

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол от

31 августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины
Современные тенденции органической химии

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.01 «Неорганическая химия»; 02.00.02 «Аналитическая химия»; 02.00.03 «Органическая химия»; 02.00.04 «Физическая химия»; 02.00.06 «Высокомолекулярные соединения»; 02.00.08 «Химия элементоорганических соединений»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Современные тенденции органической химии» относится к числу общепрофессиональных дисциплин, является дисциплиной вариативной части и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Дисциплина основывается на знаниях, навыках и умениях, приобретенных в результате освоения теоретических основ органической химии (теоретические представления органической химии, знания о составе, строении и свойствах основных классов органических соединений, владение основами органического синтеза, основные положения о механизмах органических реакций).

Успешному освоению дисциплины сопутствует параллельное применение полученных знаний в области химии элементоорганических соединений (теоретические представления о природе связи и закономерностях структурного строения органических соединений переходных и непереходных металлов, химические свойства элементоорганических соединений).

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- знать теоретические представления органической химии (состав, строение и свойства основных классов органических соединений, основные положения о механизмах органических реакций);
- обладать навыками сбора экспериментальных данных;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

Изучение дисциплины «Современные тенденции органической химии» как предшествующей составляет основу дальнейшей подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности, а также для правильного представления результатов исследований в кандидатской диссертации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-1 базовый</i>	<i>З1 Знать:</i> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. <i>У1 Уметь:</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования. <i>В1 Владеть:</i> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований. <i>В2 Владеть:</i> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов. <i>В3 Владеть:</i> навыками представления и продвижения результатов

	интеллектуальной деятельности.
<i>ПК-1 базовый</i>	<p><i>З1 Знать:</i> перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах.</p> <p><i>З2 Знать:</i> приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.</p> <p><i>У1 Уметь:</i> прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме.</p> <p><i>У2 Уметь:</i> проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации.</p> <p><i>В2 Владеть:</i> навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях.</p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа), 18 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Ароматическое нуклеофильное замещение и нуклеофильное присоединение	6	4	-	-	-	4	2
Современные методы синтеза циклических производных	8	4	-	-	-	4	4
Каталитические методы в синтезе карбо- и гетероциклов	8	4	-	-	-	4	4
Реакции олефинирования	6	2	-	-	-	2	4
Сигматропные перегруппировки	2	2	-	-	-	2	-
Эффекты микроволнового поля в органическом синтезе	6	2	-	-	-	2	4
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	36	18	-	-	-	18	18

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Ароматическое нуклеофильное замещение и нуклеофильное присоединение	Ипсо-нуклеофильное замещение. Прямое ароматическое нуклеофильное замещение. Окислительное ароматическое нуклеофильное замещение. Викариозное ароматическое нуклеофильное замещение. Теле- и кин-реакции. Реакции ANRORC. Сравнение полярности и результатов ароматического нуклеофильного и электрофильного замещения. Пути превращений π -ареновых комплексов переходных металлов. Реакционная способность карбанионов по отношению к арентрикарбонильным комплексам хрома (реакции нуклеофильного замещения, реакции нуклеофильного присоединения, реакции нуклеофильного присоединения, сопровождающиеся карбонилированием, реакции Ad_N/Ad_E , Ad_N /протонирование). Механизмы указанных превращений, влияние нуклеофилов, лигандов, уходящих групп, условий реакций на их протекание. Асимметрическая индукция в реакциях деароматизации.	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа
2	Современные методы синтеза циклических производных	Эмпирические правила Балдвина. Эндо- и экзо-замыкание циклов с участием атомов углерода, находящихся в sp^3 , sp^2 и sp -гибридных состояниях (благоприятные и неблагоприятные пути циклизации). Синтез трехчленных циклов. Циклопропаны Реакции с участием карбенов. Применение диазопроизводных. Реакция Симонса-Смита (1,1-дигалогеналканы в присутствии цинк-медных пар). Применение илидов серы и фосфора. Реакции γ -элиминирования (синтез хризантемовой кислоты). Циклоприсоединение [2+1].	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа

		<p>Азиридины Синтезы с применением олефинов и карбеновых иминных комплексов меди. Иминный метод с участием сераорганических илидов. Эпоксиды Метод Якобсена. Реакция Шарплесса. Илидный метод. Синтез четырехчленных циклов</p> <p>Циклобутаны Ацилоиновая конденсация. Фотоциклизация [2+2] (правило Вудворда-Гофмана). Реакция Мак-Мюрри (циклизация γ-дикарбонильных производных в присутствии хлорида титана).</p> <p>Лактоны: Фотохимическое циклоприсоединение [2+2] (реакция Патерно-Бючи). Циклоприсоединение [2+2], катализируемое кислотами Льюиса. Реакция Вильямсона (циклизация 3-гидроксиацилгалогенидов).</p> <p>Синтез лактамов: Имидный и изоцианатный методы. Циклоприсоединение [2+2]. Синтез пятичленных циклов</p> <p>Циклопентаны Термические перегруппировки винилциклопропанов. Циклоприсоединение [3+2]. Циклизация β-дикетонов. Циклизация Назарова. Радиальная циклизация 4-галогензамещенных олефинов. Реакция Дикманна (конденсация с участием дикарбонильных соединений: внутримолекулярный и межмолекулярные варианты).</p> <p>Синтез шестичленных циклов</p> <p>Циклогексаны Реакция Дильса-Альдера. Циклизация Робинсона. Реакция Дикманна. Конденсация МакМюрри. Ацилоиновая конденсация. Внутримолекулярное нуклеофильное замещение. Радиальная циклизация 5-галогензамещенных олефинов. Внутримолекулярная реакция Фриделя-Крафтса. Реакции метатезиса. Шестичленные гетероциклы Гетеро-Дильс-Альдер. Нуклеофильная аллильная циклизация.</p> <p>Синтез больших циклов (более 9 атомов в цикле) Циклизация в присутствии кислот Льюиса.</p>		
--	--	--	--	--

		Внутримолекулярное присоединение с участием аллильных производных олова. Реакции метатезиса. Пинаколиновая конденсация МакМюрри.		
3	Каталитические методы в синтезе карбо- и гетероциклов	Классификация синтетических методов. Синтезы на основе диенов-1,6 ен-1-инов-6, содержащих уходящие группы, реакция [2+2+1] циклоприсоединения Пуассона-Кханда. [2+2+2]-циклоприсоединение. Внутримолекулярные реакции алкенов, алленов и алкинов, содержащих N-H, OH, C=O и C=N фрагменты (Pd(0), Pd(II), комплексы лантаноидов). Внутримолекулярное циклоприсоединение соединений, содержащих кратные C-C и C-Гетероатом связи ([2+2]-, [2+2+1]-, [2+2+2]-циклоприсоединение, гетеро-Дильс-Альдер). Внутримолекулярная циклизация с участием арил- и винилгалогенидов (каталитические реакции Сузуки, Стиле, Негиши, Соногашира, Хека, C-H активации). Внутримолекулярные реакции эпоксидов, азиридинов и тиранов. Циклизация с участием π-аллильных азидных интермедиатов. Каталитические внутримолекулярные реакции диазопроизводных.	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа
4	Реакции олефинирования	Реакция Виттига. Использование нестабилизированных и стабилизированных илидов фосфора. Реакция Кори-Фукса. Реакция Хорнера-Уодсфорта-Эммонса. Реакция Перкова. Реакция Петерсона. Метод Джулио-Литгоу. Реагенты Тебе и Петасиса. Олефинирование по Эшенмозеру.	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа
5	Сигматропные перегруппировки	[3,3]-Сигматропные перегруппировки. Реакция Кляйзена (синтез аалил-виниловых эфиров, использование ацеталей кеиенов, применение орто-эфиров). Реакции Джолсона-Кляйзена и Айрленда-Кляйзена. Перегруппировки Кляйзена, катализируемые кислотами Льюиса. Перегруппировки гетеро-Кляйзена. Перегруппировки Коупа, окси-Коупа и	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа

		их синтетические возможности (синтезы ациклических, циклических и полициклических производных, каскадные превращения). Комбинации реакций окси-Коупа и Манниха. Перегруппировки Овермана, Мислоу-Эванса, Кэрролла, Эшенмозер-Кляйзена, Виттига.		
6	Эффекты микроволнового поля в органическом синтезе	Аппаратура для проведения органического синтеза в микроволновом поле. Основы микроволнового эффекта. Эффект локального перегрева. Влияние среды, типа субстратов, механизмов процессов и полярности переходных состояний на эффективность реакций в микроволновом поле и их селективность.	Лекции, самостоятельная работа обучающегося	Контрольная работа
		Защитные группы в органическом синтезе. Случаи, требующие применения защитных групп. Классификация защитных групп. Защитные группы с горизонтальной и ортогональной стабильностью. Защитные группы, чувствительные к кислотам, основаниям, фторид ионам, к восстановлению, к окислению. Принципы применения защитных групп с различной стабильностью. Защитные группы для различных функциональных фрагментов и методы их снятия: для спиртов и фенолов, аминов, альдегидов и кетонов, кислот и алкинов.		

** В рамках занятий лекционного, семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций может осуществляться текущий контроль успеваемости*

4. Образовательные технологии

Использование мультимедийных презентаций. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Аспирантам предоставляется возможность копирования презентаций для выполнения самостоятельной работы, подготовки к итоговому контролю.

Самостоятельная работа. Умение работать с учебной и научной литературой; производить расчеты; пользоваться химическим языком. Развитие самостоятельности, интеллектуальных умений, умение анализировать явления и делать выводы.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при выполнении индивидуальных заданий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме контрольной работы.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

Контрольные вопросы для зачета:

1. Механизм ароматического нуклеофильного замещения.
2. Реакции синтеза малых циклов.
3. Каталитические методы в синтезе карбо- и гетероциклов.
4. Внутримолекулярная циклизация с участием арил- и винилгалогенидов
5. Пути превращений π -ареновых комплексов переходных металлов.
6. Эмпирические правила Балдвина.
7. Реакции эпоксидирования.
8. Реакция Виттига и ее применение с синтезе.
9. Перегруппировки Кляйзена, катализируемые кислотами Льюиса.
10. Перегруппировки Коупа, окси-Коупа и их синтетические возможности.
11. Перегруппировки Овермана, Мислоу-Эванса, Кэрролла, Эшенмозер-Кляйзена, Виттига.
12. Эффекты микроволнового поля в органическом синтезе
13. Классификация защитных групп, используемых в органическом синтезе.
14. Защитные группы для различных функциональных фрагментов и методы их снятия.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Критерии оценок

Зачтено	Аспирант посетил не менее 60% аудиторных занятий, ответил на вопросы по основным разделам курса
Незачтено	Аспирант пропустил более 40% аудиторных занятий, при ответах на вопросы проявил незнание важнейших разделов дисциплин

Итоговый контроль сформированности компетенции осуществляется на основании зачета, как итоговой формы отчетности по данной дисциплине.

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

Вопросы для контрольной работы для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Сравнение полярности и результатов ароматического нуклеофильного и электрофильного замещения.
2. Пути превращений π -ареновых комплексов переходных металлов.
3. Синтезы с применением олефинов и карбеновых иминных комплексов меди.
4. Циклоприсоединение [2+2], катализируемое кислотами Льюиса.
5. Шестичленные гетероциклы Гетеро-Дильс-Альдер.

Вопросы для контрольной работы для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Синтезы на основе диенов-1,6 ен-1-инов-6, содержащих уходящие группы, реакция [2+2+1] циклоприсоединения Пуассона-Кханда. [2+2+2]-циклоприсоединение.
2. Внутримолекулярная циклизация с участием арил- и винилгалогенидов (каталитические реакции Сузуки, Стилле, Негиши, Соногашира, Хека, C-H активации).
3. Реакция Виттига. Использование нестабилизированных и стабилизированных илидов фосфора.
4. Перегруппировки Коупа, окси-Коупа и их синтетические возможности (синтез и ациклических, циклических и полициклических производных, каскадные превращения).
5. Влияние среды, типа субстратов, механизмов процессов и полярности переходных состояний на эффективность реакций в микроволновом поле и их селективность

Контрольные вопросы к зачету:

1. Механизм ароматического нуклеофильного замещения (ОПК-1).
2. Реакции синтеза малых циклов (ОПК-1).
3. Каталитические методы в синтезе карбо- и гетероциклов (ОПК-1).
4. Внутримолекулярная циклизация с участием арил- и винилгалогенидов (ОПК-1).
5. Пути превращений π -ареновых комплексов переходных металлов (ОПК-1).
6. Эмпирические правила Балвина (ОПК-1).
7. Реакции эпоксидирования (ОПК-1).
8. Реакция Виттига и ее применение в синтезе (ПК-1).
9. Перегруппировки Кляйзена, катализируемые кислотами Льюиса (ПК-1).
10. Перегруппировки Коупа, окси-Коупа и их синтетические возможности (ПК-1).
11. Перегруппировки Овермана, Мислоу-Эванса, Кэрролла, Эшенмозер-Кляйзена, Виттига (ПК-1).
12. Эффекты микроволнового поля в органическом синтезе (ПК-1).
13. Классификация защитных групп, используемых в органическом синтезе (ПК-1).

Защитные группы для различных функциональных фрагментов и методы их снятия (ПК-1).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман.—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 753 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541053#none>

2. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365562>

3. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе [Электронный ресурс] / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 674 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541241#none>

б) дополнительная литература:

1. Практикум по органической химии [Электронный ресурс] / В. И. Теренин [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 568 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=477523#none>

2. Курц, А. Л. Задачи по органической химии с решениями [Электронный ресурс] / А. Л. Курц [и др.]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 350 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365366#none>

3. Основы органической стереохимии [Электронный ресурс] / Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл ; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. -706 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323081.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://pubs.acs.org>

<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/home>

<http://www.thieme-connect.com/ejournals/home>

<http://search.tandf.co.uk/results.asp>

<http://www.rsc.org/Publishing/Journals/articlefinder.asp>

<http://springer.metapress.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор

д.х.н., профессор _____ Федоров А.Ю.

Рецензент

д.х.н., профессор _____ Зеленцов С.В.

Заведующий кафедрой органической химии
химического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского _____ Федоров А.Ю.

Программа рекомендована на заседании кафедры органической химии от «___»
_____ 2021 г. протокол № ____.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 27
августа 2021, протокол № 1.

Карты компетенций, в формировании которой участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), шифр	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ОПК 1					
ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи
ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации

ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности
ПК 1					
ЗНАТЬ: перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Неполные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Полные и систематические знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской	Неполные знания о знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки,	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и

Федерации		Федерации	Российской Федерации	технологий и техники в Российской Федерации	техники в Российской Федерации
УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Отсутствие умений	Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме
УМЕТЬ: проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Успешное и систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки
ВЛАДЕТЬ: навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации

ВЛАДЕТЬ: навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях					
ЗНАТЬ: перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Неполные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Полные и систематические знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Неполные знания о знаниях о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации
УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Отсутствие умений	Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме

