

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Естественнонаучный институт
Кафедра «Химии»**

Утверждено на заседании кафедры
«Химии»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой


_____ **В.А. Алферов**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Органическая химия»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

с направленностью (профилем)

Технология органического синтеза

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Горячева А.А., доцент, к.х.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование химического мышления, системных знаний о закономерностях химического поведения органических соединений, навыков и умений по органической химии для решения профессиональных задач в области химической технологии. Это одна из основных теоретических дисциплин профиля, т.к. без знания основ органической химии невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке и организации технологических процессов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение принципов классификации, номенклатуры, способов получения, взаимосвязи между свойствами, строением и областями применения органических веществ;
- приобретение навыков проведения экспериментальных исследований, анализа полученных результатов и безопасности работы в лабораториях по органической химии;
- овладение методами и приемами решения задач из области химической технологии органического синтеза.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается во 2 и 3 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижений, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- основы теории фундаментальных разделов органической химии; состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений; природу химической связи (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1);
- фундаментальные математические, физические, физико-химические, химические законы (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);

Уметь:

- систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов с использованием органических веществ, наблюдений, измерений; интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов органической химии; формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ органической направленности (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);

– применять математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач теоретического и прикладного характера (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2);

Владеть:

– навыками анализа механизмов химических реакций, протекающих в технологических процессах при синтезе органических веществ (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);

– навыками использования знаний математики, физики и химии при решении практических задач (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	Э	4	144	32		32		2	0,25	77,75
3	Э	6	216	32		64		2	0,25	117,75
Итого	–	10	360	64		96		4	0,5	195,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
2 семестр	
1	Строение органических соединений. Гибридизация атомных орбиталей (sp^3 , sp^2 , sp). Строение атомов углерода, азота, кислорода, галогенов в различных гибридных состояниях. Способы изображения электронного и пространственного строения молекул, ионов, радикалов (структуры Льюиса, атомно-орбитальные модели). Водородные связи. Кратные связи. Делокализованные связи. Сопряжение и его разновидности. Взаимное влияние атомов в молекулах, ионах, радикалах. Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный.
2	Изомерия органических соединений. Химическое строение и структурная изомерия. Пространственное строение и стереоизомерия. Конфигурация и конфигурационные изомеры. Элементы симметрии молекул. Хиральные молекулы и их оптическая активность. Энантиомерия (оптическая изомерия). Рацематы. Проекционные формулы Фишера. R,S- и D,L-номенклатуры. Диастереомерия. Цис-транс-Изомерия. Z,E-номенклатура. Связь числа стереоизомеров с числом центров асимметрии в молекуле. Влияние пространственного строения органических соединений на их биологическую активность.
3	Общая характеристика органических реакций. Понятие о механизме реакции. Реагент, субстрат, реакционный центр, интермедиат. Энергия активации, переходное состояние. Классификация реагентов: радикалы, электрофилы, нуклеофилы. Классификация органических реакций по направлению (в соответствии с конечным результатом): замещение, присоединение, отщепление, изомеризация, разложение, окисление, восстановление. Классификация по механизму реакций: радикальные, ионные (нуклеофильные, электрофильные), синхронные; моно- и бимолекулярные.
4	Органические кислоты и основания. Кислоты и основания Бренстеда. Кисотно-основные равновесия, константы кислотности и основности. Влияние заместителей на кислотность и основность. Кислоты и основания Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).
5	Углеводороды. Алканы. Номенклатура и изомерия алканов. Химические свойства: крекинг, изомеризация, дегидрирование, окисление, реакции замещения. Галогенирование. Представления о механизме свободнорадикального цепного процесса на примере реакции хлорирования алканов.
6	Алкены. Номенклатура и изомерия алкенов. Свойства алкенов (характерные типы реакций). Присоединение галогенов, галогеноводородов, гидратация. Механизм электрофильного присоединения (AdE) к двойной связи. Относительная стабильность первичных, вторичных и третичных карбокатионов. Правило Марковникова.
7	Алкены. Радикальное присоединение (AdR). Радикальное замещение (SR) в α -звене (аллильное замещение). Реакции полимеризации. Восстановление (гидрирование) алкенов. Реакции окисления: образование гликолей по Вагнеру, эпоксицирование, озонирование (использование при установлении положения двойной связи).
8	Алкадиены. Типы диенов. Сопряженные диены: бутadiен-1,3, изопрен. Особенности их пространственного строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов и сопряженных полиенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Способность к 1,2- и 1,4-присоединению (кинетический и термодинамический контроль продуктов присоединения). Полимеризация. Пространственные полимеры. Строение натурального каучука, терпенов (изопреноидов), стероидов.

№ п/п	Темы лекционных занятий
9	Алкины. Природа тройной связи. Характерные типы реакций, сравнение с алкенами. Электрофильное, нуклеофильное и радикальное присоединение к алкинам. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров), присоединение спиртов (синтез виниловых эфиров). Восстановление и окисление алкинов. СН-Кислотность ацетилена.
10	Циклоалканы, классификация. Сравнение устойчивости их цикла в зависимости от размеров кольца. Конформации циклогексановых колец. Форма "кресло", аксиальное и экваториальное положение заместителей. Различия в химических свойствах "малых" и "нормальных" циклов.
11	Ароматические углеводороды. Строение бензола. Концепция ароматичности. Условия ароматического состояния. Правило Хюккеля. Бензол. Промышленные и лабораторные методы синтеза. Реакции с нарушением ароматической системы: окисление и восстановление бензольного ядра, хлорирование. Механизм электрофильного замещения (SE) в ароматическом ядре (образование р- и s-комплексов). Галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование (Фридель, Крафтс) ароматического ядра, роль кислот Льюиса.
12	Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в ядре на скорость и направление реакции. Правила ориентации. Алкил и алкенилбензолы. Реакции с участием боковых цепей алкилбензолов: радикальное галогенирование, нитрование, дегидрирование, окисление. Окисление и восстановление ароматических углеводородов.
13	Полиядерные ароматические углеводороды: нафталин, антрацен, фенантрен. Методы синтеза. Реакции электрофильного замещения, их ориентация. Окисление и гидрирование нафталинов. Полиариллированные углеводороды: дифенил, флюорен, ди- и трифенилметан.
14	Галогенопроизводные углеводородов и элементарорганические соединения. Классификация, номенклатура. Способы получения галогеноуглеводородов. Галогенирование алканов, циклоалканов, бензола и его гомологов. Хлорирование толуола в ядро и в боковую цепь (механизм, условия). Присоединение галогенов и галогеноводородов к кратной связи. Получение алкилгалогенидов из спиртов. Нуклеофильное замещение (S_N) в галогеналканах. Основные характеристики S_N1 - и S_N2 -процессов.
15	Отщепление галогеноводородов от алкилгалогенидов. Направленность реакции элиминирования. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Реакционная способность аллил- и бензилгалогенидов. Сравнение алкил-, винил- и арилгалогенидов в реакции нуклеофильного замещения галогена. Влияние характера и положения заместителей в ядре арилгалогенидов на реакционную способность связи углерод-галоген. Реактив Сэнгера для установления аминокислотного состава белков.
16	Элементарорганические соединения. Реакция алкилгалогенидов с металлическим натрием (Вюрц), с магнием. Характер связи углерод-металл. Действие на магнийорганические соединения воды, спиртов, углекислоты, альдегидов или кетонов
3 семестр	
17	Спирты. Физические свойства (водородная связь). Получение предельных одноатомных спиртов гидратацией алкенов, гидролизом алкилгалогенидов, восстановлением альдегидов или кетонов. Реакции спиртов: образование алколюлятов, простых и сложных эфиров, замещение гидроксильной группы на галоген (кислотный катализ), дегидратация, окисление. Многоатомные спирты. Глицерин.

№ п/п	Темы лекционных занятий
18	Фенолы. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Реакции гидроксила: образование фенолятов, простых и сложных эфиров (алкилирование и ацилирование гидроксила). Электрофильное замещение в ядре фенола (ориентирующее влияние гидроксила). Конденсация с альдегидами (роль кислотного-основного катализа). Фенолоформальдегидные смолы. Окисление фенолов в хиноны. Таутомерия нитрофенолов. Фенольные соединения в природе.
19	Простые эфиры. Методы получения: межмолекулярная дегидратация спиртов, реакция Вильямсона. Свойства простых эфиров: устойчивость к гидролизу, образование оксониевых соединений, расщепление кислотами. Тиоспирты, тиофенолы, тиоэфиры.
20	Альдегиды и кетоны. Номенклатура и изомерия. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Реакционные центры в молекулах карбонильных соединений. Механизм нуклеофильного присоединения (AdN) по карбонильной группе. Присоединение воды, бисульфита натрия, синильной кислоты. Образование полуацеталей и ацеталей, их отношение к гидролизу. Реакция с гидроксиламином (оксимы), с гидразином и его производными (гидразоны, фенилгидразоны).
21	Кето-енольная таутомерия. Реакции оксосоединений с участием α -водородного атома: действие галогенов, альдольно-кетоновая конденсация (схема механизма реакции). Конденсация альдегидов с фенолами. Восстановление и окисление альдегидов и кетонов. Диспропорционирование по Канниццаро. Образование альдегидов и кетонов при окислении спиртов, при гидролизе дигалогенидов, из кислот или их производных.
22	Одноосновные (монокарбоновые) кислоты. Понятие об органических кислотах. Классификация карбоновых кислот по числу карбоксильных групп, по типу углеводородного радикала, по функциональным группам в составе радикала. Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность.
23	Производные карбоновых кислот. Ангидриды, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы, соли. Относительная реакционная способность ацильных производных в реакциях нуклеофильного замещения. Общие представления о механизме присоединения-отщепления. Реакция этерификации в алифатическом и ароматическом ряду. Гидролиз сложных эфиров. Ацилирование аминов, спиртов, фенолов хлорангидридами или ангидридами кислот. Карбоновые кислоты и их производные (амиды, сложные эфиры) в природе.
24	Дикарбоновые кислоты. Отношение к нагреванию щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой и малеиновой кислот (декарбоксилирование, дегидратация). Образование циклических ангидридов. Адипиновая, фталевая и терефталевая кислоты. Понятие о поликонденсации. Полиэтилентерефталат (лавсан), полигексаметиленадипамид (найлон).
25	α,β -Непредельные кислоты. Химические свойства α,β -непредельных кислот, присоединение по $C=C$ -связи. Использование акриловой, метакриловой кислот и их производных для получения полимеров.
26	Гидроксикислоты и оксокислоты. Различия в направлении дегидратации α -, β - и γ -гидроксикислот. Лактиды. Лактоны. Полиэфиры. Пировиноградная кислота: ее образование из молочной кислоты, декарбоксилирование, декарбонилирование, превращение в аланин. Ацетоуксусный эфир. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира.
27	Нитросоединения. Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона), нитрование алканов по Коновалову. Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов. Ароматические нитросоединения.

№ п/п	Темы лекционных занятий
28	Амины. Классификация и номенклатура аминов. Реакционные центры в молекулах аминов. Амины как основания. Нуклеофильные свойства аминогруппы. Алкилирование, ацилирование аминов. Четвертичные аммониевые основания и их соли. Галогенирование, сульфирование, нитрование ароматических аминов (ориентация, защита аминогруппы).
29	Азо- и diaзосоединения. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины алифатического и ароматического рядов. Образование diaзосоединений (diaзотирование ароматических аминов). Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азосоединения. Азо- и diaзосоставляющие. Понятие об азокрасителях.
30	Аминокислоты. Классификация. Сравнение свойств α -, β - и γ -аминокислот. Дикетопиперазины. Лактамы. Лактим-лактаманная таутомерия. Полиамиды (поликапролактамы), кислотно-основные свойства.
31	Гетероциклические соединения. Классификация гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы. Пиррол, фуран, тиофен. Получение из 1,4-дикарбонильных соединений, взаимные переходы (реакция Юрьева). Строение и свойства. Электрофильное замещение, ориентация. Различия в ароматических свойствах. Пиррол как структурная единица порфирина. Понятие о строении гемоглобина и хлорофилла. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол.
32	Шестичленные ароматические гетероциклы. Пиридин, пиримидин, соли пиримидина. Их строение, свойства, нахождение таких структур в природе. Сравнение основных свойств пиридина и пиррола. Сравнительный анализ свойств пиррола, пиридина и бензола и бензола при электрофильном замещении. Конденсированные гетероароматические соединения. Индольные, хинолиновые, изохинолиновые, пуриновые структуры

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
2 семестр	
1.	Классификация органических соединений. Основные классы органических веществ. Понятия: гомологи, гомологический ряд. Номенклатура. Общие принципы построения названий органических соединений. Современная международная номенклатура IUPAC.
2.	Химическая связь. Электроотрицательность атомов и основные типы химической связи. Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный.
3.	Пространственное строение и стереоизомерия.
4.	Кислотные и основные свойства органических соединений
5.	Химические свойства предельных и непредельных углеводов

№ п/п	Наименования лабораторных работ
6.	Ароматические углеводороды и их производные
3 семестр	
7.	Галогенпроизводные. Методы получения галогенпроизводных. Реакции нуклеофильного замещения галогенпроизводных. Замещение галогена в ароматическом кольце и в боковой цепи.
8.	Гидроксилпроизводные. Спирты. Получение этилата натрия. Получение глицерата меди. Замещение гидроксильной группы на галоген в первичных, вторичных и третичных спиртах (проба Лукаса). Дегидратация этанола (получение этилена и диэтилового эфира). Окисление спиртов. Фенолы. Получение фенолята натрия. Бромирование фенола. Качественная реакция на фенолы с хлоридом железа (III). Простые эфиры
9.	Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны. Реакции A_N . Получением бисульфитного производного ацетона, 2,4-динитрофенилгидразона ацетона. Реакции по α -углеродному атому. Галоформная реакция. Окисление альдегидов гидроксидом диамина серебра (реакция серебряного зеркала). Окислением альдегидов гидроксидом меди (II). Окисление бензальдегида.
10.	Карбоновые кислоты. Кислотные свойства карбоновых кислот на примере уксусной и бензойной кислот. Получение изоамилового эфира уксусной кислоты. Получение ацетанилида. Окисление муравьиной и щавелевой кислот.
11.	Гетерофункциональные органические соединения. Образование хелатных комплексов α -аминокислот, гидроксикислот, ацетоуксусного эфира с ионами металлов. Реакции кетонной и енольной форм ацетоуксусного эфира. Декарбоксилирование оксо- и гидроксикислот. Разложение лимонной кислоты.
12.	Методы очистки и разделения органических веществ. Кристаллизация
13.	Разделение смеси органических веществ перегонкой
14.	Хроматография. Разделение смеси моно- и динитроанилинов методом колоночной хроматографии
15.	Введение в органический синтез. Синтез 2-хлор-2-метилпропана
16.	Синтез ацетанилида
17.	Синтез изоамилацетата
18.	Реакции ароматических диазосоединений. Синтез о-хлорбензойной кислоты
19.	Синтез п-иоднитробензола
20.	Синтез метилового оранжевого

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2 семестр	
1	Подготовка к лабораторным занятиям
2	Подготовка к контрольным работам

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
3 семестр	
1	Подготовка к лабораторным занятиям
2	Подготовка к контрольным работам
3	Выполнение индивидуального домашнего задания
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
2 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение лабораторных работ №1-3	10
		Контрольная работа №1	6
		Контрольная работа №2	7
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение лабораторных работ №4-6	10
		Контрольная работа №3	6
		Контрольная работа №4	6
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение лабораторных работ №7-13	10
		Контрольная работа №5	6
		Контрольная работа №6	6
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение лабораторных работ №14-20	10
		Контрольная работа №7	6
		Индивидуальное домашнее задание	7
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также компьютером (или ноутбуком), видеопроектором, настенным экраном;
- для проведения лабораторных работ – лаборатория органической химии, оснащённая лабораторными столами, испарителем ротационным, термометрами, вакуумным одноступенчатым насосом, колбонагревателями, магнитными мешалками, складными столиками, газовой горелкой, эксикаторами, вытяжками, химической посудой и реактивами.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов: в 3 т. Т.1 / В.Ф.Травень .— М. : Лаборатория знаний, 2017 .— 368 с.
2. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов: в 3 т. Т.2 / В.Ф.Травень .— М. : Лаборатория знаний, 2017 .— 517с.
3. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов: в 3 т. Т.3 / В.Ф.Травень.— М. : Лаборатория знаний, 2017 .— 388с.
4. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник для вузов / Н.А.Тюкавкина, Ю.И.Бауков .— 4-е изд., стер. — М. : Дрофа, 2005 .— 542с. : ил.
5. Кужаева, А. А. Органическая химия : учебное пособие / А. А. Кужаева, И. В. Берлинский, Н. В. Джевага. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 152 с. — ISBN 978-5-4487-0310-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/77218.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2 Дополнительная литература

1. Дмитриева Е. Д. Органическая химия: Учебное пособие для студентов-заочников инженерно-технических специальностей вузов / Дмитриева Е. Д., Алехина Н. Н., Горячева А. А. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009.-146 с. - ISBN 978-5-7679-1402-9.
2. Шабаров, Ю.С. Органическая химия : Учебник для вузов / Ю.С.Шабаров .— 4-е изд.,стер. — М. : Химия, 2002 .— 848 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека [eLibrary.ru](https://www.elibrary.ru/), доступ свободный.
2. <https://cyberleninka.ru/>. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка», доступ свободный
3. <https://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> - сайт Химического факультета МГУ.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложений «Мой офис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».