

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
декан естественно-
географического факультета



С.В. Жеглов
«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия

Уровень основной профессиональной образовательной программы

Бакалавриат

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Нефтехимия

Форма обучения Очная

Сроки освоения ОПОП Нормативный, 4 года

Факультет (институт) Естественно-географический

Кафедра Химии

Рязань, 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями освоения дисциплины (модуля)

Органическая химия

являются формирование навыков, способностей и компетенций студентов в области базовых теоретических знаний органической химии, раскрытие смысла основных закономерностей превращений органических соединений, умение пользоваться основными механизмами реакций и предсказывать направления реакций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина (модуль) Органическая химия

относится к обязательной части Блока 1.

(обязательной части или части, формируемой участниками образовательных отношений)

2.2. Для изучения данной дисциплины (модуля) необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Неорганическая химия

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Органический синтез

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Код и содержание компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|--|--|---|---|---|
| | | | Знать | Уметь | Владеть (навыками) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений | ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов | Основы экспериментальной работы, методы синтеза органических соединений. | Интерпретировать, систематизировать данные экспериментов | Навыками составления аналитических обзоров по заданной тематике |
| . | | ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | Основные теоретические разделы органической химии, а также актуальные направления в области современной органической химии. | Применять теоретические знания на практике для самостоятельно проведения экспериментов, анализировать, полученные результаты. | Навыками проведения химического эксперимента, математическими методами моделирования в органической химии |
| | | ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных | Основные законы и актуальные направления органической химии. Современное | Использовать теоретические знания на практике для планирования эксперимента на | Навыками составления собственных синтетических и аналитических методик на основе |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|
| | | экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности | состояние науки в области органической химии | основе анализа литературных данных; анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы | ранее опубликованных литературных данных |
| 2 | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности | Технику безопасности при работе в химической лаборатории, правила хранения и утилизации реактивов, первую помощь при отравлениях, ожогах. | Применять безопасные приемы при работе с органическими реактивами и химическими приборами. | Способами безопасного обращения с химическими реагентами с учетом их физических и химических свойств. |
| . | | ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик | основные методы и приёмы экспериментальной работы; названия и назначение химической посуды и оборудования для проведения синтетических работ. | Применять навыки сборки химических установок, способы выделения и очистки вещества | навыками планирования и осуществления синтеза органических соединений; способами выделения, очистки и анализа целевого соединения. |
| | | ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе | Свойства органических соединений, методы получения, идентификации и исследования свойств | применять теоретические знания по особенностям строения органических | Различными методиками планирования проведения аналитического эксперимента |

| | | | | | |
|----|--|---|--|--|--|
| | | | веществ (материалов) | соединений различных классов при определении их качественного, количественного и фазового состава | методами обработки его результатов |
| | | ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования | Теоретические основы традиционных и новых разделов органической химии, передовые направления и современные теории в области исследования классов органических соединений | Самостоятельно работать с научным оборудованием, решать возникающие вопросы, связанные с теоретическими и эмпирическими аспектами исследования | Навыками работы на современной аппаратуре, применяемой в синтезе и идентификации веществ (материалов) |
| 3. | ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники | ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности | Инструменты и методы математического моделирования для разрешения структуры и свойств органических соединений. | Применять методы математического моделирования для описания строения и реакционной способности органических веществ. | Основными методами полуэмпирических расчетов для решения профессиональных задач |
| . | | ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности | Строение и структурные особенности органических соединений. Основы физико-химических методов и типы профессиональных программ, необходимых для | Работать со стандартными и профессиональным и программами для решения химических задач различной направленности | Навыками работы с программным обеспечением для решения профессиональных задач, связанных с моделированием структуры молекул и обработкой результатов |

| | | | | | |
|----|--|---|--|---|---|
| | | | интерпретации полученных результатов | | инструментальных методов исследования |
| 4. | ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе | ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке | Правила оформления стандартной отчетной формы | Интерпретировать результаты методики синтеза органических веществ и их анализа, с привлечением инструментальных методов исследования | Навыками систематизирования, актуализации информации для составления отчетов по заданной тематике |
| | | ОПК-6-2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры | Основные нормы и требования для оформления публикаций в отечественных и зарубежных журналах. | Собирать, систематизировать и анализировать научную литературу по заданной теме; пользоваться электронными и интернет-версиями баз данных; проводить статистическую обработку данных с использованием линейных и нелинейных методов анализа и стандартного программного обеспечения | Навыками целенаправленного сбора литературы и анализа научной литературы, в том числе с использованием современных информационных технологий методами обработки результатов эксперимента с привлечением информации из тематических баз данных |
| | | ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде | Принципы обработки полученных в | Обобщать литературные и | Навыками изложения информации в виде |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| | | тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе | исследовании результатов, представление их в информационном виде | экспериментальные данные | тезисов в соответствии с правилами и нормами, установленными в химическом сообществе |
| | | ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках | Основы работы в профессиональных графических редакторов | Самостоятельно строить процесс овладения информацией, ее обработки и структурирования для выполнения профессиональной деятельности. | Навыками работы химических графических редакторах, программах составления презентаций powerpoint |

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|------------|------------|------------|--|
| | | № 5 часов | № 6 Часов | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 394 | 234 | 160 | | |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции (Л) | 120 | 72 | 48 | | |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) | | | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 274 | 162 | 112 | | |
| Иные виды занятий | | | | | |
| 2. Самостоятельная работа студента (всего) | 110 | 54 | 56 | | |
| 3. Курсовая работа (при наличии) | КП | | | | |
| | КР | | | | |
| Вид промежуточной аттестации | зачет (З), | 72 | 36 | 36 | |
| | экзамен (Э) | | Э | Э | |
| | | | | | |
| ИТОГО: общая трудоемкость | часов | 576 | 324 | 252 | |
| | зач. ед. | 16 | 9 | 7 | |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

| № семестра | № раздела | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание раздела в дидактических единицах |
|------------|-----------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 1 | <p>Введение</p> <p>Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях.</p> <p>Электронные эффекты.</p> <p>Кислоты и основания.</p> <p>Стереохимия органических соединений. Физические методы исследования в органической химии</p> | <p>Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и электронные формулы. Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Гомология.</p> <p>Основные функциональные группы и классы органических соединений. Заместительная номенклатура ЮПАК. Основные принципы построения названий органических соединений, родоначальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений. Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях. Типы химических связей в органических соединениях(σ, π-связь).</p> <p>Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.</p> <p>Гомолитический, гетероциклический разрыв связей.</p> <p>Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц(радикалы, карбокатионы, карбанионы). Кислоты и основания(Бренстед, Льюис).</p> <p>Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия(на примере спиртов, альдегидов, кетонов, кислот и аминов). Константа кислотности(pK_a). Влияние</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>заместителей на кислотность и основность органических соединений. Природа индуктивного эффекта. Классификация основных заместителей по знаку и относительной величине(сильный, слабый) индуктивного эффекта. Природа резонансного(мезомерного) эффекта. Способы обозначения индуктивного и резонансного эффекта(резонансные структуры, кривые стрелки). Правила написания резонансных структур Примеры групп с+M, -M эффектами. Анализ влияния заместителей(сочетание индуктивного и резонансного эффектов, только индуктивные заместители, примеры заместителей с противоположными эффектами) на типичные свойства(стабильность катионов, анионов, кислотность и основность) органических соединений. Изображение тетраэдрического атома углерода в проекции на плоскости. Клиновидные проекции, «лесопильные козлы», проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Молекулы, не имеющие элементов симметрии. Связь с гибридизацией углерода. Асимметрические центры. Энантиомеры. Рацематы. Рацемизация. Хиральность. Поляризация света. Различия в свойствах энантиомеров. Измерение угла оптического вращения. Формулы Фишера. Правила обращения с формулами Фишера. Абсолютная конфигурация. R,S-номенклатура Кана-Ингольда-Прелога. Определение порядка старшинства заместителей у асимметрического атома углерода. Случай нескольких асимметрических атомов. Диастереомерные и энантиомерные пары на примере винных кислот. Мезо-формы. Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК спектров, способы их изображения,</p> |
|--|--|--|

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | | <p>характеристические частоты поглощения.</p> <p>Электронная спектроскопия. Природа спектров, типы электронных переходов, понятие о хромофорных группировках, способ изображения УФ спектров.</p> <p>Спектры протонного магнитного резонанса. Природа, основные характеристики:</p> <p>химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность сигналов протонов; спин-спиновое взаимодействие.</p> <p>Масс-спектрометрия. Основные принципы, молекулярный ион, изотопный состав ионов, основные пути фрагментации важнейших классов органических соединений.</p> |
| 5 | 2 | <p>Алканы</p> <p>Алкены</p> <p>Алкины.</p> <p>Алкадиены.</p> <p>Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.</p> <p>Реакции элиминирования.</p> <p>Металлоорганические соединения.</p> <p>Спирты и простые эфиры.</p> <p>Двухатомные спирты.</p> <p>Простые эфиры.</p> <p>Альдегиды и кетоны.</p> <p>Карбоновые кислоты и их производные</p> | <p>Строение, гомология, природа С–С и С–Н связей, изомерия, геометрия молекулы, межатомные расстояния. Вращение вокруг С–С связей. Понятие о конформациях на примере конформаций этана и бутана. Понятие о пространственных препятствиях.</p> <p>Конформации гош-, анти-, заслоненные. Энергетические диаграммы.</p> <p>Химические свойства алканов. Гомо- и гетеролитический разрыв связи.</p> <p>Хлорирование метана. Механизм цепной радикальной реакции..</p> <p>Относительные скорости хлорирования С–Н связей различного типа(первичных, вторичных, третичных). Строение алкильных радикалов, их стабильность.</p> <p>Гиперконъюгация. Селективность хлорирования и бромирования алканов.</p> <p>Избирательность реакции и температура. Другие радикальные реакции алканов. Крекинг термический.</p> <p>Окисление, горение. Наблюдение образования алкильных радикалов. Крекинг каталитический. Распространение алканов в природе и их источники. Применение алканов.</p> <p>Методы получения алканов(использование металлоорганических соединений, гидрирование непредельных соединений, электролиз солей карбоновых кислот).</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Электронное строение двойной связи $C=C$. Энергия π- и σ- связи в этилене. Геометрическая изомерия. (цис-транс- и Z/E- номенклатура). Зависимость стабильности алкенов от степени замещения двойной связи.</p> <p>Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Гетерогенные катализаторы на основе соединений металлов платиновой группы, никель Ренея. Комплекс Уилкинсона.</p> <p>Стереохимия гидрирования. Понятие о нуклеофильных и электрофильных и реагентах. Электрофильное присоединение к алкенам. Общее представление о механизме реакций, ониевые ионы, скорость определяющая стадия. Стереоселективность процесса. AdE2 и AdE3 механизмы.</p> <p>Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения (1-фенилпропен). Связь стереохимии присоединения с возможностью существования мостиковых ионов.</p> <p>Присоединение брома к цис- и транс-бутенам-2. Гидрогалогенирование.</p> <p>Региселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова. Стабильность интермедиата (карбокатиона). Влияние заместителей при $C=C$ связи на скорость присоединения. Постулат Хэммонда.</p> <p>Важнейшие примеры: присоединение галогеноводородов к стиролу, виниловым эфирам и винилхлориду. Исключения из формального правила Марковникова: (1) присоединение к электронодефицитным алкенам, (2) присоединение боранов, (3) радикальное присоединение. Расширительное толкование правила Марковникова.</p> <p>Побочные реакции при электрофильном присоединении к алкенам: сопряжённое присоединение нуклеофила, перегруппировки карбениевых ионов (гидридные и алкильные сдвиги).</p> |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Кислотно-катализируемая гидратация алкенов. Условия и ограничения. Альтернативный не прямой метод гидратации– гидроксимеркурирование. Алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора(боранов). Региоспецифические гидроборирующие агенты(дисиамилборан, тексилборан, 9-ББН). Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды. Озонолиз алкенов. Окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Окисление алкенов до диолов и эпоксидов(гидроксилирование перманганатом калия по Вагнеру, тетраоксидом осмия, гидроксилирование через гидролиз эпоксидов по Прилежаеву). Стереохимия гидроксилирования алкенов. Доказательства отдельных стадий син- и анти-гидроксилирования промежуточные продукты при син- и анти-гидроксилировании. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу, инициаторы реакции, механизм.. Аллильное галогенирование: получение хлористого аллила из пропилена в газовой фазе, аллильное бромирование по Волю-Циглеру. Карбены. Методы генерирования. Понятие о синглетных и триплетных карбенах, их строение, гибридизация, углы между связями, Стереохимия присоединения к алкенам. Карбеноиды. Полимеризация алкенов(катионная, анионная, радикальная). Синтез алкенов (реакции элиминирования, стереоселективное гидрирование алкинов, реакция Виттига-Хорнера, метатезис алкенов, реакция Хека, крекинг и дегидрирование алканов). Электронная природа тройной углерод-углеродной связи. Строение ацетилена. Стереоселективное гидрирование</p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>алкинов. С-Н-кислотность алкинов. Использование ацетиленидов в органическом синтезе. Электрофильное присоединение к алкинам.</p> <p>Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов. Гидратация алкинов(реакция Кучерова). Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора.</p> <p>Гидроалюминирование алкинов с ДИБАЛ-Н. Превращение борорганических производных в алкены, карбонильные соединения. Ацетилен-алленовая изомеризация.</p> <p>Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная димеризация терминальных алкинов в присутствии соединений меди. Нуклеофильное присоединение к алкинам. Синтез виниловых эфиров.</p> <p>Методы синтеза алкинов(использование реакций элиминирования, ацетиленидов металлов, реакции, катализируемые переходными металлами, миграция тройной связи, реакция Фаворского-Реппе). Диены: а) сопряжённые, б) аллены. s-цис- и s-транс- конформации. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Энергетический профиль реакции. Кинетически и термодинамически контролируемые реакции. Реакция Дильса-Альдера как метод образования С-С связей и синтеза шестичленных циклов. Диены и диенофилы.</p> <p>Необходимая конформация нециклического диена. Механизм реакции.</p> <p>Методы получения сопряженных диенов(в промышленности и в лаборатории, использование реакций, катализируемых переходными металлами и их комплексами). Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор(получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений,</p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.). Типы нуклеофилов(анионы, нейтральные молекулы, растворители). Уходящие группы.</p> <p>Классификация по механизму: SN1 и SN2. Вид энергетического профиля реакции.</p> <p>Стереохимия реакций. Вальденовское обращение. Влияние пространственных факторов на скорость реакций. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость.</p> <p>Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие о ионных парах.</p> <p>Винил-, фенил-, аллил- и бензилгалогениды и α-галогенкарбонильные соединения в реакциях нуклеофильного замещения.</p> <p>Природа нуклеофила. Нуклеофильность и основность. Поляризуемость и сольватация нуклеофила. Мягкость и жесткость нуклеофила.</p> <p>Конкуренция SN и E реакций. α-Эффект. Межфазный катализ. Катализаторы- четвертичные аммониевые соли, краун-эфиры, криптанды.</p> <p>Влияние природы растворителя на протекание реакций нуклеофильного замещения, биполярные, апротонные растворители.</p> <p>Влияние природы уходящей группы. Оценка нуклеофугности группы. Методы создания хорошей уходящей группы(протонирование, эфиры сильных неорганических кислот, электрофильный катализ, Содействие соседних групп. Важнейшие примеры синтетического использования реакций нуклеофильного замещения.</p> <p>Методы синтеза алкилгалогенидов. Примеры α-, β- и γ-элиминирования. Конкуренция с реакциями нуклеофильного замещения. Механизмы элиминирования(E1, E2, E1cB).</p> <p>Основные закономерности протекания этих реакций(кинетическое уравнение, региоселективность, правила Гофмана и Зайцева, стереоселективность,</p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>использование в синтезе. Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов. Реактивы Гриньяра. Получение. Растворители. Сольваты. Понятие о механизме образования. Равновесие Шленка. Реакции реактивов Гриньяра с соединениями, имеющими подвижный водород, с окислителями (неметаллами и солями переходных металлов), с галогенидами Zn, Hg, Si, P (как общий метод получения элементоорганических соединений). Реакции реактива Гриньяра с карбонильными соединениями, сложными эфирами, амидами, хлорангидридами карбоновых кислот, нитрилами, диоксидом углерода, окисью этилена..</p> <p>ЛИТИЙОРГАНИЧЕСКИЕ соединения. Получение из алкил и арилгалогенидов, природа растворителя. Строение.</p> <p>МЕДЬОРГАНИЧЕСКИЕ соединения (купраты). Особенности реакционной способности. Использование: реакции типа Вюрца, 1,4-присоединение к α,β-непредельным карбонильным соединениям. Способы синтеза одноатомных спиртов (из алкенов, алкилгалогенидов, с использованием реактивов Гриньяра, восстановлением карбонильных соединений, оксиранов). Промышленные способы синтеза метанола, этанола.</p> <p>СВОЙСТВА СПИРТОВ. Спирты, как слабые O-H кислоты и как основания Льюиса. Эфиры спиртов и неорганических кислот (серной, фосфорной, фосфористой). Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Реакция спиртов с галогенидами фосфора и хлористым тионом. Механизм и стереохимия замещения. Дегидратация спиртов</p> <p>Защита гидроксильной группы в спиртах. Окисление спиртов. Важнейшие методы и реагенты, применяемые для окисления спиртов. Особенности химических свойств. Пинакон-пинаколиновая</p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p> перегруппировка, дегидратация до диенов, ансолькокислоты, применение диолов. Методы синтеза диолов, (гидроксилирование алкенов, использование реакции Фаворского-Реппе, восстановление α, ω-дикарбоновых кислот или их эфиров, восстановительная димеризация кетонов. Синтез из спиртов, алкенов и алкилгалогенидов. Свойства (комплексы с кислотами Льюиса, расщепление кислотами, литийорганическими соединениями, образование перекисей). Краун-эфиры и их применение. Оксираны. Раскрытие цикла в оксиранах Методы получения альдегидов и кетонов (окисление спиртов, озонлиз алкенов, использование реакций гидроборирования, магнийорганических соединений, купратов, окислительное расщепление диолов, пинаколиновая перегруппировка, восстановление карбоновых кислот и их производных, пиролиз солей карбоновых кислот, гидролиз гем-дигалогенидов, реакция Кучерова, Вакер-процесс, гидроформилирование алкенов. Синтез карбонильных соединений с помощью реакций конденсации, с использованием ацетоуксусного эфира. Особые способы синтеза ароматических карбонильных соединений.). Строение альдегидов и кетонов. Физические свойства альдегидов, сравнение со спиртами. Сравнение энергий одинарных и двойных связей углерод-углерод и углерод-кислород. Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Различия в реакционной способности между альдегидами и кетонами. Эффекты заместителей. Обратимость реакции, механизм. Примеры реакций (гидратация, присоединение спиртов, гидросульфита натрия, цианистого водорода, ацетиленов). Присоединение азотистых нуклеофилов. Имины и </p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p> енамины. Оксимы, гидразоны. Уротропин. 1,3-Дитианы. Синтез, СН-кислотность. Использование анионов дитианов в синтезе (Umpolung). Перегруппировка Бекмана. Механизм. Применение в промышленности. Синтез илидов фосфора из фосфинов. Реакция Виттига. Реакция карбонильных соединений с магний- и литийорганическими соединениями. 29 Восстановление карбонильных соединений, особенности использования LiAlH_4 и NaBH_4. Превращение $\text{C}=\text{O}$ группы в CH_2. Восстановление по Кижнеру-Вольфу, по Клемменсену, через дитианы. Реакция Канниццаро. Защита $\text{C}=\text{O}$ группы и примеры применения в синтезе. РЕАКЦИИ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАНИЕ ЕНОЛЬНОЙ ФОРМЫ. Влияние $\text{C}=\text{O}$ на кислотность α-С-Н связей в карбонильных соединениях(КС). Сравнение кислотности КС и спиртов. Енолизация, катализируемая кислотами и основаниями. Дейтерообмен. Галогенирование карбонильных соединений. Кинетическое уравнение. Галоформная реакция. Альдольная конденсация в кислой и щелочной среде. Кротоновая конденсация. Понятие «метиленовой» и «карбонильной» компоненты. Недостатки классического варианта альдольно-кротоновой конденсации. Направленная альдольная конденсация. Использование енолятов лития. Енамины и их использование в синтезе. Понятие об амбидентных анионах. Реакции Манниха, Кневенагеля. Реакция Перкина. Нитрозирование. Бензоиновая конденсация. α, β-Непредельные альдегиды и кетоны. Способы синтеза. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения на примере аминов, цианистого водорода, металлорганических соединений, в т.ч. купратов). </p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Аннелирование по Робинсону. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов. Окисление карбонильных соединений. Использование хроматов, перманганата калия, солей серебра, аутоокисление альдегидов. Реакция Байера-Вилигера. СЛОЖНОЭФИРНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ. Механизм. Стехиометрия. Конденсация двух различных сложных эфиров. Направленная сложноэфирная конденсация. Конденсация Дикмана. Конденсация сложного эфира и кетона. Реакция Реформатского. Свойства ацетоуксусного эфира(АУЭ). Таутомерия. Влияние растворителей на положение равновесия. Синтезы с использованием АУЭ. Кетонное и кислотное расщепление. АУЭ. Дианион АУЭ и его отдельное алкилирование. Синтезы с использованием малонового эфира. Способы синтеза карбоновых кислот(окисление спиртов, карбонильных соединений, непредельных и алкилароматических соединений). Гидролиз нитрилов и других производных, использование металлоорганических соединений, синтезы с малоновым и ацетоуксусным эфиром, галоформная реакция, промышленные способы синтеза важнейших кислот.) Важнейшие свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность. замещение гидроксильной группы, восстановление, синтез производных. Декарбоксилирование(термическое, по Кольбе, реакция Бородина-Хундиккера, пиролитическая кетонизация.) Реакции по α-углеродному атому(Гелль-Фольгард-Зелинский). Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Синтез хлорангидридов из кислот. Механизм нуклеофильного</p> |
|--|--|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | <p>замещения приср 2 -углеродном атоме в С=О группе. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами, восстановление, реакции с металлоорганическими соединениями. Метод удлинения углеродной цепи по Арндту-Эйстерту. 30 Ангидриды карбоновых кислот и кетены. Важнейшие свойства. Сложные эфиры. Синтез и свойства. Ряд ацилирующих реагентов, по убыванию электрофильности. Синтез амидов карбоновых кислот. Свойства(гидролиз, дегидратация, восстановление). Секстетные перегруппировки– Гофмана, Курциуса. Нитрилы. Синтез. Свойства(гидролиз, кислотность α-СН связей). Непредельные к-ты. Синтез– реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина, Хека, из β-оксикислот. Жиры. Двухосновные кислоты. Синтез важнейших дикарбоновых кислот. Особенности химических свойств и использование в синтезе(диэтилоксалат, малоновый эфир, N-бромсукцинимид). Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот. Фталевая и терефталевая кислоты, получение в промышленности. Фталимид и его использование в синтезе. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры и использование в синтезе. УГОЛЬНАЯ КИСЛОТА и её производные. Фосген, Хлоругольный эфир, карбонаты. Сероуглерод, ксантогенаты, мочевины. Тиомочевина, гуанидин, семикарбазид, карбодиимиды. Применение в синтезе. Изоцианаты.</p> |
| 6 | 3 | <p>Ароматичность. Ароматические углеводороды Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.</p> | <p>Строение бензола. Формула Кекуле. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности(энергетический, структурный, магнитный). Признаки ароматичности (реакционная способность). Аннулены. Ароматические катионы и анионы.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др.. Гетероциклические пяти- и шестичленные ароматические соединения(пиррол, фуран, тиофен, индол, азолы, пиридин, хинолин).</p> <p>Антиароматические соединения.</p> <p>Промышленные источники ароматических углеводородов.</p> <p>Риформинг.</p> <p>Лабораторные методы синтеза(кросс-сочетание, тримеризация ацетиленов, кетонов, реакция Фриделя-Крафтса, ароматизация циклоалканов, восстановление жирноароматических кетонов).</p> <p>Свойства кольца и алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах.</p> <p>Гидрирование. Восстановление по Бёрчу. Свободнорадикальное галогенирование толуола и его гомологов. Окисление боковой цепи алкилбензолов и поликонденсированных ароматических углеводородов.</p> <p>Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций.. Представление о π- и σ-комплексах.</p> <p>Изотопный обмен водорода. Арениевые ионы в реакциях электрофильного замещения.</p> <p>Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения.</p> <p>Согласованная и несогласованная ориентация.</p> <p>Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов.</p> <p>Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных.</p> <p>Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции.</p> <p>Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина.</p> <p>Превращения сульфогруппы.</p> |
|--|--|--|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | <p>Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы-изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов.</p> <p>Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции. Механизм присоединения-отщепления S_NAr, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные σ-комплексы Мейзенгеймера и их строение.</p> <p>Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола. S_N1-подобный механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония, в синтезе арилфторидов. Анион-радикальный механизм $SRN1$. Нуклеофильное замещение в присутствии солей меди.</p> |
| 6 | 4 | <p>Нитросоединения. Амины. Диазосоединения. Фенолы и хиноны. Алициклические соединения. Циклоалканы и их производные. Гетероциклические соединения.</p> | <p>Синтез алифатических нитросоединений (нитрование, реакция с нитритами, окисление аминогруппы). Свойства нитросоединений – CN-кислотность, таутомерия, Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины.</p> <p>Важнейшие промежуточные продукты восстановления нитробензола в кислой и щелочной среде. Парциальное восстановление динитробензола. Синтез (алкилирование аммиака и аминов, синтез Габриэля, секстетные перегруппировки, восстановление азотсодержащих соединений, восстановительное аминирование, Свойства аминов Основность, реакции (алкилирование, ацилирование, нуклеофильное присоединение к карбонильной группе). Защита</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>аминогруппы.</p> <p>Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману.</p> <p>Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов. ДИАЗО- и АЗО- соединения. СОЛИ ДИАЗОНИЯ. Диазотирование первичных ароматических аминов. Агенты диазотирования Нитрозирование втор. и трет. аминов.</p> <p>Поведение солей диазония в щелочной среде.</p> <p>Реакции диазосоединений с выделением азота. Термическое разложение арилдиазония(реакция Шимана и образование фенолов), реакция с иодид-ионом, замещение диазогруппы на водород. Реакция Зандмейера для введения галоген-, циано-, нитрогрупп.. Реакции диазосоединений без выделения азота(восстановление, образование триазенов, азосочетание, требования к азо- и диазокомпонентам).</p> <p>Примеры азокрасителей(метилоранж).</p> <p>ДИАЗОМЕТАН. строение, реакция с кислотами. Методы синтеза фенолов(щелочное плавление солей сульфокислот, арилгалогенидов, диазосоединений, кумольный метод). Свойства фенолов(кислотность,</p> <p>32</p> <p>таутомерия, синтез простых и сложных эфиров, перегруппировка Фриса, электрофильное замещение, в том числе карбоксилирование по Кольбе, формилирование по Реймеру-Тиману, Вильсмейеру, перегруппировка(аллиловых эфиров фенолов(Кляйзена), окисление фенолов, ароксильные радикалы, Хиноны. Получение о- и п-бензохинонов, семихинон, хингидрон. Хлоранил.</p> <p>Свойства хинонов: окислительно-</p> |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>восстановительные реакции, 1,4-присоединение, реакция Дильса-Альдера. Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления. Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен, ароматичность, их производные в природе. Методы синтеза пятичленных гетероциклов. Метод Паалы-Кнорра. Ацидофобность пиррола и фурана и электрофильное замещение в пирроле, фуране и тиофене. Ориентация электрофильного замещения. Особенности химических свойств пиррола (кислотность пиррола, алкилирование Li, Na, K и Mg производных). Особенности химических свойств фуранов (реакция с бромом, реакция Дильса-Альдера. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Индол. Производные индола в</p> |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>природе(триптофан, скатол, серотонин, гетероауксин. Индиго.). Синтез индолов по Фишеру. Механизм. Сравнение свойств индола и пиррола. Ориентацияэлектрофильного замещения в индоле. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, ароматичность, основность. Производные пиридина в природе(витамины, никотин, NADP). Химические свойства пиридина. Основность, Алкилирование, Реакции электрофильного замещения. N-окись пиридина, получение и использование в синтезе. Особенности химических свойств метилпиридинов и винилпиридинов. Нуклеофильное замещение в 2-, 3-, и 4-хлорпиридинах. Нуклеофильное замещение гидрид-иона на аминогруппу под действием амида натрия(реакция Чичибабина). Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Хинолин. Синтезы Скраупа и Дёбнера-Миллера. Понятие о механизме этих реакций. Химические свойства хинолинов.</p> |
|--|--|---|

Или текстовый вариант

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ (при наличии)

3. **Перечень лабораторных работ. Семестр № 5:** 1. Знакомство с химической посудой, приборами, сборка и разборка химических установок. Выделение, очистка и идентификация органических соединений. 2. Алканы, Алкены, Алкины. Получение, хим. свойства, качественные реакции. 3. Арены. 4. Спирты, Фенолы. **Семестр № 6:** 5. Амины. Диазосоединения. 6. Альдегиды и кетоны. 7. Карбоновые кислоты и их производные. 8. Исследовательская задача. Базовые приемы математического моделирования в органической химии.

Примерная тематика курсовых работ.

- 1) Добутлеровские теории классификации органических соединений.
- 2) Значение работ А.М.Бутлерова в развитии органической химии.
- 3) Значение работ Н.Д.Зелинского в развитии органической химии.

- 4) Н.Н.Зинин и значение его работ в области органической химии и химической промышленности.
- 5) Значение работ отечественных химиков в развитии органической химии.
- 6) Экологические проблемы и их решение (на примере изучения разных классов органической химии).
- 7) Калориметрический метод анализа в органической химии.
- 8) Использование рефрактометрического метода в органической химии.
- 9) Использование рентгеноструктурного анализа в органической химии.
- 10) Спектроскопические методы исследования.
- 11) Использование ультрафиолетовой спектроскопии в органической химии.
- 12) Использование инфракрасной спектроскопии в органической химии.
- 13) Использование электронного парамагнитного резонанса в органической химии.
- 14) Использование ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в органической химии.
- 15) Использование метода молекулярных орбиталей при изучении структуры органических соединений.
- 16) Стереохимическое учение в органической химии.
- 17) Стереохимия кольцевых систем.
- 18) Изомерия органических соединений. Виды изомерии на примере основных классов органических соединений.
- 19) Работы В.В.Морковникова в органической химии.
- 20) Пространственная изомерия в органической химии.
- 21) Работы А.Ф.Фаворского в области химии алкинов.
- 22) Работы А.Н.Бородина .Альдольная конденсация в органической химии.
- 23) Магнийорганические соединения и их роль в органическом синтезе.
- 24) Кремнийорганические соединения. Работы К.А.Андрианова.
- 25) Фосфорорганические соединения. Работы А.Н.Арбузова.
- 26) Химия циклопарафинов.
- 27) Диеновые углеводороды. Работы С.В.Лебедева.
- 28) Реакция Дильса-Альдера и ее промышленное значение.
- 29) Заслуги отечественных химиков в изучении состава нефти.
- 30) Небензойные ароматические системы.
- 31) Фенолы. Способы получения и свойства. Экологические проблемы
- 32) Диазосоединения. Строение, свойства.
- 33) Заслуги Н.Н.Несмеянова в развитии синтетических элементоорганических соединений.
- 34) Углеводы. Стереохимия моносахаридов.
- 35) Структура и функции дисахаридов.
- 36) Нуклеиновые кислоты, структура, функции.
- 37) Пятичленные гетероциклы - пиррол, тиофен, фуран. Структура, свойства и применения.
- 38) Шестичленные гетероциклы-пиридин. Свойства, производные пиридина.
- 39) Пиримидиновые и пуриновые основания.
- 40) Химическое строение и биологические свойства нуклеиновых кислот.
- 41) Супрамолекулярные системы. Масштабы и перспективы в использовании.

- 42) Производные гетероциклических соединений (вит. С, вит. В6, Фолиевая кислота), природные хелаты (гелины, хлорофилл).
- 43) Промышленная переработка нефти
- термический крекинг,
 - каталитический крекинг,
 - риформинг
- 44) Микробиологическое значение аминокислот.
- 45) Искусственные волокна, методы их получения, свойства и применения.
- 46) Синтетические каучуки, их состав, методы получения и народно-хозяйственное значение.
- 47) Производство пластмасс.
- 48) Аминокислоты. Строение, свойства, производство.
- 49) Арены. Состав, строение, свойства. Промышленное производство.
- 50) Радикалы. Реакции с участием радикалов. Их промышленное значение.
- 51) Белки, структура, функции.
- 52) Биологически активные вещества, их строение и функции.
- 53) Металлоорганические соединения (1 гр., 2 гр., 4 гр., и переходных металлов).
- 54) Электроциклические реакции. Реакции цикла присоединения.
- 55) Спирты. Состав, строение, реакционная способность.
- 56) Алкалоиды. Их состав, структура, вредное воздействие на организм.
- 57) Промышленные способы получения углеводов, используемых в органическом синтезе.
- 58) Использование углеводородного сырья в органическом синтезе .
- 59) Синтезы на основе карбонильных соединений.
- 60) Концепция электронных смещений (Индукционный и мезомерный эффекты).
- 61) Механизмы органических реакций
- Реакции Ае и Аг у алкенов и алкинов,
 - Реакции Se и Sn у аренов,
 - Реакции Sn1 и Sn2 у галогенпроизводных и спиртов,
 - Реакции Sr у алканов,
- 62) Взаимосвязь между строением и реакционной способностью у алкенов.
- 63) Взаимосвязь между строением и реакционной способностью у алкинов.
- 64) Использование реакций полимеризации в органическом синтезе.
- 65) Использование реакций поликонденсации в органическом синтезе.
- 66) Производство разных видов топлива.
- 67) Развитие производства красителей.
- 68) Использование металлокомплексных катализаторов в органической химии.
- 69) Синтез на основе СН3ОН.
- 70) Синтез на основе оксиглерода (оксисинтез).
- 71) Синтезы на основе
- Алкенов
 - Алкинов
 - Диеновых углеводов
 - Ареновых
 - Карбонильных соединений
- 72) Структура и функции крахмала.

- 73) Структура и функции целлюлозы.
- 74) Супрамолекулярные системы - масштабы и перспективы использования.
- 75) Катенаны и ротаксаны.
- 76) Фуллерены, структура и промышленное использование.
- 77) Сэндвич - структуры. (Ферроцен).
- 78) Генетическая связь между классами.
- 79) Пятичленные гетероциклические соединения.
- 80) Шестичленные гетероциклические соединения.
- 81) Асимметрическая реакция Дильса-Альдера.
- 82) Асимметрическая реакция Михаэля.
- 83) Мультикомпонентные реакции. Типы и приложения.
- 84) Реакции кросс-сочетания.
- 85) Реакция электрофильного замещения в алифатическом ряду.
- 86) Энантиоселективный синтез оксиранов из алкенов.
- 87) Окисление алкенов. Гидроксилирование.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 110 часов. Видами СРС являются подготовка к защите ЛР.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине (модулю) *(при необходимости)*.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год |
|-------|--|
| 1 | 2 |
| 1 | Реутов О. А. Органическая химия Ч. 1-4. [учебник для вузов по направлению и специальности “Химия”]. / О.А. Реутов, А.А. Курц, К.П. Бутин. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний. 2007-2014. |
| 2 | Шабаров, Ю.С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 848 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4037 . — Загл. с экрана. |
| 3 | Практикум по органической химии. Теренин В.И. и др. под ред. акад. Зефирова Н.С. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 568 с. |

5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1 | Резников, В.А. Сборник задач и упражнений по органической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 288 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/44763 . — Загл. с экрана. |
| 2 | Сборник задач по органической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Денисов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45971 . — Загл. с экрана. |
| 3 | Гаршин, А. П. Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. П. Гаршин. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 240 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-04808-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/DCA14520-52AD-4DFB-872E-8BFF777DB699 . |

* – литература может быть представлена в текстовом варианте.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.10.2016).
- Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
- Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
- Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 15.10.2016).
- Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
- Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2017).
- Royal Society of Chemistry (RSC) [Электронный ресурс]: Открытый доступ [к архивам всех журналов](#), изданных Royal Society of Chemistry с 1841 по 2007 годы. Архив охватывает такие предметные области, как биология, нанонаука и нанотехнология,

физика, химия. Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=archive> (дата обращения: 01.05.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. – Режим доступа: www.chemnet.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: www.chemport.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 3. <http://www.xumuk.ru/> [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: www.xumuk.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 4. Аналитическая химия и химический анализ [Электронный ресурс] : Портал химиков-аналитиков – Режим доступа: ANCHEM.RU, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 5. [ABC Chemistry](http://ABC.Chemistry) [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 6. [ChemSpider](http://www.chemspider.com/) [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
 7. И.Э.Нифантьев, П.В.Ивченко Практикум по органической химии. [Электронный ресурс]: практикум. – Режим доступа: http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_praktikum.pdf, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
- Н.Н. Быкова, А.П. Кузьмин Органический синтез. [Электронный ресурс] : практикум. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2007/bikova-r.pdf>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

5.5. Периодические издания

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Указываются требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

1. Оборудованные лекционные аудитории: Видеопроектор, экран настенный, ноутбук.
2. Аудитории для проведения лабораторных работ (учебные лаборатории): химические столы, вытяжные шкафы с подводом воды, лабораторная посуда, весы, газовые горелки, центрифуга, роторный испаритель, сушильный шкаф.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---------------------|--|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, |

| | |
|---|---|
| | термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др. |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др. |
| Контрольная работа/индивидуальное задание | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. |
| Реферат/курсовая работа | <i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. <i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине. |
| Практикум/лабораторная работа | Методические указания по выполнению лабораторных работ (можно указать название брошюры и где находится) и др. |
| Коллоквиум | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др. |
| и др. | |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. |

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

| Название ПО | № лицензии |
|---------------------------------------|--|
| MS Windows Professional Russian | 47628906 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security | договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г. |
| Офисное приложение Libre Office | свободно распространяемое ПО |
| Архиватор 7-zip | свободно распространяемое ПО |
| Браузер изображений Fast Stone | свободно распространяемое ПО |

| | |
|--|------------------------------|
| ImageViewer | |
| PDF ридер Foxit Reader | свободно распространяемое ПО |
| Медиа проигрыватель VLC mediaplayer | свободно распространяемое ПО |
| Запись дисков Image Burn | свободно распространяемое ПО |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in | свободно распространяемое ПО |

9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ