

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

2 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2,3 Семестр 4,5

Экзамен 4 сем

Зачет 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 360.0 (академ. час), 10.00 (з.е)

Составитель Т.А. Родина, профессор, д-р хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

2 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

2 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

2 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

2 апреля 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов целостного естественнонаучного мировоззрения, развитие химического мышления, углубление, развитие и систематизация химических знаний, необходимых для освоения ряда изучаемых дисциплин и при решении практических вопросов в будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями органической химии, углубление и систематизация химических знаний;
- формирование способности использовать химические знания для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности.
- формирование навыков поиска научной информации в области органической химии и органического синтеза, работы с профессиональной литературой;
- формирование знаний о роли органического синтеза в развитии современной цивилизации, о вкладе органической химии в решении проблем устойчивого развития;
- формирование и развитие навыков планирования и проведения химического эксперимента, обработки экспериментальных данных и составление отчета о полученных экспериментальных результатах.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Органическая химия» входит в обязательную часть Блок 1 Дисциплины (модули) ФГОС ВО. Она тесно взаимосвязана с другими естественнонаучными дисциплинами: физикой, математикой, и базируется на ранее изученных химических дисциплинах: «Общая и неорганическая химия»; параллельно изучается с дисциплинами «Физическая химия» и «Коллоидная химия». Полученные знания необходимы для освоения дисциплин: «Химия и нефти и газа», «Химическая технология органических веществ», «Товарные нефтепродукты» и др.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ИД-2ОПК-1 Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций ИД-6ОПК-1 Умеет синтезировать органические соединения ИД-10ОПК-1 Владеет экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений

Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД-6ОПК-2 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической, органической, физической и коллоидной химии для решения профессиональных задач
------------------------------	--	---

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 10.00 зачетных единицы, 360.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Предмет органической химии. Теоретические основы органической химии	4	8				4						12	тест, коллоквиум
2	Предельные углеводороды	4	4				4						10	тест, домашнее задание, контрольная работа
3	Непредельные углеводороды	4	8				4						12	тест, домашнее задание, контрольная

16	Простая перегонка	5				8					2	защита лабораторной работы
17	Методы получения нитропроизводных. Расчет синтеза и синтез нитропроизводных	5				8					2	защита лабораторной работы
18	Методы получения галогенопроизводных. Расчет синтеза и синтез галогенопроизводных	5				8					2	защита лабораторной работы
19	Методы алкилирования и ацилирования. Расчет синтеза и синтез сложного эфира	5				8					2	защита лабораторной работы
20	Реакции восстановления. Расчет синтеза и синтез по реакциям восстановления	5				8					2	защита лабораторной работы
21	Реакции окисления. Расчет синтеза и синтез по реакциям окисления	5				8					2	защита лабораторной работы
22	Курсовая работа	5						2			21.8	защита курсовой работы
23	Зачет	5							0.2			
Итого			68.0	0.0	102.0	2.0	0.2	0.3	35.7	151.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Предмет органической химии. Теоретические основы органической химии	Изучение соединений углерода. Причины выделения органической химии в самостоятельную науку. Связь органической химии с другими науками. Основные сырьевые источники углеводородов: каменный уголь, нефть, природный и попутный газы. Понятие о методах

		<p>выделения, очистки и идентификации органических веществ. Классификация органических соединений. Понятие о функциональных группах. Гомологические ряды. Краткие сведения о развитии теоретических представлений в органической химии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Значение теории. Природа и типы химической связи в органических соединениях. Электронное строение атома углерода. Теория направленных валентностей. Три валентных состояния атома углерода. Тетраэдрическая, тригональная и диагональная гибридизация. Примеры соединений, длины связей и валентные углы. Энергия и длина простой, двойной и тройной связи в этане, этилене и ацетилене. Теория электронных смещений. Индуктивный эффект. Зависимость полярности Δ связи от электроотрицательности элементов. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Затухание индуктивного эффекта по цепи. Мезомерный эффект. Гиперконъюгация. Граничные структуры и мезоформула. Влияние индуктивного и мезомерного эффектов на физико-химические свойства. Изомерия. Определение. Структурная изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы. Пространственное строение органических соединений. Геометрическая изомерия на примере 2-бутена. Физические и химические свойства геометрических изомеров. Конформационная изомерия. Оптическая изомерия. Понятие о хиральности. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода, энантиомеры (антиподы), рацематы. Проекционные формулы Фишера, знак вращения и конфигурация. Правила для определения относительной и абсолютной конфигурации. Физические и химические свойства оптических изомеров. Классификация органических реакций. По направлению: присоединение (A), замещение (S), отщепление (E). По характеру реагирующих частиц: гомолитические (радикальные) и гетеролитические (нуклеофильные и электрофильные). Понятие о субстрате и реагенте, радикальных, нуклеофильных и электрофильных частицах. Номенклатура органических соединений. Виды номенклатуры. Правила международной номенклатуры.</p>
2	Предельные углеводороды	<p>Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные атомы углерода. Алкильные радикалы. Нахождение</p>

		<p>алканов в природе и их промышленное применение. Методы синтеза алканов: гидрирование алкенов, реакция Вюрца, реакция Вюрца-Гриньяра, синтез Кольбе, синтез Дюма. Промышленные способы получения и выделения алканов. Физические свойства алканов. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфоокисление и сульфохлорирование. Радикальный механизм реакции замещения. Окисление. Отщепление. Крекинг алканов, его значение. Понятие о термическом и каталитическом крекинге.</p>
3	Непредельные углеводороды	<p>Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула. Природа двойной связи. Номенклатура. Изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, геометрическая. Способы получения алкенов: дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов, дегалогенирование вицинальных дигалогеноалканов, гидрирование ацетиленовых углеводородов. Правило Зайцева. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения, механизм реакции. Гидрирование, галогенирование. Гидрогалогенирование. Правило Марковникова (статический и динамический фактор). Исключение из правила Марковникова, перекисный эффект Караша. Гидратация алкенов серноокислотная и каталитическая. Окисление без разрыва и с разрывом цепи. Полимеризация. Основные понятия о полимерах и мономерах. Полиэтилен, полипропилен. Диеновые углеводороды. Классификация и номенклатура. Изомерия. Электронное строение 1,3-бутадиена, схемы s- и p-связей, неполярный мезомерный эффект. Методы синтеза диенов с сопряженными двойными связями. Получение 1,3-бутадиена из бутан-бутеновой фракции крекинг-газов и изопрена из пентановой фракции нефти. Химические свойства диенов с сопряженными связями. Гидрирование. Гидрогалогенирование 1,3-бутадиена. Натуральный каучук, его строение. Пространственное строение натурального каучука и гуттаперчи. Синтетические каучуки. Ацетиленовые углеводороды. Гомологический ряд. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Электронное строение ацетилена. Физические свойства ацетиленовых углеводородов. Способы получения: получение ацетилена из карбида кальция, крекингом метана. Получение алкинов дегидрогалогенированием вицинальных дигалогенидов, дегалогенированием тетрагалогенидов. Химические свойства.</p>

		<p>Кислотные свойства алкинов: получение ацетиленидов натрия, тяжелых металлов. Реакции присоединения к алкинам: гидрирование, гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация (М.Г. Кучеров). Присоединение синильной кислоты и органических соединений: спиртов, уксусной кислоты. Применение продуктов присоединения для получения полимерных материалов. Полимеризация ацетилена. Применение ацетилена.</p>
4	Алициклические углеводороды	<p>Общая формула, классификация и номенклатура. Структурная и пространственная изомерия циклоалканов. Понятие о напряжении циклов. Стереохимический анализ причин различной устойчивости циклов. Образование циклов в ходе термических и каталитических превращений алканов, диеновый синтез, гидрирование циклоалкенов и аренов. Методы построения насыщенных циклов с использованием бифункциональных производных алканов (дигалогеналканы, дикарбоновые кислоты). Относительная устойчивость циклов и ее проявления в превращениях циклоалканов, специфика химических свойств циклопропана. Сравнение свойств циклоалканов со свойствами алканов и алкенов.</p>
5	Ароматические углеводороды	<p>Понятие об ароматичности. Источники ароматических соединений: нефть, каменноугольная смола, коксовый газ. Бензол. Молекулярная формула бензола, структурная формула Кекуле, ее недостатки. Электронное строение бензола, данные рентгеноструктурного анализа. Ароматическое сопряжение в бензоле, энергия мезомерии. Методы создания бензольного кольца: дегидрирование циклоалканов и циклоалкенов, дегидроциклизация алканов, циклотримеризация ацетилена. Пути химических превращений бензольного ядра. Присоединение: гидрирование. Окисление. Реакции замещения: алкилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования. Механизм электрофильного замещения в аренах. Гомологи бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Получение гомологов бензола. Реакция Вюрца-Фиттига. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу, алкилирующие реагенты. Тoluол, электронное строение. Влияние метильной группы на реакционную способность кольца и влияние кольца на реакционную способность метильной группы. Свойства алкилбензолов. Замещение. Окисление. Правила ориентации для реакций электрофильного замещения в бензольном кольце. Нарушение симметрии при введении заместителя в бензольное кольцо. Заместители первого и второго</p>

		<p>рода. Трактовка правил ориентации с точки зрения электронного строения молекулы. Многоядерные соединения с неконденсированными бензольными кольцами. Дифенил. Фенилметаны. Многоядерные соединения с конденсированными бензольными кольцами. Примеры соединений: нафталин, антрацен, бензпирен. Электронное строение нафталина. Изомерия. Источники получения. Квазиароматические свойства. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование. Реакции присоединения. Окисление. Сопоставление ароматических свойств бензола и нафталина.</p>
6	Гетероциклические соединения	<p>Определение, классификация гетероциклических соединений, их распространение в природе, значение. Пяти-членные гетероциклы: пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение, валентное состояние гетероатомов. Энергия мезомерии пятичленных гетероциклов. Взаимопревращения гетероциклов. Квазиароматические свойства гетероциклов. Реакции присоединения: гидрирование. Реакции электрофильного замещения. Сравнение реакционной способности бензола и пятичленных гетероциклов. Кислотные и основные свойства пиррола. Природные соединения, содержащие ядро пиррола. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, пиримидин. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина и пиримидина: витамины, азотистые основания, алкалоиды. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиримидин. Пурин. Пиримидиновые (тимин, урацил, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания, их биологическое значение.</p>
7	Галогенопроизводные углеводородов	<p>Строение и классификация галогенопроизводных. Моногалогенопроизводные алканов. Изомерия, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные алкилгалогениды. Электронное строение. Физические свойства. Получение галогеналканов: из алканов, спиртов, этиленовых и ацетиленовых углеводородов. Химические свойства. Реакции замещения галогена. Взаимодействие с водными растворами щелочей, спиртами, аминами, солями синильной кислоты. Правило Зайцева. Взаимодействие галогеналканов с металлами: натрием, цинком. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Винилхлорид, причина низкой реакционной способности, применение. Аллилхлорид, причина высокой реакционной способности. Галогенопроизводные бензола и его гомологов. Строение арилгалогенидов. Получение. Условия</p>

		галогенирования в ядро и в боковую цепь. Химические свойства. Замещение атома галогена. Сравнение химической активности галогена в кольце и в боковой цепи.
8	Гидроксильные производные углеводов. Спирты. Простые эфиры. Фенолы	<p>Одноатомные спирты алифатического ряда. Гомологический ряд, изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные спирты. Электронное строение этилового спирта. Физические свойства. Растворимость в воде. Межмолекулярная водородная связь в спиртах. Способы получения спиртов: гидролиз галогеналканов, гидратация алкенов, восстановление карбонильных соединений, синтез с применением реактива Гриньяра. Многообразие химических свойств спиртов. Кислотно-основные свойства спиртов. Сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Взаимодействие с металлами. Замещение гидроксогруппы. Взаимодействие с галогеноводородными кислотами, с галогенидами фосфора. Алкилирование спиртов, получение простых эфиров. Образование сложных эфиров минеральных кислот. Отщепление. Внутримолекулярная дегидратация, ориентация отщепления, правило Зайцева. Окисление спиртов. Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин. Получение. Химические свойства. Кислотно-основные свойства. Тринитрат глицерина. Глицерат меди. Строение, номенклатура, изомерия, физические свойства простых эфиров. Способы получения простых эфиров, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алкоголями (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов. Основные свойства, взаимодействие с галогеноводородными кислотами, серной кислотой. Расщепление, окисление. Абсолютный эфир. Применение эфиров. Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Электронное строение фенола. Взаимное влияние бензольного кольца и гидроксильной группы. Методы получения фенолов. Химические свойства. Реакции замещения в ядре: нитрование, галогенирование, алкилирование. Реакции гидроксильной группы: кислотные свойства, алкилирование, нуклеофильное замещение. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Различие свойств фенолов и ароматических спиртов. Качественная реакция на фенолы. Двухатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Использование фенолов в промышленности. Понятие о фенолформальдегидных смолах.</p>
9	Серосодержащие	Тиоспирты (меркаптаны). Строение,

	соединения	номенклатура. Получение из галогеноалканов. Превращение в дисульфиды и обратный переход. Тиоэфиры. Сравнение кислотных и основных свойств спиртов и тиоспиртов. Продукты окисления тиоспиртов и тиоэфиров.
10	Альдегиды и кетоны	Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Изомерия, номенклатура. Электронное строение карбонильной группы, ее влияние на углеводородный радикал. Полярность карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление и дегидрирование спиртов, пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот, гидролиз геминальных дигалогенопроизводных, гидратация ацетиленовых углеводородов. Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции присоединения к карбонильной группе. Примеры реакций: присоединение цианистоводородной кислоты, гидросульфита натрия, спиртов, аммиака и его производных. Реакции с участием α -водородного атома. Альдольная конденсация. Кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции. Восстановление альдегидов и кетонов в спирты. Окисление альдегидов и кетонов. Качественные реакции альдегидов: реакция серебряного зеркала, реакция Фелинга. Взаимодействие с пентахлоридом фосфора. Важнейшие представители. Применение. Ароматические альдегиды и кетоны: бензальдегид, ацетофенон, бензофенон.
11	Карбоновые кислоты и их производные	Строение и классификация карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы. Взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп. Предельные монокарбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Методы синтеза: окисление спиртов и альдегидов, гидролиз тригалогенопроизводных и нитрилов. Физические свойства карбоновых кислот. Межмолекулярные водородные связи. Химические свойства. Кислотные свойства. Сравнение кислотных свойств минеральных кислот, органических кислот, воды и спиртов. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы. Функциональные производные карбоновых кислот. Хлорангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры карбоновых кислот. Этерификация. Непредельные монокарбоновые кислоты. Способы получения α , β -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи, реакции присоединения и причины реализующейся в них ориентации. Пути использования акриловой, метакриловой кислот и

		<p>их производных; природные источники и практическое значение олеиновой кислоты. Жиры. Строение триглицеридов. Высшие жирные предельные и непредельные кислоты, входящие в состав жиров. Гидролиз жиров. Гидрирование. Мыла, получение из жиров. Ароматические монокарбоновые кислоты. Получение бензойной кислоты окислением толуола. Кислотные свойства, соли, декарбонирование. Влияние заместителей в бензольном кольце на кислотные свойства. Реакции по бензольному кольцу: нитрование. Применение бензойной кислоты и ее производных. Понятие о дикарбоновых кислотах. Общие химические свойства: кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп, образование производных по одной и обеим карбоксильным группам, смешанные производные. Сравнение кислотных свойств одноосновных и двухосновных кислот. Щавелевая кислота, как представитель дикарбоновых кислот. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования. Малоновая кислота. Натриймалоновый эфир, получение, электронное строение, использование для синтеза моно- и дикарбоновых кислот. Альдегидо- и кетокислоты. Ацетоуксусная кислота, ацетоуксусный эфир, строение. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира, кетонное и кислотное расщепление. Ароматические дикарбоновые кислоты: фталевые кислоты, применение. Строение и номенклатура сложных эфиров. Методы получения. Физические свойства. Химическое поведение сложных эфиров: каталитическое гидрирование, восстановление металлами, реакции с нуклеофилами (гидролиз и переэтерификация, реакции с аминами). Основные пути использования.</p>
12	<p>Азотсодержащие органические соединения. Нитросоединения. Амины. Азо- и диазосоединения. Аминокислоты</p>	<p>Электронное строение нитрогруппы. Номенклатура и физические свойства нитросоединений. Получение: нитрованием алканов, замещением галогена в галогеналканах. Таутомерия нитросоединений. Восстановление нитросоединений. Амины алифатического ряда. Изомерия. Номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины, электронное строение. Получение аминов: из галогеноалканов, восстановлением нитросоединений и нитрилов. Химические свойства аминов. Кислотно-основные свойства. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов. Реакции алкилирования аминов. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины. Аминокислоты, изомерия, номенклатура. Оптическая изомерия а-</p>

		<p>аминокислот. Химические свойства. Амфотерность, образование биполярных солей, образование солей при взаимодействии с кислотами и основаниями. Комплексные соли с ионами меди(II). Реакции по карбоксильной группе и по аминогруппе: Понятие о полипептидах. Природные полимеры – белки. Понятие о строении, структуре, свойствах белков. Классификация, изомерия и номенклатура ароматических аминов. Получение анилина из нитробензола и хлорбензола. Получение вторичных и третичных аминов. Физические свойства и электронное строение анилина. Химические свойства ароматических аминов. Реакции в ядре: галогенирование анилина, нитрование, сульфирование. Реакции аминогруппы: кислотные свойства, сопоставление со свойствами алифатических аминов и аммиака. Алкилирование аминогрупп. Реакции с азотистой кислотой. Диазотирование. Соли диазония, строение. Химические свойства диазосоединений: реакции с выделением и без выделения азота. Реакции Зандмейера. Реакция азосочетания, условия. Азосоединения, строение. Причины возникновения и изменения окраски.</p>
--	--	---

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Техника безопасности при работе с органическими веществами. Методы и приемы работы с органическими веществами, 2 часа	Правила поведения в лаборатории. Средства индивидуальной защиты. Техника безопасности при работе с органическими веществами. Методы и приемы работы с органическими веществами. Правила противопожарной безопасности.
Теоретические основы органической химии, 2 часа	Предмет органической химии. Фундаментальные теории органической химии: теория химического строения, теория гибридизации, теория электронных смещений, теория изомерии. Классификация органических соединений, реакций и реагентов. Номенклатура.
Предельные углеводороды, 4 часа	Получение и свойства предельных углеводородов. Реакции замещения. Радикальный механизм. Номенклатура.
Этиленовые углеводороды, 2 часа	Получение и свойства этиленовых углеводородов. Реакции присоединения и окисления. Электрофильный механизм. Номенклатура.
Ацетиленовые углеводороды, 2 часа	Получение и свойства ацетиленовых углеводородов. Реакции присоединения и окисления. Кислотные свойства. Электрофильный механизм. Номенклатура.
Ароматические углеводороды, 2 часа	Получение и свойства ароматических углеводородов. Реакции замещения.

	Электрофильный механизм. Номенклатура.
Правила замещения в бензольном кольце, 2 часа	Правила замещения в бензольном кольце. Заместители первого и второго рода.
Генетическая связь углеводов, 2 часа	Взаимосвязь классов углеводов. Решение практических задач.
Галогенопроизводные углеводов, 2 часа	Получение и свойства галогенопроизводных углеводов. Реакции замещения. Нуклеофильный механизм. Номенклатура.
Спирты. Простые эфиры, 2 часа	Физические и химические свойства одноатомных и многоатомных спиртов. Кислотные свойства. Качественная реакция на многоатомные спирты. Номенклатура. Этерификация. Простые эфиры. Номенклатура.
Фенолы, 2 часа	Физические и химические свойства одноатомных и многоатомных фенолов. Кислотные свойства. Реакции по бензольному кольцу. Качественная реакция на фенол. Номенклатура.
Альдегиды и кетоны, 2 часа	Получение и свойства альдегидов и кетонов. Реакции окисления. Качественные реакции на альдегидную группу. Номенклатура.
Карбоновые кислоты, 2 часа	Физические и химические свойства одноосновных и двухосновных кислот. Кислотные свойства. Номенклатура.
Производные карбоновых кислот. Сложные эфиры, 2 часа	Производные карбоновых кислот. Этерификация. Сложные эфиры. Жиры и мыла.
Амины жирного ряда, 2 часа	Получение и свойства алифатических аминов. Основные свойства. Качественные реакции на первичные амины. Номенклатура.
Аминокислоты, 2 часа	Физические и химические свойства аминокислот. Амфотерность. Образование комплексных соединений. Номенклатура.
Введение в лабораторную практику органического синтеза: знакомство с методами работы, посудой, приборами. Техника безопасности, 8 часов	Правила поведения в лаборатории. Средства индивидуальной защиты. Техника безопасности при работе с органическими веществами. Методы и приемы работы с органическими веществами. Правила противопожарной безопасности. Работа с ЛВЖ. Посуда для органического синтеза. Правила работы с посудой на шлифах. Классификация посуды и ее применение. Правила нагревания, типы нагревательных приборов. Установки для получения органических веществ, их сборка. Установки для фильтрования.
Методы идентификации органических соединений, 12 часов	Идентификация органических соединений. Способы установления чистоты и индивидуальности соединения. Определение плотности. Ареометрический и пикнометрический метод. Калибровка пикнометра. Рефрактометрический метод. Юстировка рефрактометра. Температурные поправки. Определение температуры кипения и плавления веществ. Капиллярный анализ.

Простая перегонка, 8 часов	Простая перегонка. Сборка установки. Перегонка смеси гексан- толуол. Определение фракционного состава. Расчет теоретического и практического выхода. Идентификация продуктов перегонки. Построение кривой разгонки.
Методы получения нитропроизводных. Расчет синтеза и синтез нитропроизводных, 8 часов	Процессы нитрования. Получение динитробензола. Нитрующая смесь. Техника безопасности. Сборка установки для нитрования. Очистка продукта синтеза. Расчет синтеза. Определение теоретического и практического выхода. Идентификация продукта.
Методы получения галогенопроизводных. Расчет синтеза и синтез галогенопроизводных, 8 часов	Процессы галогенирования. Получение бромистого этила. Галогенирующие агенты. Техника безопасности. Сборка установки для галогенирования. Очистка продукта синтеза. Расчет синтеза. Определение теоретического и практического выхода. Идентификация продукта.
Методы алкилирования и ацилирования. Расчет синтеза и синтез сложного эфира, 8 часов	Процессы алкилирования и ацилирования. Этерификация. Получение этилацетата. Алкилирующие и ацилирующие агенты. Техника безопасности. Сборка установки для синтеза. Очистка продукта синтеза. Расчет синтеза. Определение теоретического и практического выхода. Идентификация продукта.
Реакции восстановления. Расчет синтеза и синтез по реакциям восстановления, 8 часов	Процессы восстановления. Восстановители. Получение фенилгидроксиламина. Техника безопасности. Сборка установки для синтеза. Очистка продукта синтеза. Расчет синтеза. Определение теоретического и практического выхода. Идентификация продукта.
Реакции окисления. Расчет синтеза и синтез по реакциям окисления, 8 часов	Процессы окисления. Окислители. Получение бензойной кислоты окислением толуола. Техника безопасности. Сборка установки для синтеза. Очистка продукта синтеза. Расчет синтеза. Определение теоретического и практического выхода. Идентификация продукта.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Предмет органической химии. Теоретические основы органической химии	подготовка к тесту, коллоквиуму	12
2	Предельные углеводороды	подготовка к тесту, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе, к лабораторной работе	10
3	Непредельные углеводороды	подготовка к тесту, выполнение домашнего задания, подготовка к	12

		контрольной работе, к лабораторной работе	
4	Алициклические углеводороды	конспект	6
5	Ароматические углеводороды	подготовка к тесту, к контрольной работе, к лабораторной работе	12
6	Гетероциклические соединения	конспект	6
7	Галогенопроизводные углеводов	подготовка к тесту, к лабораторной работе, конспект	6
8	Гидроксильные производные углеводов. Спирты. Простые эфиры. Фенолы	подготовка к тесту, к контрольной работе, к лабораторной работе	12
9	Серосодержащие соединения	конспект	4
10	Альдегиды и кетоны	подготовка к тесту, к контрольной работе, к лабораторной работе	10
11	Карбоновые кислоты и их производные	подготовка к тесту, к контрольной работе, к лабораторной работе	14
12	Азотсодержащие органические соединения. Нитросоединения. Амины. Азо- и диазосоединения. Аминокислоты	подготовка к тесту, к лабораторной работе	10
13	Введение в лабораторную практику органического синтеза: знакомство с методами работы, посудой, приборами. Техника безопасности при проведении лабораторных работ	подготовка к лабораторной работе	2
14	Методы идентификации органических соединений	подготовка к лабораторной работе	2
15	Простая перегонка	подготовка к лабораторной работе	2
16	Методы получения нитропроизводных. Расчет синтеза и синтез нитропроизводных	подготовка к лабораторной работе	2

17	Методы получения галогенопроизводных. Расчет синтеза и синтез галогенопроизводных	подготовка к лабораторной работе	2
18	Методы алкилирования и ацилирования. Расчет синтеза и синтез сложного эфира	подготовка к лабораторной работе	2
19	Реакции восстановления. Расчет синтеза и синтез по реакциям восстановления	подготовка к лабораторной работе	2
20	Реакции окисления. Расчет синтеза и синтез по реакциям окисления	подготовка к лабораторной работе	2
21	Курсовая работа	работа с литературой, проведение расчетов, синтеза, оформление отчета	21.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Организация образовательного процесса по дисциплине включает модульно-рейтинговое обучение, технологию развивающего обучения, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения: лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-визуализация, интерактивная лабораторная работа.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта, личный кабинет), использование электронных учебных изданий, применение электронных форм тестирования, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий.

Используются следующие методы и формы обучения:

- методы устного изложения: рассказ, объяснение, лекция, беседа;
- наглядные методы: демонстрационный эксперимент, презентации, демонстрация моделей, иллюстрация схем, таблиц, графиков;
- методы закрепления изучаемого материала: работа с учебной литературой, лабораторные работы, выполнение упражнений;
- методы самостоятельной работы: работа с учебной литературой, лабораторные работы, выполнение упражнений, подготовка конспектов, выполнение курсовой работы;
- методы проверки и оценки знаний, умений и навыков: устный опрос (индивидуальный, фронтальный), коллоквиумы, контрольные работы, самостоятельные работы, тестовый контроль, проверка домашних работ.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие

процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Органическая химия».

Экзаменационные вопросы

1 Предмет органической химии. Основные сырьевые источники органических соединений. Строение атома углерода. Многообразие органических соединений. Явление гомологии и изомерии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова.

2 Природа связи в органических соединениях и ее основные характеристики. Теория направленных валентностей. Три валентных состояния атома углерода. Примеры соединений, длина связей и валентные углы. Энергия и длина простой, двойной и тройной связи.

3 Теория электронных смещений. Индуктивный и мезомерный эффекты. Их влияние на физические и химические свойства. Типы заместителей.

4 Изомерия: структурная, геометрическая, конформационная. Физические и химические свойства изомеров.

5 Оптическая изомерия. Понятие о хиральности. Энантиомеры, рацематы. Относительная и абсолютная конфигурация.

6 Классификация органических соединений. Классификация органических реакций. Типы реагентов.

7 Алканы. Изомерия, номенклатура. Алкильные радикалы. Способы получения алканов. Реакции замещения. Цепной радикальный механизм.

8 Алкены, электронное строение, номенклатура, изомерия. Способы получения. Правило Зайцева.

9 Химические свойства алкенов. Реакции присоединения. Правило Марковникова. Окисление алкенов. Полимеризация.

10 Диеновые углеводороды. Классификация, номенклатура. Электронное строение сопряженных диенов. Методы синтеза диенов с сопряженными двойными связями. Химические свойства. Натуральный и синтетический каучук.

11 Ацетиленовые углеводороды. Изомерия, номенклатура. Электронное строение. Способы получения. Физические и химические свойства. Кислотные свойства. Реакции присоединения. Применение.

12 Циклоалканы. Строение, номенклатура, изомерия. Устойчивость циклов. Методы получения и особенности химического поведения.

13 Понятие об ароматичности. Источники ароматических соединений. Бензол и его строение. Формула Кекуле. Электронное строение бензола. Методы создания бензольного кольца.

14 Пути химических превращений бензольного кольца. Реакции замещения: алкилирование, галогенирование, сульфирование, нитрование. Присоединение. Окисление.

15 Гомологи бензола. Изомерия, номенклатура. Получение гомологов бензола. Толуол, электронное строение. Свойства гомологов бензола. Реакции замещения. Окисление.

16 Правила замещения в бензольном ядре. Электронная трактовка правил ориентации. Влияние заместителей на активность ядра. Классификация заместителей.

17 Многоядерные соединения. Нафталин. Электронное строение. Изомерия. Квазиароматические свойства. Реакции замещения. Присоединение. Окисление. Применение нафталина и его производных.

18 Пятичленные гетероциклы. Электронное строение. Взаимопревращения гетероциклов. Квазиароматические свойства гетероциклов. Реакции замещения.

19 Шестичленные гетероциклы. Пиридин, пиримидин. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина и пиримидина: витамины, азотистые основания, алкалоиды.

20 Моногалогенопроизводные алканов. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Химические свойства. Причина высокой химической активности этих соединений. Реакции замещения галогена. Реакции отщепления.

- 21 Непредельные алкилгалогениды. Классификация. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства. Сравнение химической активности винилхлорида и аллилхлорида. Применение.
- 22 Одноатомные спирты предельного ряда. Номенклатура, изомерия. Электронное строение. Физические свойства. Способы получения спиртов.
- 23 Химические свойства предельных одноатомных спиртов. Кислотно-основные свойства. Нуклеофильное замещение гидроксогруппы. Реакции отщепления. Окисление спиртов.
- 24 Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Их свойства и использование.
- 25 Простые эфиры. Строение, номенклатура, физические свойства. Методы получения. Химические свойства. Применение.
- 26 Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Химические свойства фенолов. Взаимное влияние бензольного ядра и гидроксильной группы в молекуле фенола. Различие свойств фенолов и спиртов. Фенолформальдегидные смолы.
- 27 Альдегиды и кетоны. Электронное строение карбонильной группы. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов. Способы получения.
- 28 Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе. Реакции с участием π водородного атома. Окислительно-восстановительные реакции.
- 29 Строение и классификация карбоновых кислот. Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия. Электронное строение карбоксильной группы. Способы получения. Физические свойства.
- 30 Химические свойства карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства. Производные карбоновых кислот. Ангидриды и хлорангидриды. Сложные эфиры, этерификация. Амиды карбоновых кислот.
- 31 Непредельные монокарбоновые кислоты. Способы получения α -, β -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи, реакции присоединения. Применение акриловой, метакриловой кислот и их производных.
- 32 Жиры. Строение триглицеридов. Высшие жирные предельные и непредельные кислоты, входящие в состав жиров. Гидролиз жиров. Гидрирование. Мыла, получение из жиров.
- 33 Ароматические монокарбоновые кислоты. Получение бензойной кислоты окислением толуола. Кислотные свойства, соли, декарбоксилирование. Влияние заместителей в бензольном кольце на кислотные свойства. Реакции по бензольному кольцу: нитрование. Применение бензойной кислоты и ее производных.
- 34 Понятие о дикарбоновых кислотах. Сравнение кислотных свойств одноосновных и двухосновных кислот. Щавелевая кислота, как представитель дикарбоновых кислот. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования. Дикарбоновые ароматические кислоты, их применение.
- 35 Номенклатура и физические свойства нитросоединений. Электронное строение нитрогруппы. Получение: нитрованием алканов, замещением галогена в галогеналканах. Таутомерия нитросоединений. Восстановление нитросоединений.
- 36 Амины жирного ряда. Строение, классификация, номенклатура. Способы получения, химические свойства.
- 37 Аминокислоты, строение, классификация, изомерия, номенклатура. Получение аминокислот, химические свойства. Полипептиды. Белки.
- 38 Ароматические амины. Строение, номенклатура. Методы получения. Химические свойства: реакции бензольного кольца и аминогруппы.
- 39 Тиоспирты (меркаптаны). Строение, номенклатура. Получение из галогеноалканов. Превращение в дисульфиды и обратный переход. Тиоэфиры. Сравнение кислотных и основных свойств спиртов и тиоспиртов. Продукты окисления тиоспиртов и тиоэфиров.
- Вопросы к зачету
1. Нитрование ароматических углеводородов. Условия проведения нитрования.

Нитрование азотной кислотой и нитрующей смесью – генерирование нитроний-катиона.

2. Факторы, влияющие на количественное соотношение орто- и пара-изомеров при нитровании монозамещенных производных бензола.

3. Галоидирующие реагенты и их использование при введении атомов галогена в органические соединения.

4. Методы замещения гидроксильной группы в спиртах на галоген.

5. Алкилирование ароматических соединений по реакции Фриделя-Крафтса. Механизм реакции; алкилирующие агенты, катализаторы. Побочные реакции при алкилировании ароматических соединений.

6. Методы получения амидов карбоновых кислот – ацилирование аммиака и аминов галогенангидридами и ангидридами кислот, аммонолиз сложных эфиров.

7. Методы получения диарилловых эфиров нуклеофильным замещением атомов галогена в арилгалогенидах. Условия проведения реакций.

8. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов. Восстанавливающие агенты, условия реакций. Побочные реакции при восстановлении альдегидов и кетонов.

9. Синтез аминов восстановительным аминированием альдегидов и кетонов; восстановлением оксимов, нитрилов и амидов кислот.

10. Окисление непредельных соединений по С=C-связи – получение α-окисей (реакция Н.А. Прилежаева); гидроксילирование (действие KMnO_4 в щелочной среде, пероксида водорода).

11. Окисление непредельных соединений с расщеплением углеродного скелета по С=C-связи (озонирование, действие сильных окислителей).

12. Окисление альдегидов кислородом воздуха и химическими реагентами (перманганат калия в щелочной и кислой средах; азотная кислота; оксид серебра; диоксид селена).

13. Окисление кетонов – окислительное расщепление (правило А.Н. Попова); действие гипобромита и гипохлорита натрия.

Примерные темы курсовых работ

1. Синтез и свойства бромистого этила.

2. Синтез и свойства м-динитробензола.

3. Синтез бензилового эфира уксусной кислоты.

4. Синтез и свойства изопропилацетата.

5. Синтез п-нитробензойной кислоты.

6. Синтез и свойства дибутилового эфира.

7. Синтез и изучение свойств изопропилового эфира бензойной кислоты.

8. Синтез и свойства бромбензола.

9. Синтез и свойства изоамилацетата.

10. Синтез и свойства о-нитротолуола.

11. Синтез и изучение свойств бензойной кислоты

13. Синтез и свойства пропилацетата.

14. Синтез и свойства этилпропионата.

15. Синтез и свойства изопропилформиата.

Критерии оценки

К экзамену и зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, выполнившие домашние задания, при условии сдачи коллоквиума, контрольных, самостоятельных и проверочных работ не ниже, чем на удовлетворительную оценку. Студент на момент сдачи экзамена и зачета не должен иметь неудовлетворительных оценок.

Экзамен сдается по экзаменационным билетам или тестам, утвержденным на заседании кафедры. Экзамен по билетам сдается устно, по тестам – письменно. На подготовку по билету отводится один академический час. При подготовке студент может пользоваться таблицами, плакатами, другим наглядным материалом по дисциплине. При оценке ответа оценивается не только качество теоретических знаний, но и уровень владения терминологией, химическими формулами, умение делать

выводы, объяснять свойства веществ в зависимости от их строения. Зачет сдается в форме собеседования по предложенным вопросам. Проведение экзамена и зачета может осуществляться с использованием ЭИОС вуза.

Оценка «отлично» («зачтено») ставится, если студент показал свободное владение материалом, умение записывать химические формулы и уравнения, владение химической номенклатурой и терминологией, знание основополагающих законов и умений их применять для решения конкретных задач. Допускается 1-2 небольшие ошибки, исправленные при указании преподавателя.

Оценка «хорошо» («зачтено») ставится, если студент достаточно полно освещает материал. Умеет записывать химические формулы и химические уравнения, пользуется номенклатурой, знает основные свойства веществ и закономерности протекания химических процессов, но допускает при ответе неточности, затрудняется при решении задач. Допускается 1-2 ошибки.

Оценка «удовлетворительно» («зачтено») ставится при знании основных понятий, законов, определений, закономерностей протекания химических реакций, но студент затрудняется при написании химических уравнений протекающих процессов, недостаточно владеет номенклатурой и терминологией, неполно излагает теоретический материал, допускает существенные ошибки в ответе.

Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») ставится при отсутствии ответа на вопросы или при проявлении студентом слабых, неполных, отрывочных знаний, при неумении использовать терминологию, химические формулы, не знании наиболее важных законов и закономерностей, неумении их применять для решения расчетных задач.

Прием и передача экзамена и зачета осуществляется на основании Положения о курсовых зачетах и экзаменах АмГУ.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Грандберг И.И. Органическая химия: учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. – 9-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2022. – 608 с. – Режим доступа: [http:// e.lanbook.com/ book/195669](http://e.lanbook.com/book/195669)
2. Щеголев, А.Е. Органическая химия. Механизмы реакций: учебное пособие / А.Е. Щеголев, Н.М. Чернов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 132 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/215771>
3. Горленко В.А. Органическая химия. Часть I-II: учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. – М.: Прометей, 2012. – 294 с. – Режим доступа: [http:// www.iprbookshop.ru/18592](http://www.iprbookshop.ru/18592).
4. Горленко В.А. Органическая химия. Часть III-IV: учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. – М.: Прометей, 2012. – 414 с. – Режим доступа: [http:// www.iprbookshop.ru/18593](http://www.iprbookshop.ru/18593).
5. Горленко В.А. Органическая химия. Части V-VI: учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. – М.: Прометей, 2012. – 398 с. – Режим доступа: [http:// www.iprbookshop.ru/24007](http://www.iprbookshop.ru/24007) .
6. Зонов, Я.В. Органическая химия. Сборник задач и упражнений: учебное пособие / Я.В. Зонов, Е.В. Пантелеева, В.А. Резников. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 312 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/147232>
7. Березин, Д.Б. Органическая химия: учебное пособие / Д.Б. Березин, О.В. Шухто, С.А. Сырбу – СПб.: Лань, 2021. – 240 с. – Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/ book/168629](https://e.lanbook.com/book/168629)
8. Зайцев, М.А. Лабораторные работы по органическому синтезу: учебно-методическое пособие / М.А. Зайцев. – СПб.: Лань, 2017. – 69 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134608>
9. Лабораторный практикум по органической химии: учеб. пособие для направления

подготовки 18.03.01 "Химическая технология" / Т.А. Родина, Ю.А. Гужель; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. – 68 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/8957.pdf.

10. Лабораторный практикум по органическому синтезу: учеб. пособие для направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология" / АмГУ, ИФФ; сост. Т.А. Родина. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. – 56 с. – Режим доступа: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11133.pdf.

11. Методические рекомендации к выполнению курсовой работы по дисциплине "Органическая химия": метод. пособие для направления подготовки 18.03.01 "Хим. технология" / Т.А. Родина; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2019. – 21 с. – http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11138.pdf.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	http://www.iprbookshop.ru	Электронная библиотечная система включает учебные материалы для ВУЗов по научно- гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам.
3	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://www.xumuk.ru/	Поисковая база по химии
2	http://www.rushim.ru/books/books.htm	Сайт электронных учебников и пособий по химии, в том числе, по органической химии и органическому синтезу
3	http://www.chemsynthesis.com/	ChemSynthesis является свободно доступной базой данных о химических веществах. Содержит ссылки на вещества, их синтез и физические свойства

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Специализированная лаборатория «Органической химии и органического синтеза». Лабораторное оборудование, посуда и реактивы для проведения лабораторного практикума, установки для проведения синтеза, выделения и очистки органических веществ. Оборудование для качественного и количественного анализа органических веществ. Таб-лицы, модели, плакаты, видеофильмы.

При проведении лекционных занятий используется следующее оборудование: проектор, ноутбук. При проведении лабораторных работ используются следующие приборы: вытяжные и сушильные шкафы, муфельная печь, электрические плитки, водяные бани, центрифуги, магнитные мешалки; а также химическая посуда, оборудование и реактивы.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.