, имеющих в пиррольном кольце карбонильные и сложноэфирные группы.</li> <li>• Исследование каталитических свойств наноструктурированных перовскитоподобных сложных оксидов <math>ABnO_{2n+1}</math> (<math>A=Gd</math>, <math>B = Mn, Fe, Co</math>) в процессах гидрирования оксидов углерода</li> <li>• Сложные оксиды <math>ABnO_{2n+1}</math> (<math>A=Gd</math>, <math>B = Mn, Fe, Co</math>) как потенциальные катализаторы углекислотной конверсии метана</li> </ul>	
		5,6 модуль	35
3.	1-4	Химический эксперимент (студентам предлагается индивидуальная работа; тематики лабораторных работ определяются направлением научных исследований). Примерные темы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Превращения 1-ароилизохинолинов в реакциях с активированными алкинами и алкенами.</li> <li>• Изучение реакций циклоприсоединения 1-</li> </ul>	

		<p>ароилизохинолинов с нитроалкенами и нитрилами непредельных кислот.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синтез и некоторые химические модификации 2-(арилсульфонил)-3а,6-эпоксиизоиндолов.</li> <li>• Синтез и изучение свойств координационных соединений Rh(III) с азотсодержащими гетероциклами</li> <li>• Получение комплексных соединений Ir(IV) с аминокислотами и цитозином</li> </ul>	
		7 модуль	70
4.	1-4	<p>Химический эксперимент (студентам предлагается индивидуальная работа; тематики лабораторных работ определяются направлением научных исследований). Примерные темы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синтез и химические свойства 2-замещенных 2-имидазолинов.</li> <li>• Перренаты азотистых гетероциклов пуринового ряда</li> <li>• Синтез и идентификация <math>Zn_3As_2</math> и <math>Zn_3Sb_2</math></li> <li>• Диметилсульфоксидные комплексы осмия</li> <li>• Золь-гель синтез диоксида циркония в присутствии коллоидного серебра и биоактивность полученных систем</li> <li>• Особенности разложения окисленных серосодержащих соединений в условиях наногетерогенного катализа</li> <li>• Каскадные превращения динитрилов в основной среде.</li> </ul>	

#### 7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены

#### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Москва, ул. Орджоникидзе, 3  
Лаборатория спецкурсов:  
ауд.614  
Комплект специализированной мебели, доска меловая;  
Проектор Mitsubishi XD430U, Экран для проектора Lumien,  
Дистиллятор ЭМО «Завод электрооборудования», Спектрофотометры ПЭ-5400В,  
Фотометры КФК-3, Вытяжные шкафы, Иономеры И-500, Газовые горелки, химическая посуда, химические реактивы, ноутбук, имеется wi-fi

Москва, ул. Орджоникидзе, 3  
Научная лаборатория химии координационных соединений:  
ауд. 622  
Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории. Сушильный шкаф SNOL 67/350, Водяная баня, Дистиллятор ЭМО «Завод электрооборудования», Персональный компьютер, Вытяжные шкафы, Химическая посуда, Химические реактивы, имеется wi-fi.

Научная химическая лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, Научно-учебная лаборатория физической химии:  
ауд.№ 520  
Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Центрифуга TLT T23D, Термостат водный, Хроматограф Цвет, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, имеется выход в интернет.

Научная химическая лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, научная лаборатория химии гетероциклических соединений:  
ул. Орджоникидзе, д.3, стр.6  
Учебно-научная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, лаборатория химии гетероциклических соединений:

ауд.№ 504

Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: вытяжной шкаф, холодильник, компьютер, МФУ ротационный испаритель, колбонагреватель, магнитная мешалка без нагрева, магнитная мешалка с нагревом, весы электронные, вакуумный насос, УФ реактор, газовый баллон, имеется выход в интернет.

ул. Орджоникидзе, д.3, стр.6

Учебно-научная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, лаборатория органического синтеза:

ауд.№ 600

Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: микроволновый реактор MonoWave 300, вакуумная станция, холодильник «Атлант», компьютер, вакуумный насос, мешалка магнитная с подогревом, колбонагреватель, весы, вытяжной шкаф, ротационный испаритель, сушильный шкаф, мешалка магнитная без подогрева, имеется выход в интернет

ул. Орджоникидзе, д.3, стр.6

Учебно-научная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, лаборатория органического синтеза:

ауд.№ 601

Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, вакуумный насос, мешалка магнитная с подогревом, колбонагреватель, весы, вытяжной шкаф, ротационный испаритель, сушильный шкаф, магнитная мешалка без подогрева, компьютер, имеется выход в интернет

ул. Орджоникидзе, д.3, корп.1

Учебно-научная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, лаборатория органического синтеза:

ауд.№ 616

Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории:

вытяжной шкаф, автоматический аппарат для определения температуры плавления, водоструйный вакуумный насос, колбонагреватель лабораторный, ледогенератор, магнитная лабораторная мешалка, магнитная лабораторная мешалка с нагревом, мембранный вакуумный насос, масляный вакуумный насос, ротационный испаритель, строительный фен, ультразвуковая баня, химическая вакуумная станция, холодильник, чиллер для охлаждения воды, холодильник, компьютер, газовый баллон, имеется выход в интернет

ул. Орджоникидзе, д.3, стр.2

Учебно-научная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, лаборатория химии гетероциклических соединений:

ауд.№ 627

Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: вытяжной шкаф, ротационный испаритель, УФ-лампа+камера, весы, колбонагреватель, магнитная мешалка с нагревом, магнитная мешалка без нагрева, лабораторный сушильный шкаф, микроволновый реактор, принтер, компьютер, чиппер, сушка для хим.посуды «Елочка». насосы (для низкого давления), мембранный насос. Холодильник, газовые баллоны, имеется выход в интернет

Для исследования образцов методом ИК и ЯМР спектроскопии используются приборы Научно-образовательного центра коллективного пользования РУДН: <http://www.rudn.ru/index.php?pagec=5972> , а также ЦКП ФХИ РУДН: <http://fizmat-rudn.ru/ckp-fhi>.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883. (Продлевается каждый год, при этом программе присваивается новый номер), ISIS DRAW

Методические материалы на сайте ТУИС (рабочая программы курса, лекционные материалы, методическое обеспечение лабораторных занятий, материалы для подготовки к аттестационным испытаниям).

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Ресурсы ИД Elsevier Mendeley Pathway Studio Reaxys. Reaxys Medicinal Chemistry ScienceDirect, Scopus	<a href="http://www.mendeley.com/">http://www.mendeley.com/</a> <a href="http://www.pathwaystudio.com/">http://www.pathwaystudio.com/</a> <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a> <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
Web of Science	<a href="http://webofknowledge.com/">http://webofknowledge.com/</a>
American Chemical Society (ACS)	<a href="http://pubs.acs.org/">http://pubs.acs.org/</a>
Annual Reviews	<a href="http://www.annualreviews.org/">http://www.annualreviews.org/</a>
Cambridge Journals	<a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a>
Nature	<a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
OxfordJournals	<a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>
Электронные ресурсы издательства Springer	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Wiley Online Library	<a href="http://www.wileyonlinelibrary.com/">http://www.wileyonlinelibrary.com/</a>
Учебный портал РУДН	<a href="http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/prep2209/">http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/prep2209/</a> ,
Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Л. Титце, Г.Браше, К. Герике Домино-реакции в органическом синтезе. М., Бином 2010
2. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных учеб. пособие для магистров / Н. И. Сидняев. М. : Юрайт, 2012.
3. Дж.Джоуль, М.Миллс Химия гетероциклических соединений, Москва, Мир, 2004
4. Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии.: В 2 т. М.: Химия. 1969. Т.1-2
5. Чоркендорф Иб. Современный катализ и химическая кинетика : Монография / Пер. с англ. В.И.Ролдугина. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2010.
6. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии: Учебник / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков - М.: Мир, АСТ, 2003 - 683с.
7. Колб Б. Газовая хроматография с примерами и иллюстрациями: [учебник]: пер. с нем. / Б. Колб; Под ред. Л.А. Онучак - Самара: Самарский университет, 2007 - 247 с. ISBN 978- 5-86465-353-1.
8. Г. Б. Сергеев и др. Экспериментальные методы химической кинетики : учебное пособие для вузов / Под ред. Н. М. Эммануэля. - М.: Высш. шк., 1980. -375 с.
9. Руководство по неорганическому синтезу [Текст] : В 6-ти т. Т.1 / М. Баудлер [и др.]; Ред. Г.Брауэр; Пер. с нем. Т.И.Почкаевой, С.И.Троянова. - М. : Мир, 1985. - 320 с.
10. 2. Руководство по неорганическому синтезу [Текст] : В 6-ти т. Т.2 / Ф. Губер [и др.]; Ред. Г.Брауэр; Пер. с нем. Н.А.Добрыниной, С.И.Троянова, Б.С.Захаровой. - М. : Мир, 1985. - 338 с.
11. 3. Руководство по неорганическому синтезу [Текст] : В 6-ти т. Т.3 / У. Гофман [и др.]; Ред. Г.Брауэр; Пер. с нем. Н.А.Добрыниной, С.И.Троянова, Б.С.Захаровой. - М. : Мир, 1985. - 392 с.

12. 4. Руководство по неорганическому синтезу [Текст] : В 6-ти т. Т.4 / Г. Брауэр [и др.]; Ред. Г.Брауэр; Пер. с нем. Н.А.Добрыниной, Г.Н.Мазо, Н.А.Санталовой. - М. : Мир, 1985. - 447 с.
13. 5. Руководство по неорганическому синтезу [Текст] : В 6-ти т. Т.5 / Г. Брауэр [и др.]; Ред. Г.Брауэр; Пер. с нем. Н.А.Добрыниной, С.И.Троянова, Н.Я.Туровой. - М. : Мир, 1985. - 360 с.
14. 6. Лукс Герман. Экспериментальные методы в неорганической химии [Текст]/ Г. Лукс; Пер. с нем. Н.С.Афонского, Л.М.Михеевой; Под ред. В.И.Спицына, Л.Н.Комиссаровой. - М. : Мир, 1965. - 653 с.
15. 7. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. . Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учеб. для вузов.– М.: Высш. шк., 2010. –559 с. <http://xn--80akjhdk1e5c.xn--p1ai/content/711>
16. 8. Основы аналитической химии: Практическое руководство: Учебное пособие для вузов / Под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Высшая школа, 2001. - 463 с.
17. <http://www.razym.ru/naukaobraz/disciplini/himiya/292571-zolotov-yuared-osnovy-analiticheskoy-himii-prakticheskoe-rukovodstvo.html>
18. 9. Инструментальные методы: Лабораторные работы по аналитической химии [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие для студентов направления "Химия" / Рудницкая О.В., Линько И.В., Култышкина Е.К., Доброхотова Е.В. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2016. - 67 с. - ISBN 978-5-209-07174-7 : 56.96.

б) дополнительная литература

1. Пакетт Д., Основы современной химии гетероциклических соединений. М., Мир, 1971
2. Иванский В.И. Химия гетероциклических соединений, Москва, Высшая школа, 1978
3. В.М.Байрамов. Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Лунина . - М.: Academia, 2003 . - 252 с.
4. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев .- 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ
5. Иоффе Б.В., Зенкевич И.Г., Кузнецов М.А., Берштейн И.Я. Новые физико-химические методы исследования органических соединений. Л.ЛГУ. 1984., 2009 .-. Табл. 12; ил. 138
6. А. М. Федосеев, В. Н. Кетиков. Математическое моделирование кинетики сложных химических реакций : учебное пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.-222 с.

### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Условия и критерии выставления оценок: от студентов требуется посещение лабораторных занятий, обязательное участие в аттестационно-тестовых испытаниях, выполнение заданий преподавателя.

*Методические указания и рекомендации по выполнению лабораторных работ.*

1) Оформленная лабораторная работа в рабочем журнале (должны быть заполнены столбцы 1, 2)

При выполнении экспериментальной работы студент обязан:

1) Предварительно подробно ознакомиться с теоретическим материалом и хорошо понять химизм процессов, которые предстоит изучить на практике.

2) Внимательно прочитать в методическом руководстве порядок выполнения данного синтеза.

3) Выполнить синтез, соблюдая все меры предосторожности и проводя нужные наблюдения.

4) Записать результаты опыта в лабораторную тетрадь (столбец (3)) по следующей форме:

Лабораторная работа №

Название работы:

№ Опыта	Дата	Уравнение основной реакции.	Расчёт навесок и объёмов реагентов.	Методика и ход выполнения синтеза.	Выход, и физические характеристики продукта.
Цель опыта.		Механизм реакции.	Возможные побочные.		Данные, использованных методов анализа продукта.
Ссылка на источник методики					Выводы.

Техника безопасности: (Использование резиновых перчаток, очков и проч. в ходе работы)

Подпись преподавателя, число.

5) После окончания работы привести в порядок рабочее место и сдать его лаборанту или преподавателю и сделать выводы по выполненной лабораторной работе (столбец (4)).

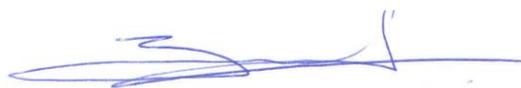
## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Экспериментальные методы исследования в органической химии» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### Разработчики:

доцент,  
кафедры органической химии



Зайцев В. П.

Заведующий кафедрой  
органической химии



Л.Г. Воскресенский

Заведующий кафедрой  
физической и коллоидной химии



А.Г. Чердниченко

Заведующий кафедрой  
неорганической химии



В.Н. Хрусталев

Руководитель программы  
профессор,  
кафедры органической химии



А. В. Варламов