

*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**

**Наименование дисциплины**

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.06.01 «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

**Направленность программы (профиль)**

**ПРОФИЛЬ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины.

Дать углубленное представление о современных направлениях развития химии, как фундаментальной, так и практической значимости. Основной акцент курса поставлен на модификации связи С-Н, – наиболее современном направлении в синтезе.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Приоритетные направления развития химии» относится к вариативной части блока.1. Для успешного освоения дисциплины учащийся аспирантуры обязан иметь базовые знания на уровне бакалавра и магистра. Химия является важнейшей составной частью естествознания. Данный курс направлен на развитие широкой химической эрудиции и критической оценки научных результатов.

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 (группы дисциплин)
<b>Универсальными компетенции (УК)</b>			
1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	-	Химия гетероциклических соединений Стереохимия органических соединений Химия координационных соединений Кинетика и катализ гетерогенных реакций Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>			
1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно коммуникационных технологий (ОПК-1)	-	Научно-исследовательская практика Научные исследования Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>Профессиональные компетенции (научно-исследовательская деятельность в области химии и смежных наук; преподавательская деятельность в области химии и смежных наук)</b>			
1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области химии, владение	-	Химия гетероциклических соединений Стереохимия органических соединений

	культурой научного исследования в области химии (ПК-1)		Химия координационных соединений Кинетика и катализ гетерогенных реакций Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
2	способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по выбранному профилю (научной специальности) (ПК-2)	-	Научно-исследовательская практика Научные исследования Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; ОПК-1; ПК-1; ПК-2

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**Знать:** основные тенденции развития фундаментальной и прикладной химии, концепции создания новых синтетических методов основанных на C-H функционализации.

**Уметь:** самостоятельно ставить задачу исследования, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических; обсуждать и интерпретировать результаты исследований, ориентироваться в современной литературе по органической химии, вести научную.

**Владеть:** способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных и справочной литературы; способностью предсказывать итог той или иной химической реакции, основываясь на базовых представлениях о реакционной способности.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Год обучения			
		I	II	III	IV
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>			
В том числе:	-	-			
<i>Лекции</i>	40	40			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>		-			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	20	20			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>			
Общая трудоемкость	час	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Pd-катализируемые реакции С-Н-функционализации	Редокс пара Pd(0)/Pd(II) в реакция С-Н-функционализации. Редокс пара Pd(II)/Pd(IV) в реакция С-Н-функционализации. Создание связей С-С. Создание связей С-О. Создание связей С-Hal. Создание связей С-N. Создание связей С-S.
2.	Ru-, Rh-, Ir-катализируемые реакции С-Н-функционализации	Внедрение СС and С=C связей в комплексах типа [Cr*M(C^X)]. Карбометаллирование алленов. Образование Rh-карбенов. Окислительное присоединение по связи Rh-С. Ir-катализируемые реакции образования связей С-N и С-О.
3.	Cu-катализируемые реакции С-Н-функционализации	Арилирование аминов. Арилирование N-гетероциклов. Азидирование. Сочетание фенолов. Сочетание спиртов.
4.	Металл-катализируемые реакции перекрестного дегидрирующего сочетания (CDC-реакции)	CDC реакции по α-положению аминов и эфиров. Аллильное алкилирование. Бензильное алкилирование. CDC-реакции алкилирования алканов. CDC-реакции арилирования алканов.
5.	С-Н функционализация без использования переходных металлов	Промотируемые основаниями реакции гомолитического ароматического замещения. Реакции окислительного сочетания под действием гипервалентного иода; DDQ; TEMPO. Реакции окислительного сочетания под действием кислот Брэнстеда.
6.	Органический синтез под действием видимого света	Фоторедокс-катализ. Электрон донорно-акцепторные комплексы в синтезе. Реакции, протекающие за счет переноса энергии от фотовозбужденного катализатора.

### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. зан	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Pd-катализируемые реакции С-Н-функционализации	8		2	8	18
2.	Ru-, Rh-, Ir-катализируемые реакции С-Н-функционализации	8		2	8	18
3.	Cu-катализируемые реакции С-Н-функционализации	4		6	8	18
4.	Металл-катализируемые реакции перекрестного дегидрирующего сочетания (CDC-реакции)	8		2	8	18
5.	С-Н функционализация без использования переходных металлов	6		4	8	18

6.	Органический синтез под действием видимого света	6	4	8	18
	Всего	40	20	48	108

### 6. Лабораторный практикум.

На лабораторных занятиях аспиранты осваивают практические методы синтеза. Получают навыки работы с современными приборами (фотополяриметры, ЯМР спектрометры, монокристалльный дифрактометр РСА, масс-спектрометры с системой ВЭЖХ). По заданию преподавателя планируют и осуществляют синтезы.

\*Темы лабораторных работ могут меняться в зависимости от направления и тематики исследования аспиранта.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Кросс-сочетание в проточном реакторе	2
2.	2	Синтез изокумаринов посредством Rh-катализируемой реакции внедрения по тройной С-С связи	2
3.	3	Арилирование по Ульману с использованием медного катализа	6
4.	4	Палладий-катализируемое окислительное сочетание	2
5.	5	Синтез с использование реагентов на основе гипервалентного иода	4
6.	6	Синтез в фотореакторе (видимая область)	4
	Всего		20

7. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены учебным планом

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

ул. Орджоникидзе, д.3, Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы: ауд.№ 612	Комплект специализированной мебели; технические средства: проектор BENQ MX661, проектор NEC NP40, экран моторизованный для проекторов, столы; имеется wi-fi	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 от 01.04.2018 г. (Продлевается каждый год, при этом программе присваивается новый номер).
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, Специально оснащенные лаборатории ЦКП ФХИ	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории, доска меловая, Проектор Mitsubishi XD430U, Экран для проектора Lumien, Муфельные печи, агатовые ступки, механический пресс, термоанализатор SDTQ-600, ИК-фурье спектрометр BRUKER "MPA", спектрофотометр Varian " Cary 50", рентгеновские дифрактометры: ДРОН-7, Rigaku "UITIMA IV", компьютеры, имеется wi-fi	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер), ISIS Draw. – свободно распространяемое ПО.

### б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/">http://lib.rudn.ru/</a>
ЭБС РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web</a>
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	<a href="http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998">http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998</a>
Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Химическая энциклопедия	<a href="http://www.chemport.ru">http://www.chemport.ru</a>
XuMuK: сайт о химии для химиков	<a href="http://www.xumuk.ru">www.xumuk.ru</a>
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a> <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
IOPSCIENCE IOP Publishing	<a href="http://iopscience.iop.org/journals?type=archive">http://iopscience.iop.org/journals?type=archive</a>
Mendeley	<a href="http://www.mendeley.com/">http://www.mendeley.com/</a>
Nature	<a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry	<a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a>
RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry),	<a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>
ScienceDirect (ESD), «FreedomCollection», ИД "Elsevier"	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
SciFinder-n	<a href="https://scifinder-n.cas.org/">https://scifinder-n.cas.org/</a>
SPRINGER	<a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
Wiley Online Library	<a href="http://www.wileyonlinelibrary.com">www.wileyonlinelibrary.com</a>
Академия Google	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### а) Основная литература

1. Журналы Американского химического общества: <http://pubs.acs.org/>
2. Журналы королевского химического общества: <http://pubs.rsc.org/en/journals/>
3. Журналы издательства Thieme Chemistry: <http://www.thieme.com/journals-main>
4. Журналы издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Журналы издательства Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>

### б) Дополнительная литература

1. Organo-transition metal compounds and related aspects of homogeneous catalysis / B.L. Shaw, N.I. Tucker. - Книга на английском языке. - Oxford : Pergamon, 1975. - 213 p.
2. Advances in catalysis and related subjects V. 34 : 1986 / Ed. by D.D.Eley, Herman Pines, Paul V.Weisz. - Книга на английском языке. - New York; London : Academic press, 1986. - 306 p

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

Условия и критерии выставления оценок: От аспирантов требуется посещение лекций, обязательное участие в аттестационно-тестовых испытаниях, выполнение заданий преподавателя. Для оценки текущих контрольных работ и экзамена применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний.

Для проверки усвоения теоретических знаний, полученных в процессе конспектирования лекций, выполнения лабораторных работ и домашних заданий, аспиранты выполняют письменные контрольные работы (итоговые испытания).

**Лекции:**

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.

**Методические указания и рекомендации по выполнению лабораторных работ.**

Перед выполнением лабораторной работы в рабочем журнале должны быть заполнены столбцы 1, 2.

При выполнении экспериментальной работы аспирант обязан:

- 1) Предварительно подробно ознакомиться с теоретическим материалом и хорошо понять химизм процессов, которые предстоит изучить на практике.
- 2) Внимательно ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы.
- 3) Выполнить лабораторную работу, 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. Данные, использованных методов анализа продукта. Выводы.
Цель опыта.	на	Механизм реакции.	Возможные побочные.		
Ссылка на источник методики					

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

**Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

### ***Правила выполнения письменных работ (контрольных тестовых работ).***

Для проверки усвоения теоретических знаний и выполнения лабораторных работ аспиранты выполняют письменные контрольные работы.

- Контрольные работы выполняются по пунктам в отдельной тетради, на обложке которой указаны название дисциплины, фамилия и инициалы, специальность, курс. Перед каждой контрольной работой указывается номер контрольной работы, вариант задания, дата.

### **Правила написания и оформления рефератов.**

Написание реферата является одной из форм обучения аспирантов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы аспирантов; одной из форм научной работы аспирантов, целью которой является расширение научного кругозора аспирантов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения аспирантов, - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами.

При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

**Целью** написания рефератов является:

- привитие аспирантам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие аспирантам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у аспиранта интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

#### **Основные задачи аспиранта при написании реферата:**

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Аспирант имеет право выбрать тему реферата, основываясь на темы разделов дисциплины.

Реферат должен иметь следующие разделы:

1. Титульный лист.
2. Вводную часть с обоснованием актуальности темы.
3. Реферирование и аналитический обзор литературы по выбранной теме.
4. Выводы.
5. Список использованной литературы.

- При написании реферата следует в сжатом виде изложить современное состояние вопроса, которому посвящена научно-учебная литература. При этом обобщаются мнения и данные различных авторов с указанием в тексте источника информации. Аналитический обзор должен содержать всю необходимую информацию по выбранной теме с обоснованием ее выбора.



- Особое внимание уделяется мало изученным моментам в публикациях, что позволяет обнаруживать точки потенциального роста новых знаний в данной области науки. Это составляет одну из целей выработки умения реферировать значительные объемы научной литературы.
- Выводы представляют, по существу, реферат сделанного вами реферата литературы, и их чтение позволяют очень быстро оценить масштабы и важность проведенных другими исследователями научных работ.
- Список использованной литературы составляется по правилам библиографического описания. Все использованные в тексте реферата литературные ссылки должны иметь сквозную нумерацию. В целом объем реферата должен составлять от 15 до 25.

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Приоритетные направления развития 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:**

**Заведующий кафедрой  
органической химии**

Л.Г. Воскресенский

**Руководитель программы  
Профессор-консультант  
кафедры органической химии**

А.В. Варламов