

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДАЮ:

Директор _____ Ведунова М.В.

« 30 » _____ августа 2018 г.

Рабочая программа дисциплины

Органическая химия

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность образовательной программы
«Экология»

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», является обязательной для освоения студентами в 3-м учебном семестре.

Дисциплина «Органическая химия» базируется на основе школьного курса органической химии, курсов «Химия: общая» и «Аналитическая химия» и является предшествующей для дисциплины «Биология: Биохимия». Студенты к моменту освоения дисциплины «Органическая химия» ознакомлены с принципами работы в химической лаборатории, в том числе методами приготовления растворов и выполнения простейших химических экспериментов, освоенными в рамках практики по получению первичных профессиональных навыков, а также лабораторных занятий предшествующих дисциплин.

Целями освоения дисциплины «Органическая химия» являются:

- формирование современных представлений о методах синтеза, анализа и реакционной способности основных классов органических соединений, а также важнейших механизмах протекания органических реакций;
- овладение методами синтеза и анализа органических соединений различных классов;
- получение практических навыков работы с органическими веществами и реактивами, а также аппаратурой для их синтеза и анализа;
- формирования представлений о воздействии органических соединений на окружающую среду.

Указанный курс должен способствовать формированию целостного восприятия всего блока химических дисциплин, преподаваемых студентам Института биологии и биомедицины, и призван способствовать более глубокому усвоению студентами лекционного курса «Биология: Биохимия».

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-2</i> владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (Базовый этап)	<i>З1 (ОПК-2)</i> Знать о важнейших механизмах протекания органических реакций, о воздействии органических соединений на окружающую среду; иметь представления о методах синтеза, анализа и реакционной способности основных классов органических соединений <i>У1 (ОПК-2)</i> Уметь пользоваться методами синтеза и анализа органических соединений различных классов <i>В1 (ОПК-2)</i> Владеть методами синтеза и анализа органических соединений различных классов; навыками работы с органическими веществами и реактивами, а также аппаратурой для их синтеза и анализа

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 104 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 68 часов занятия семинарского типа, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 76 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в том числе, 36 часов подготовки к экзамену).

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел I. Введение в органическую химию	21	2		4	6	15
Раздел II. Углеводороды и их производные	25	8		12	20	15
Раздел III. Спирты, фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты.	57	12		30	42	17
Раздел IV. Углеводы и азотсодержащие органические соединения	43	8		18	26	17
Раздел V. Гетероциклические соединения и алкалоиды	18	4		4	8	10
В т.ч. текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация – экзамен, 36 часов						

Содержание курса "ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ"

(наименование тем и детализация их содержания)

Раздел I. Введение в органическую химию.

Тема 1. Введение в органическую химию. Общие представления о строении органических молекул и методах их исследования

1.1. Исторический очерк развития теории строения органических соединений. Теория органического строения А. М. Бутлерова

1.2. Значение органической химии для развития биохимии, биологии, экологии и сельского хозяйства

1.3. Органическая химия как основа для создания новых материалов, пестицидов, лекарственных веществ. Органическая химия и экология.

- 1.4. Валентные состояния атома углерода. Гибридизация.
- 1.5. Типы химических связей и электронные эффекты в органических соединениях
- 1.6. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей. Реакционные частицы (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Понятие о нуклеофильных и электрофильных частицах. Карбены.
- 1.7. Изомерия органических соединений.
- 1.8. Способы установления строения органических молекул: элементный и функциональный анализ, физико-химические методы (ЯМР, ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ).
- 1.9. Классификация органических соединений

Раздел II. Углеводороды и их производные.

Тема 2. Ациклические углеводороды

- 2.1. Алканы.
 - 2.1.1. Номенклатура, Строение. Понятие о конфигурации и конформации.
 - 2.1.2. Физические свойства.
 - 2.1.3. Общая характеристика реакционной способности. Реакции свободно-радикального замещения. Окисление алканов.
- 2.2. Алкены.
 - 2.2.1. Номенклатура. Строение. Структурная и геометрическая изомерия.
 - 2.2.2. Физические свойства.
 - 2.2.3. Химические свойства алкенов с точки зрения электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Радикальные реакции с участием алкенов. Теломеризация. Полимеризация алкенов и их производных. Гидрирование и окисление алкенов. Оксосинтез.
- 2.3. Алкины,
 - 2.3.1. Номенклатура. Строение.
 - 2.3.2. Способы получения. Физические свойства.
 - 2.3.3. Общая характеристика реакционной способности и химические свойства.
- 2.4. Диеновые углеводороды.
 - 2.4.1. Классификация диенов и физические свойства.
 - 2.4.2. Реакционная способность сопряженных диенов: реакции электрофильного присоединения с их участием, диеновый синтез, полимеризация. Природный и синтетический каучуки.

Тема 3. Циклические углеводороды

- 3.1. Циклоалканы.
 - 3.1.1. Номенклатура циклов. Классификация циклических углеводородов.
 - 3.1.2. Строение циклоалканов. Устойчивость циклов.
 - 3.1.3. Химические свойства циклических углеводородов различного строения.
- 3.2. Ароматические углеводороды.
 - 3.2.1. Понятие ароматичности. Строение бензола. Изомерия производных бензола.
 - 3.2.2. Природные источники и методы получения ароматических углеводородов.
 - 3.2.3. Химические свойства бензола с точки зрения электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление электрофильного замещения. Окисление бензола и его гомологов. Реакции присоединения с участием бензола.
- 3.3. Многоядерные (полиядерные) ароматические соединения. Общая характеристика строения и реакционной способности.
- 3.4. Небензоидные ароматические системы.

3.5. Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводов и их производных. Экологические аспекты производства и утилизации ароматических углеводов.

Тема 4. *Галогенпроизводные углеводов.*

4.1. Классификация, изомерия, номенклатура.

4.2. Химические свойства.

4.2.1. Нуклеофильное замещение галогена на гидрокси-, алкокси-, нитрильную группу и т.п. Моно- и бимолекулярный механизм реакции.

4.2.2. Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева.

4.2.3. Получение металлоорганических соединений. Работы Вюрца, Гриньяра, Нижегородской школы химиков-элементооргаников.

4.3. Галогенпроизводные углеводов и окружающая среда.

Раздел III. Спирты, фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты.

Тема 5. *Спирты и их производные*

5.1. Номенклатура. Классификация.

5.2. Одноатомные спирты.

5.2.1. Физические свойства. Образование ассоциатов.

5.2.2. Химические свойства спиртов: реакции со щелочными металлами, магниорганическими соединениями, галогеноводородами; образование простых и сложных эфиров; дегидратация; окисление и дегидрирование. Качественные реакции на спирты.

5.2.3. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.

5.3. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин (получение, свойства, применение).

5.4. Простые эфиры.

5.4.1. Строение, изомерия, номенклатура.

5.4.2. Физические и химические свойства. Применение.

Тема 6. *Фенолы*

6.1. Строение фенола и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов.

6.2. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу.

6.3. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения и окружающая среда.

6.4. Медико-биологическое значение спиртов и фенолов.

Тема 7. *Карбонильные соединения.*

7.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.

7.2. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности.

7.3. Химические свойства карбонильных соединений.

7.3.1. Реакции нуклеофильного присоединения.

7.3.2. Взаимодействие с азотсодержащими соединениями.

7.3.3. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов.

7.3.4. Окисление карбонильных соединений. Восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канничиаро.

7.3.5. Качественные реакции на карбонильные соединения. Реакции, отличающие альдегиды и кетоны.

7.4. Непредельные альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств.

7.5. Бензальдегид, ацетофенон и бензофенон как представители ароматических альдегидов и кетонов.

7.6. Хиноны.

7.7. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других карбонильных соединений.

Тема 8. *Карбоновые кислоты и их производные*

8.1. Классификация. Номенклатура.

8.2. Предельные одноосновные карбоновые кислоты.

8.2.1. Строение карбоксильной группы. Влияние органического радикала на степень диссоциации карбоновых кислот. Ассоциация молекул кислот.

8.2.2. Способы получения. Физические свойства.

8.2.3. Химические свойства. Функциональные производные карбоновых кислот.

8.2.4. Биологическое значение карбоновых кислот и их производных.

8.3. Жиры. Мыла.

8.4. Предельные двухосновные кислоты.

8.4.1. Общая характеристика химических свойств.

8.4.2. Отдельные представители: щавелевая кислоты и ее производные; малоновая кислота и ее эфиры; адипиновая кислота и полиамидное волокно.

8.5. Непредельные карбоновые кислоты: строение и реакционная способность на примере акриловой и метакриловой кислот. Фумаровая и малеиновая кислоты.

8.6. Бензойная кислота как представитель ароматических карбоновых кислот: строение, методы получения и химические свойства. Фталевые кислоты и их производные.

8.7. Карбоновые кислоты и окружающая среда.

Тема 9. *Окси- и оксокислоты как полифункциональные органические соединения*

9.1. Оксикислоты.

9.1.1. Классификация. Номенклатура.

9.1.2.стереоизомерия на примере оксикислот. Понятие об асимметрическом синтезе.

9.1.3. Химические свойства оксикислот.

9.1.4. Отдельные представители оксикислот: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винные кислоты. Их биохимическое значение.

9.2. Альдегидо- и кетокислоты.

9.2.1. Пировиноградная кислота: получение, свойства и биологическое значение.

9.2.2. Ацетоуксусный эфир: строение и синтеза на его основе.

Раздел IV. Углеводы и азотсодержащие органические соединения

Тема 10. *Углеводы.*

10.1. Распространение в природе. Фотосинтез.

10.2. Классификация углеводов.

10.3. Моносахариды и их производные.

10.3.1. Важнейшие альдопентозы и альдогексозы. Строение, пиранозные и фуранозные циклы, α - и β -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации.

10.3.2. Свойства моносахаридов как полиоксиальдегидов на примере глюкозы.

10.3.3. Реакции удлинения и укорачивания цепи, Принципы установления структуры моноз.

10.3.4. Гликозиды и их значение в биологии.

10.3.5. Нуклеозиды, нуклеотиды, АТФ.

Тема 11. *Сложные сахара*

11.1. Олигосахариды

11.1.1. Дисахариды. Строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие биозы.

11.1.2. Химические свойства, нахождение в природе.

11.2. Полисахариды. Крахмал, целлюлоза, целлобиоза: строение, свойства, биологическое значение и применение.

Тема 12. *Нитросоединения и амины как азотсодержащие органические соединения.*

12.1. Номенклатура. Изомерия. Строение нитрогруппы.

12.1.1. Алифатические нитросоединения. Химические свойства нитроалканов.

Ациформа.

12.1.2. Нитробензол как представитель ароматических нитросоединений.

12. 2. Амины.

12.2.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.

12.2.2. Алифатические амины.

12.2.3. Физические свойства и строение. Четвертичные аммонийные соли. Амины как основания, влияние органического радикала на константу основности.

12.2.4. Реакционная способность и химические свойства аминов.

12.3. Анилин как представитель ароматических аминов.

12.3.1. Строение анилина, взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца.

12.3.2. Химические свойства: реакции по аминогруппе и по ароматическому кольцу.

12.3.4. Красители на основе анилина.

12.4. Сульфаниловая кислота. Сульфамидные препараты.

12.5. Биологическое значение аминов и их производных.

Тема 13. *Аминокислоты.*

13.1. Классификация. Изомерия. Строение. Аминокислоты как биполярные ионы. Изoeлектрическая точка.

13.2. Химические свойства аминокислот.

13.3. Отдельные представители аминокислот.

13.4. Пептиды и пептидная связь. Синтез полипептидов и расщепление белков.

13.5. Классификация белков. Понятие о составе и строении белков.

Раздел V. Гетероциклические соединения и алкалоиды

Тема 14. *Гетероциклические соединения.*

14.1. Классификация. Номенклатура.

14.2. Пятичленные гетероциклы.

14.2.1. Особенности строения пиррола, фурана, тиюфена. Цикл Юрьева.

14.2.2. Пиррол и его производные: электрофильное замещение, реакции по подвижному атому водорода, свойства пиррола как основания. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфилин. Гемоглобин.

14.2.3. Фуран. Химические свойства как диена и ароматического соединения.

14.2.4. Тиюфен и его химические свойства.

14.3. Шестичленные гетероциклы на примере пиридина.

14.3.1. Строение и химические свойства: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Пиридин как основание.

14.3.2. Производные пиридина (никотиновая кислота, витамин PP и др.).

14.4. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.

Тема 15. *Алкалоиды*

1.1. Классификация алкалоидов.

15.2. Алкалоиды группы пиридина и пипиридина.

15.3. Алкалоиды группы хинолина.

15.4. Алкалоиды группы тропана.

15.5. Алкалоиды группы морфина

15.6. Алкалоиды группы пурина.

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий (практических), на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные технологии: *информационные лекции* (последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами), *практическое занятие* (занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Технологии проблемного обучения: *проблемные лекции* (изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала);
3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: *лекции-визуализации* (изложение содержания сопровождается презентацией – демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

На практических занятиях выполняются тематические практические работы, на которых отрабатываются навыки практической работы с органическими соединениями, стеклянной химической посудой, методами приготовления и отбора проб и другими экспериментальными приемами, необходимыми для квалифицированной работы в лаборатории.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам (задания для контрольных работ представлены в п. 6.4);
- подготовка к собеседованиям (вопросы для собеседования представлены в п. 6.4);
- подготовка к коллоквиумам (задания для коллоквиумов представлены в п. 6.4);
- подготовка к решению заданий (задания представлены в п. 6.4);
- подготовка отчета по практическим работам;
- подготовка к экзамену.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и

материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Самоподготовка к семинарским занятиям

При подготовке к семинарскому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами.

На семинарских занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) ознакомиться с вопросами очередного семинарского занятия;
- 6) подготовить краткое выступление по каждому из вынесенных на семинарское занятие вопросу.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, которая включает подготовку к семинарским занятиям по отдельным главам курса, а также допусков к лабораторным работам и написание отчетов по лабораторным работам, которые представляются в письменном виде. Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку студента в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, а также в домашних условиях (общежитии ННГУ) с использованием ресурсов Интернета для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление отчетов по соответствующим темам лабораторных работ.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос с оценкой;
- Три коллоквиума по разделам (коллоквиум 1 – разделы I и II; коллоквиум 2 – раздел III; коллоквиум 3 – раздел IV);
- Семинар и контрольные работы по разделу «Гетероциклические соединения и алкалоиды»;
- Сдача теоретического допуска к лабораторной работе и проверка написания отчетов по ним.

Для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ и самостоятельного изучения материала рекомендуются методическое пособие и разработки кафедры:

Гришин Д.Ф., Павловская М.В. Практикум по органической химии. Руководство к практическим занятиям для студентов биологического факультета. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. 44 с.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

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, в которых участвует дисциплина «Органическая химия», приведены в таблице

ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
31 (ОПК-2) Знать о важнейших механизмах протекания	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного

органических реакций, о воздействии органических соединений на окружающую среду; иметь представления о методах синтеза, анализа и реакционной способности основных классов органических соединений				и	погрешностям и		материала без ошибок
У1 (ОПК-2) Уметь пользоваться методами синтеза и анализа органических соединений различных классов	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
В1 (ОПК-2) Владеть методами синтеза и анализа органических соединений различных классов; навыками работы с органическими веществами и реактивами, а также аппаратурой для их синтеза и анализа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответов обучающегося на теоретические вопросы курса, в том числе написание уравнений соответствующих реакций, знанием их механизмов и номенклатуры органических соединений, с последующим анализом ответов и разбором ошибок (недочетов) в рамках тематики курса.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие проверенные и зачтенные преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчеты по темам лабораторных работ.

Для проведения промежуточного контроля формирования компетенции используются:

1. Предоставление оформленных и принятых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчетов по лабораторным работам;
2. Ответ по билету.

Критерии оценивания экзамена

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, подтверждением этого является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов*.
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками (более 90% заданий выполнены безукоризненно). Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в написании реакции, названии соединений и т.п. (более 75% заданий выполнено правильно). Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.

Хорошо	В целом хорошая подготовка с некоторыми ошибками или недочетами (более 65% заданий выполнено правильно). Студент добросовестно работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос (не менее 50% заданий выполнено правильно).
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы более чем на 50% вопросов экзаменационного задания.
Плохо	Очень низкий уровень подготовки – менее 20% заданий выполнено правильно.

*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.

Требования к оформлению отчета. Отчет должен содержать:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткое теоретическое введение, включая уравнения химических реакций, характеризующие свойства изучаемых органических соединений, которым посвящена лабораторная работа;
- 4) экспериментальную часть;
- 5) выводы и список использованной при выполнении задания литературы.

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется на следующее после выполнения работы занятие.

Критерии оценки отчета

Отчет зачтен	Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным выше требованиям
Отчет не зачтен	Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости предусматривает систематический мониторинг качества получаемых студентами знаний и практических умений по всем разделам учебного плана, а также результатов самостоятельной работы над изучаемой дисциплиной-

Промежуточная аттестация по результатам работы студента в текущем периоде проходит в форме экзамена.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- контрольная работа;

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- собеседование;
- коллоквиум;
- задание;
- отчет по практическим работам.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Строение и химические свойства алканов и циклоалканов (на конкретных примерах). Механизм реакций радикального замещения
2. Строение, химические свойства и реакционная способность алкенов (на конкретных примерах). Механизм электрофильного присоединения
3. Строение, химические свойства и реакционная способность алкинов и алкадиенов (на конкретных примерах)
4. Ароматические углеводороды: строение и химические свойства. Реакции электрофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)
5. Галогенпроизводные углеводородов. Химические свойства и применение. Биологическая активность и воздействие окружающую среду. Реакции нуклеофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)
6. Спирты: строение, химические свойства (на конкретных примерах), биологическая активность
7. Фенолы: строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Применение в медицине
8. Строение карбонильной группы, химические свойства альдегидов и кетонов. Механизм реакции нуклеофильного присоединения (на конкретных примерах)
9. Карбоновые кислоты и их производные. Химические свойства и применение (на конкретных примерах)
10. Оксикислоты как полифункциональные соединения. Строения и химические свойства (на конкретных примерах). Стереизомерия на примере оксокислот
11. Оксокислоты: строение и реакционная способность (на конкретных примерах)
12. Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Строение и химические свойства (на конкретных примерах)
13. Амины и нитросоединения. Строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Медицинские препараты на основе ароматических аминов
14. Аминокислоты: строение и реакционная способность, синтез пептидов (на конкретных примерах)
15. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные гетероциклические ароматические соединения: строение и химические свойства (на конкретных примерах). Гетероциклы в природных соединениях

Примеры задач (заданий) для оценки владений компетенции «ОПК-2»

Раздел I. Введение в органическую химию.

Задание 1.

1. В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в алканах?
2. Рассмотрите типы связей и электронные эффекты в молекуле бутена-2.

- Какие частицы называются радикалами? Рассмотрите пространственное строение изопропильного радикала
- Изомерия органических соединений на примере C_4H_8 . Приведите структурные формулы и назовите изомеры
- Карбены и их реакционная способность

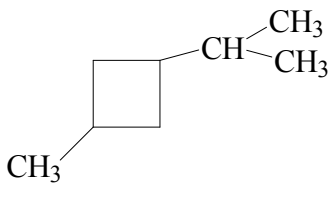
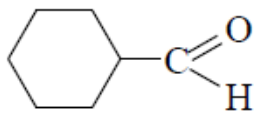
Задание 2.

- В каком состоянии гибридизации находятся атом углерода в алкенах? Ответ поясните на примере.
- Рассмотрите типы связей и электронные эффекты в молекуле ацетилена (этина).
- Какие частицы называются карбокатионами? Рассмотрите пространственное строение изобутильного карбокатиона
- Изомерия органических соединений на примере C_5H_{10} . Приведите структурные формулы и назовите изомеры
- Проведите сравнительный анализ σ - и π - связи в молекулах органических соединений с точки зрения реакционной способности

Примеры контрольных работ для оценки знаний компетенции «ОПК-2»

Вариант 1.

- Приведите названия органических соединений, формулы которых приведены ниже, по номенклатуре IUPAC

$ \begin{array}{c} C_2H_5 \\ \\ CH_3-CH_2-C-CH-CH \\ \quad \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \quad CH_3 \end{array} $ <p>а)</p>	$ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ C=C \\ \diagup \quad \diagdown \\ CH_3 \quad CH_2-CH-CH \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad CH_3 \quad CH_3 \end{array} $ <p>б)</p>
$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C-CH-CH-CH_3 \\ \\ C_4H_9 \end{array} $ <p>в)</p>	$ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH=CH_2 \\ \quad \\ H_3C-C=C-CH_2-CH_2-CH_3 \end{array} $ <p>г)</p>
 <p>д)</p>	 <p>е)</p>
$ \begin{array}{c} CH_3-CH-C-CH-CH_2-CH_3 \\ \quad \quad \\ CH_3 \quad O \quad CH_3 \end{array} $ <p>ж)</p>	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH_2-CH-COOH \end{array} $ <p>з)</p>
$ \begin{array}{c} CH_3-N-CH_2(CH_2)_3CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $ <p>и)</p>	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H_2N-CH-C-OH \\ \\ CH_3 \end{array} $ <p>к)</p>

2. Приведите формулы соединений и радикалов, названия которых приведены ниже:
а) этинил; б) гептадиен-1,3; в) *p*-нитротолуол; г) 3-гидроксипentan-2-овая кислота; д) пентанон-2
3. Приведите формулы изомеров для циклических соединений, имеющих общую формулу C_5H_{10} , и назовите их по номенклатуре IUPAC

**Вопросы для собеседования и коллоквиумов с целью оценки умений компетенции
«ОПК-2»**

1. Алканы. Номенклатура, Строение. Понятие о конфигурации и конформации. Общая характеристика реакционной способности. Реакции свободно-радикального замещения. Окисление алканов. Алканы и окружающая среда.
2. Алкены. Номенклатура. Строение. Структурная и геометрическая изомерия. Физические и химические свойства алкенов с точки зрения электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Радикальные реакции с участием алкенов. Теломеризация и полимеризация алкенов и их производных. Гидрирование и окисление алкенов. Оксосинтез.
3. Алкины. Номенклатура. Строение. Физические и химические свойства.
4. Диеновые углеводороды. Классификация диенов и их реакционная способность на примере сопряженных диенов: реакции электрофильного присоединения с их участием, диеновый синтез, полимеризация. Природный и синтетический каучуки.
5. Циклоалканы. Номенклатура и классификация циклических углеводородов. Строение циклоалканов. Устойчивость циклов. Химические свойства циклических углеводородов различного строения.
6. Ароматические углеводороды. Понятие ароматичности. Строение бензола. Изомерия производных бензола. Природные источники и методы получения ароматических углеводородов. Химические свойства бензола с точки зрения электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление электрофильного замещения. Окисление бензола и его гомологов. Реакции присоединения с участием бензола. Ароматические углеводороды и экология.
7. Многоядерные (полиядерные) ароматические соединения. Общая характеристика строения и реакционной способности. Небензоидные ароматические системы. Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводородов и их производных.
8. Галогенпроизводные углеводородов: классификация, изомерия, номенклатура. Химические свойства. Нуклеофильное замещение галогена на гидроксид-, алкокси-, нитрильную группу и т.п. Моно- и бимолекулярный механизм реакции. Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева. Получение металлоорганических соединений. Работы Вюрца, Гриньяра и Нижегородской школы химиков-элементооргаников. Галогенпроизводные углеводородов и окружающая среда.
9. Спирты и их производные: Номенклатура и классификация. Одноатомные спирты. Физические свойства и образование ассоциатов. Химические свойства спиртов: реакции со щелочными металлами, магниорганическими соединениями, галогеноводородами; образование простых и сложных эфиров; дегидратация; окисление и дегидрирование. Качественные реакции на спирты. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.

10. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин (получение, свойства, применение).
11. Простые эфиры. Строение, изомерия, номенклатура. Физические и химические свойства и применение.
12. Фенолы: строение фенола и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения в природе. Медико-биологическое значение спиртов и фенолов.
13. Карбонильные соединения: классификация, номенклатура и изомерия. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности. Химические свойства карбонильных соединений. Реакции нуклеофильного присоединения. Взаимодействие с азотсодержащими соединениями. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов. Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений.
14. Непредельные альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств.
15. Бензальдегид, ацетофенон и бензофенон как представители ароматических альдегидов и кетонов. Хиноны. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других карбонильных соединений.
16. Карбоновые кислоты и их производные. Классификация и номенклатура. Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Влияние органического радикала на степень диссоциации карбоновых кислот. Ассоциация молекул кислот. Химические свойства. Функциональные производные карбоновых кислот.
17. Биологическое значение карбоновых кислот и их производных. Жиры и мыла.
18. Предельные двухосновные кислоты. Общая характеристика химических свойств. Отдельные представители: щавелевая кислоты и ее производные; малоновая кислота и ее эфиры; адипиновая кислота и полнамидное волокно.
19. Непредельные карбоновые кислоты: строение и реакционная способность на примере акриловой и метакриловой кислот. Фумаровая и малеиновая кислоты.
20. Бензойная кислота как представитель ароматических карбоновых кислот: строение, методы получения и химические свойства. Фталевые кислоты и их производные.
21. Оксикислоты. Классификация. Номенклатура. Stereoизомерия на примере оксикислот. Понятие об ассиметрическом синтезе. Химические свойства оксикислот. Отдельные представители оксикислот: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винные кислоты. Их биохимическое значение.
22. Альдегидо- и кетокислоты. Пировиноградная кислота: получение, свойства и биологическое значение. Ацетоуксусный эфир: строение и синтезы на его основе
23. Углеводы. Распространение в природе. Фотосинтез. Классификация углеводов. Моносахариды и их производные. Строение, пиранозные и фуранозные циклы, α - и β -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации. Свойства моносахаридов как полиоксальдегидов на примере глюкозы. Реакции удлинения и укорачивания цепи.
24. Принципы установления структуры моноз. Гликозиды и их значение в биологии. Нуклеозиды, нуклеотиды, АТФ.
25. Олигосахариды, дисахариды. Строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие биозы. Химические свойства, нахождение в природе. Полисахариды. Крахмал, целлюлоза, целлобиоза: строение, свойства, биологическое значение и применение.

26. Нитросоединения: номенклатура, изомерия. Строение нитрогруппы. Алифатические нитросоединения. Химические свойства нитроалканов. Ациформа. Нитробензол как представитель ароматических нитросоединений.
27. Амины. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Алифатические амины. Физические свойства и строение. Амины как основания, влияние органического радикала на константу основности. Реакционная способность и химические свойства аминов.
28. Анилин как представитель ароматических аминов. Строение анилина, взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца. Химические свойства: реакции по аминогруппе и по ароматическому кольцу. Красители на основе анилина.
29. Сульфаниловая кислота. Сульфамидные препараты. Биологическое значение аминов и их производных.
30. Аминокислоты. Классификация. Изомерия. Строение. Аминокислоты как биполярные ионы. Изoeлектрическая точка. Химические свойства аминокислот. Отдельные представители аминокислот.
31. Пептиды и пептидная связь. Синтез полипептидов и расщепление белков. Классификация белков. Понятие о составе и строении белков.
32. Гетероциклические соединения. Классификация. Номенклатура. Пятичленные гетероциклы.
- Особенности строения пиррола, фурана, тиофена. Цикл Юрьева.
33. Пиррол и его производные: электрофильное замещение, реакции по подвижному атому водорода, свойства пиррола как основания. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфилин. Гемоглобин.
34. Фуран. Химические свойства как диена и ароматического соединения. Тиофен и его химические свойства.
35. Шестичленные гетероциклы на примере пиридина. Строение и химические свойства: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Пиридин как основание. Производные пиридина (никотиновая кислота, витамин PP и др.).
36. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.
37. Алкалоиды и их классификация. Алкалоиды группы пиридина и пипиридина. Алкалоиды группы хинолина. Алкалоиды группы тропана. Алкалоиды группы морфина. Алкалоиды группы пурина.
38. Органическая химия и окружающая среда.

Типовое экзаменационное задание по курсу «Органическая химия»

Напишите уравнения реакций с указанием промежуточных стадий и реакционных частиц, назовите исходные и конечные продукты реакций:

1. Алкан (приведена формула) + Cl_2 (при облучении) или HNO_3 (при нагревании) \rightarrow ?
2. Алкен (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) или H_2O (в кислой среде) \rightarrow ?
3. Алкин (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) или H_2O (в кислой среде) \rightarrow ?
4. Сопряженный диен (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) \rightarrow ?
5. Ароматический углеводород или производное ароматического углеводорода (приведена формула) + $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц., t) или H_2SO_4 (конц., t) или Cl_2 (в присутствии AlCl_3 или FeCl_3) или Br_2 (в присутствии AlBr_3 или FeBr_3) \rightarrow ?

6. Галогенпроизводное углеводорода (приведена формула) + H_2O (в щелочной среде) *или* HCN (в щелочной среде) \rightarrow ?
7. Спирт (приведена формула) + карбоновая кислота (приведена формула) (при нагревании в кислой среде) \rightarrow ?
8. Альдегид + аммиак (или амин или гидроксилламин или фенилгидразин) или альдольная конденсация на примере альдегида или кетона \rightarrow ?
9. Карбоновая кислота (приведена формула) + ? \rightarrow ангидрид (или хлорангидрид)
10. Приведите пример реакции нитрования (или сульфирования) с участием пиррола (или тиофена, или фурана, или пиридина)
11. Приведите пример восстанавливающей (или невосстанавливающей) биозы (дисахарида) и напишите реакцию гидролиза с ее участием
12. Рассмотрите оптическую изомерию органических соединений на примере аминокислот (или строение аминокислоты в кислой, нейтральной или щелочной среде) и отношение α -, β - и η -аминокислот к нагреванию.
13. Приведите открытую и циклическую (полуацетальную) форму для любой альдогексозы и рассмотрите ее реакцию с метанолом (или йодистым метилом, или фенолом, или ангидридом карбоновой кислоты)
14. Рассмотрите реакцию удлинения (или укорачивания) цепи на примере альдопентозы
15. Рассмотрите образование пептидной связи на примере аминокислотной кислоты (α -аминопропионовой кислоты или α -аминоуксусной кислоты), в том числе с защитой соответствующих функциональных групп
16. Органические соединения и окружающая среда

* Каждый экзаменационный билет (приведены в приложении к Фонду оценочных средств) включает 12-16 приведенных выше вопросов (заданий), охватывающих все разделы органической химии и характеризующих химические свойства *конкретных* органических соединений. При этом в заданиях экзаменационного билета приведены формулы *конкретных* соединений, на примере которых необходимо написать указанные реакции.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Андреева Н.Д. Дятлова К.Д. Тестовый контроль биологических знаний: Учебное пособие СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – 143с.
2. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
3. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД

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

а) основная литература:

1. Иванов В.Г., Гева О.Н. Органическая химия. Краткий курс. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М. – 2015. – 222 с. Доступна на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459210>

2. Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. Органическая химия. Части III-IV: учебное пособие. – М.:МПУ. – 2012. – 414 с. Доступна на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=757103>

б) дополнительная литература:

1. Гринберг И.И. Органическая химия. – М.: Изд-во Юрайт. – 2018. – 608 с. Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/CEEВ4FD1-3B56-4B94-8EC9-D41C36422030#page/1>
2. Каминский В.А. Органическая химия. В 2 ч. Часть 2. – М.: Изд-во Юрайт. – 2018. – 314 с. Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/4630527E-B5A1-4BB6-B43B-2D1E62269D58#page/2>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.

ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.

ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com.

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии два специализированных кабинета, оснащенных необходимым лабораторным оборудованием (стеклянная посуда и установки, электронагреватели, рефрактометры, аналитические и технические весы, термостаты, химические реактивы и т.п.). Оборудование кабинета при необходимости может быть дополнено мультимедийными средствами обучения (ноутбук с комплектом лицензионного обеспечения, необходимого для работы компьютерных программ, переносной проектор и экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование».

Автор

_____ д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН Д.Ф. Гришин

Рецензент

_____ зав. кафедрой органической химии ХФ, д.х.н., доцент А.Ю. Федоров

Зав. кафедрой химии нефти и нефтехимического синтеза ХФ,
д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН _____ Д.Ф. Гришин

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета
от _____ 2018 года, протокол № _____

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 30 августа 2018 года, протокол № 14.