

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»**  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета подготовки  
кадров высшей квалификации  
ФГАОУ ВО РНИМУ  
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

\_\_\_\_\_ М.В. Хорева

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Научная специальность

**1.4.3 Органическая химия**

Москва, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Органическая химия» разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, педагогическими работниками кафедры химии лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ

№	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность в Университете, кафедра
1	Негребецкий Вадим Витальевич	д.х.н., доцент	Заведующий кафедрой химии лечебного факультета
2	Бауков Юрий Иванович	д.х.н., профессор	Профессор кафедры химии лечебного факультета
3	Белавин Иван Юрьевич	к.х.н., доцент	Профессор кафедры химии лечебного факультета

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Органическая химия» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии лечебного факультета

протокол № 6 от «29» марта 2022г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_/Негребецкий В.В./

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля) .....	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля) .....	12
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся .....	13
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	15
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....	23
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) .....	25
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля) .....	26
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	26

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

### Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовить научные и научно-педагогические кадры высшей квалификации с углубленным образованием в области органической химии, способные самостоятельно проводить научные исследования, связанные с разработкой и применением методов современной органической химии в получении практически важных органических и элементоорганических соединений, а также преподавания в медицинских образовательных учреждениях.

### Задачи дисциплины (модуля)

1. Формирование углубленных фундаментальных знаний о современной органической химии и ее месте среди других химических наук, в синтезе биологически активных веществ.
2. Формирование теоретических основ органической химии, базовых принципов дизайна функциональных молекул и методах их исследования.
3. Формирование глубокого понимания общих закономерностей органического синтеза.
4. Формирование навыков теоретического анализа результатов экспериментальных исследований в области химии, методам планирования эксперимента и обработки результатов, систематизирования и обобщения как уже имеющейся в литературе, так и самостоятельно полученной в ходе исследований информации.
5. Формирование умений и навыков самостоятельной научной (научно-исследовательской) деятельности по научной специальности 1.4.3 «Органическая химия».

## 2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	Всего, час.	Объем по полугодиям							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. раб.):</b>	<i>144</i>	-	-	<i>112</i>	<i>32</i>	-	-	-	-
Лекционное занятие (Л)	<i>48</i>	-	-	<i>32</i>	<i>16</i>	-	-	-	-
Семинарское/практическое занятие (СПЗ)	<i>96</i>	-	-	<i>80</i>	<i>16</i>	-	-	-	-
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	<i>108</i>	-	-	<i>68</i>	<i>40</i>	-	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	<i>36</i> <i>3, КЭ</i>	-	-	<i>3</i>	<i>36</i> <i>КЭ</i>	-	-	-	-
<b>Общий объем</b>	<b>в часах</b>	<i>288</i>	-	-	<i>180</i>	<i>108</i>	-	-	-
	<b>в зачетных единицах</b>	<i>8</i>	-	-	<i>5</i>	<i>3</i>	-	-	-

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

## **Раздел 1. Теоретические основы органической химии**

### **Тема 1.1. Химическая связь и строение органических соединений**

Современные представления о природе химической связи.

Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп. Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Приближение МО-ЛКАО. Метод МО Хюккеля и более строгие квантово-химические методы расчета. Понятие о полуэмпирических методах, основанных на приближении Хартри—Фока (MNDO, AM1, PM3 и др.). Методы *ab initio*. Метод функционала плотности (DFT). Компромиссные подходы (локализованные связи, гибридизация, частичный учет делокализации электронов). Теория возмущений МО. Возмущения первого и второго порядков. Индексы реакционной способности. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций. Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Мезоионные соединения. Антиароматичность.

Сtereoхимия. Пространственное строение органических молекул. Пространственное взаимодействие несвязанных атомов и групп, ван-дер-ваальсовы радиусы. Понятие о конформации молекулы. Вращение вокруг связей: величины и симметрия потенциальных барьеров. Факторы, определяющие энергию конформеров. Влияние эффектов сопряжения на стабильность конформеров. Номенклатура конформеров. Угловое напряжение и другие типы напряжения в циклических системах. Средние циклы и трансаннулярные взаимодействия. Инверсия циклов и азотсодержащих соединений.

Связь конформации и реакционной способности. Принцип Кертна—Гаммета. Стерический и стереоэлектронный контроль реакций. Стереоселективность и стереоспецифичность. Пространственное строение этиленовых и диеновых систем. Номенклатура геометрических изомеров. Конформация диенов и триенов. Атропоизомерия. Энантиомерия. Асимметрия и хиральность. Эквивалентные, энантиотопные и диастереотопные группы; их проявление в химическом поведении молекул в хиральных и ахиральных средах и спектрах ЯМР. Номенклатура оптических антиподов. Неуглеродные атомы как центры хиральности. способы получения и разделения энантиомеров. Оптическая чистота и методы ее определения. Определение абсолютной и относительной конфигурации. Понятие о дисперсии оптического вращения и круговом дихроизме.

### **Тема 1.2. Общие принципы реакционной способности**

Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотношению числа молекул реагентов и продуктов. Теория переходного состояния. Гиперповерхность потенциальной энергии, координата и энергетический профиль реакции. Термодинамические параметры активации. Кинетические уравнения основных типов реакций. Методы экспериментального изучения кинетики и механизмов реакций. Метод стационарного состояния (принцип Боденштейна). Постулат Хэммонда. Эмпирический (экстратермодинамический) подход к реакционной способности. Корреляционные уравнения, принцип линейности свободных энергий Гиббса. Уравнения Гаммета и Тафта. Связь параметров корреляционных

уравнений с механизмом реакций. Принцип ЖМКО; его обоснование на основе теории возмущений МО.

Количественная теория кислот и оснований. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Понятие рН. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Уравнение Бренстеда. Общий и специфический кислотно-основный катализ. Суперкислоты. Функции кислотности. Постулат Гаммета.

Влияние среды на скорости и равновесие органических реакций. Специфическая и неспецифическая (универсальная) сольватация. Клеточный эффект. Водородная связь. Классификация и шкалы параметров растворителей. Влияние сольватации на скорость и равновесие органических реакций. Уравнения Уинстейна и Грюнвальда, Коппеля-Пальма. Кислотность и основность в газовой фазе. Ассоциация ионов. Типы ионных пар и доказательства их существования. Влияние ассоциации ионов на их реакционную способность. Уравнение Акри. Межфазный катализ. Краун-эфиры, криптанды, поданды, катализаторы межфазного переноса. Понятие о супрамолекулярной химии.

Основные типы интермедиатов. Карбениевые ионы (карбокатионы). Генерация карбокатионов в растворах и в газовой фазе. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность карбокатионов. Строение карбокатионов. Понятие о неклассических ионах. Основные типы реакций карбокатионов и области их синтетического использования. Скелетные перегруппировки и гидридные сдвиги в карбокатионах. Карбанионы и СН-кислоты. Влияние структурных и эффектов среды на стабилизацию карбанионов. Основные реакции карбанионов, анионные перегруппировки. Амбидентные и полиидентные анионы. Карбены. Электронная структура, синглетное и триплетное состояние карбенов. Методы генерации карбенов и использование их в органическом синтезе. Нитрены, их генерация, строение и свойства.

Свободные радикалы и ион-радикалы. Методы генерирования радикалов. Электронное строение и факторы стабилизации свободных радикалов. Типы стабильных свободных радикалов. Основы методов ЭПР и ХПЯ. Катион- и анион-радикалы. Методы генерирования и свойства. Основные реакции ион-радикалов. Комплексы с переносом заряда.

### **Тема 1.3. Основные типы органических реакций и их механизмы**

Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2, смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции. Анхимерное содействие и синергетическое ускорение, участие соседних групп, перегруппировки в ходе нуклеофильного замещения. Корреляционные уравнения Суэйна—Скотта и Эдвардса.

Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридного атома углерода. Винильный катион. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Катализ переходными металлами. Нуклеофильное замещение в нитро производных бензола. Нуклеофильное замещение водорода (викариозное замещение). Комплексы Мейзенгеймера. Нуклеофильное замещение в ароматических гетероциклах. Кине-замещение.

Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения SE1, SE2, SEi. Нуклеофильный катализ электрофильного замещения. Влияние структуры субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакций. Замещение у олефинового атома

углерода и в ароматическом кольце. Генерирование электрофильных реагентов. Правила ориентации и их молекулярно-орбитальная интерпретация. Электрофильное замещение других групп, кроме водорода. Ипсо-замещение. Кинетические изотопные эффекты.

Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования E1 и E2. Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при E2-элиминировании. Термическое син-элиминирование.

Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения, регио- и стереоселективность реакций. Присоединение к сопряженным системам. Катионная полимеризация олефинов. Нуклеофильное присоединение по кратным связям C=C. Механизм процесса. Влияние структуры нуклеофила и субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакции. Реакция Михаэля. Анионная полимеризация олефинов.

Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлоорганических соединений. Реакция Анри. Кислотный и основной катализ присоединения. Енолизация альдегидов и кетонов. Механизм этерификации кислот и получение ацеталей. Конденсации карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных. Нуклеофильное присоединение к альд- и кетиминам и карбоний-иммониевым ионам (реакция Манниха).

Перегруппировки в карбокатионных интермедиатах. Классификация перегруппировок: пинаколиновая и ретропинаколиновая, перегруппировка Демьянова. Перегруппировка Вагнера—Мейервейна. Перегруппировки с миграцией к атому азота (Гофмана, Курциуса, Бекмана). Реакция Байера—Виллигера.

Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции. Полимеризация, теломеризация, реакции автоокисления. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций. Редокс-реакции. Электросинтез органических соединений.

Молекулярные реакции (цис-транс-изомеризация, распад молекул, размыкание циклов). Коарктатные реакции.

Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда—Гофмана. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Перициклические реакции (2+2) и (2+4) - циклоприсоединения. 1,3-дипольное циклоприсоединение.

Двойственная реакционная способность и таутомерия органических соединений. Прототропные и сигматропные перегруппировки. Правило Корнблума. Кето-енольное равновесие. Нитросоединения и нитроновые кислоты, нитрозосоединения и оксимы. Металлотропия.

Основы фотохимии органических соединений. Синглетные и триплетные состояния, флуоресценция и фосфоресценция, интеркомбинационная конверсия. Основные типы фотохимических реакций. Явление фотохромизма.

## **Раздел 2. Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений**

### **Тема 2.1. Насыщенные углеводороды**

Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений.

Реакции алканов: галогенирование, сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов в суперкислых средах (дейтероводородный обмен и галогенирование).

Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Типы напряжения в циклоалканах и их подразделение на малые, средние и макроциклы. Конформационный анализ циклогексана, моно- и дизамещенных циклогексанов; аксиальные и экваториальные связи. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность в ряду производных циклогексана на примере реакций замещения, отщепления и окисления. Реакции расширения и сужения циклов при дезаминировании первичных аминов (Демьянов). Сужение цикла в реакции Фаворского (галогенциклоалканоны).

### Тема 2.2. Алкены

Методы синтеза: элиминирование галогеноводородов из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Синтез алкенов из четвертичных аммониевых солей (Гофман), N-окисей третичных аминов (Коуп). Стереоселективное восстановление алкинов. Стереоселективный синтез *цис*- и *транс*-алкенов из 1,2-диолов (Кори, Уинтер). Региоселективный синтез алкенов из тозилгидразонов (Шапиро). Реакция Виттига как региоспецифический метод синтеза алкенов. Основания, используемые в реакции. Стабилизированные и нестабилизированные илиды. Стереохимия реакции. Хемоселективность реакции Виттига. Получение эфиров алкилфосфоновых кислот (Михаэль—Арбузов) и их использование в синтезе алкенов (вариант Виттига—Хорнера—Эммонса). Область применения реакции.

Реакции алкенов: электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Процессы, сопутствующие AdE-реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие агенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды. Окисление алкенов до оксиранов (Прилежаев). Понятие об энантиомерном эпоксилировании алкенов по Шарплесу (в присутствии изопропилата титана и эфира L-(+) - винной кислоты). *Цис*-гидроксилирование алкенов по Вагнеру (KMnO<sub>4</sub>) и Криге (OsO<sub>4</sub>). Окисление алкенов галогеном в присутствии солей серебра: *цис*-(Вудворт) и *транс*-(Прево) гидроксилирование. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода по Хараши, сероводорода и тиолов. Аллильное галогенирование по Циглеру. Внутримолекулярная радикальная циклизация 6-галогеналканов при действии три-бутилоловогидрида. Гетерогенное гидрирование: катализаторы, каталитические яды. Гидрогенолиз связей углерод-гетероатом. Гомогенное гидрирование: катализаторы, механизм. Региоселективность гомогенного гидрирования. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Карбеноиды, их взаимодействие с алкенами.

### Тема 2.3. Алкины



Методы синтеза: отщепление галогеноводородов из дигалогенидов, реакция 1,2-дигидразонов с оксидом ртути (II) и тетраацетатом свинца. Усложнение углеродного скелета алкинов: реакции ацетиленидов натрия и меди, магниийорганических производных алкинов. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

Реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.

#### **Тема 2.4. Алкадиены**

Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского—Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах.

Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение. Реакция Дильса—Альдера с алкенами и алкинами, ее типы: карбо-реакция, гетеро-реакция. Диены и диенофилы. *o*-хинодиметаны в качестве диенов. Катализ в реакции Дильса—Альдера. Стереохимия реакции. Региоселективность [4+2]-циклоприсоединения в случае несимметричных диенов и диенофилов. Ретро-реакция Дильса—Альдера. Применение силосидиенов в синтезе алициклов и гетероциклов.

#### **Тема 2.5. Спирты и простые эфиры**

Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот.

Реакции одноатомных спиртов: замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора и хлористого тионила). Реагенты регио- и стереоселективного замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом). Дегидратация спиртов. Окисление первичных и вторичных спиртов. Реагенты окисления на основе соединений хрома(VI), диоксида марганца и диметилсульфоксида (методы Моффета и Сверна).

Методы синтеза и реакции двухатомных спиртов. Окислительное расщепление 1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

Методы синтеза простых эфиров: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование спиртов.

Реакции простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами.

Гидропероксиды. Краун-эфиры, их получение и применение в синтезе.

Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

#### **Тема 2.6. Альдегиды и кетоны**

Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов.

Реакции альдегидов и кетонов: присоединение воды, спиртов, тиолов. 1,3-Дитианы и их использование в органическом синтезе. Обращение полярности C=O-группы. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг) и серы. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Перегруппировка Бекмана. Взаимодействие альдегидов и кетонов с металлорганическими соединениями. Енамины, их алкилирование и

ацилирование. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов как метод усложнения углеродного скелета. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых и кремниевых эфиров енолов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой (Кневенагель). Аминометилирование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация. Конденсация с нитроалканами (Анри). Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления. Дезоксигенирование альдегидов и кетонов: реакции Клемменсена и Кижнера—Вольфа. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов надкислотами по Байеру—Виллигеру.

$\alpha,\beta$ -непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов. Реакция 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил- и диарилкупратов, цианистого водорода, галогеноводородов. Эпоксидирование  $\alpha,\beta$ -непредельных кетонов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов к  $\alpha,\beta$ -непредельным альдегидам и кетонам (Михаэль). Доноры и акцепторы Михаэля. Катализаторы реакции, ее обратимость. Ретро-реакция. Реакции анелирования. Вариант Робинсона. Использование  $\beta$ -хлоркетонов и производных оснований Манниха.  $\beta$ -силилированные винилкетоны (Сторк) и енамины в реакциях анелирования.

### **Тема 2.7. Карбоновые кислоты и их производные**

Методы синтеза кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот, синтез на основе металлорганических соединений, синтезы на основе малонового эфира.

Реакции карбоновых кислот: галогенирование по Гелю-Фольгардту-Зелинскому, пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

Методы получения производных карбоновых кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, нитрилов, амидов. Кетены, их получение и свойства.

Реакции производных карбоновых кислот: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, металлорганические соединения). Восстановление галогенангидридов до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие галогенангидридов с диазометаном (реакция Арндта-Эйстера). Восстановление сложных эфиров до спиртов и альдегидов, нитрилов – до аминов и альдегидов комплексными гидридами металлов. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Особенности эфиров двухосновных кислот (образование карбоциклов) в этих реакциях. Сложные эфиры  $\beta$ -галогенокислот в реакциях Реформатского. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе.

Методы синтеза  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот: дегидратация гидроксикислот, реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина (синтез коричных кислот). Реакции присоединения по двойной связи. Бром- и иодо-лактонизация  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот.

### **Тема 2.8. Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду**

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование бифенила, нафталина, ароматических аминов и фенола. Получение полинитросоединений. Ипсо-атака и ипсо-замещение в реакциях нитрования. Восстановление нитрогруппы в различных условиях.

Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм галогенирования аренов и их производных.

Сульфирование. Сульфлирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфогруппы.

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Особенности ацилирования фенолов, перегруппировка Фриса. Формилирование по Гаттерману-Коху, Гаттерману и Вильсмейеру. Область применения этих реакций.

### **Тема 2.9. Нитросоединения и амины**

Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Анри). Восстановление в амины. Превращение вторичных нитроалканов в кетоны (Мак-Марри).

Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Синтез аминов с третичным алкильным радикалом (Риттер), взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

Реакции аминов. Алкилирование и ацилирование. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Окисление третичных аминов до *N*-оксидов, их термолиз (Коуп). Получение нитронов из *N,N*-диалкилгидроксиаминов. Реакции [3+2]-циклоприсоединения нитронов (образование пятичленных азотистых гетероциклов).

### **Тема 2.10. Методы синтеза и реакции ароматических гетероциклических соединений**

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль—Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу. Синтез 3,4-дизамещенных тиофенов по Хинсбергу. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Синтез индола и его производных из 2-ациламинотолуолов (Маделунг). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин. Синтез производных пиридина по Ганчу. Синтез частично гидрированных производных пиридина путем [4+2]-циклоприсоединения (гетеро-реакция Дильса—Альдера). Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру—Миллеру. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и

восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. *N*-оксиды пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием. 2- и 4-метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

### **Раздел 3. Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений**

#### **Тема 3.1. Планирование органического синтеза**

Выбор оптимального пути синтеза. Принцип ретросинтетического анализа. Линейные и конвергентные схемы синтеза. Синтоны и синтетические эквиваленты. Защита функциональных групп. Методы введения и удаления защитных групп.

Основные пути построения углеродного скелета.

Методы введения важнейших функциональных групп и пути перехода от одних функций к другим.

Элементоорганические соединения (производные фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе. Металлокомплексный катализ.

#### **Тема 3.2. Физико-химические методы, применяемые в органической химии**

Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений. Спектроскопия ЯМР, ЭПР, колебательная и электронная спектроскопия, масс- и хромато-масс-спектрометрия. Газожидкостная и жидкостная хроматография, ионообменная и гельпроникающая хроматография, электрофорез. Рентгеноструктурный анализ и электронография. Рефрактометрия.

Особенности оборудования и методики проведения реакций в гетерофазных и гетерогенных системах. Современные методы обработки реакционных масс, очистки и выделения продуктов. Проведение реакций на твердых носителях. Принципы комбинаторной химии.

Техника безопасности и экологические проблемы органического синтеза. «Зеленая химия». Термохимия органических реакций. Тепловой взрыв.

#### **Тема 3.3. Использование ЭВМ в органической химии и информатика**

Основные представления о применении неэмпирических и полуэмпирических методов квантово-химических вычислений и расчетов методами молекулярной механики для определения электронного и пространственного строения, конформационного состава, теплот образования, энергий напряжения и активации химических реакций, колебательных и электронных спектров, реакционной способности органических соединений.

Традиционные средства химической информации и методы их использования. Автоматизированные информационно-поисковые системы. Понятие об эмпирических корреляциях структура-свойство (QSAR, QSPR). Спектроструктурные корреляции. Машинное планирование и поиск путей синтеза органических соединений.

## **4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)**

*Таблица 2*

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Конт акт. раб.	Л	СПЗ	СР	
	<b>Полугодие 3</b>	<b>180</b>	<b>112</b>	<b>32</b>	<b>80</b>	<b>68</b>	<b>Зачет</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Теоретические основы органической химии</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>Тестирование</b>
Тема 1.1	Химическая связь и строение органических соединений	11	7	2	5	4	
Тема 1.2	Общие принципы реакционной способности	11	7	2	5	4	
Тема 1.3	Основные типы органических реакций и их механизмы	24	14	4	10	10	
<b>Раздел 2</b>	<b>Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений</b>	<b>134</b>	<b>84</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>Тестирование</b>
Тема 2.1	Насыщенные углеводороды	11	7	2	5	4	
Тема 2.2	Алкены	11	7	2	5	4	
Тема 2.3	Алкины	11	7	2	5	4	
Тема 2.4	Алкадиены	11	7	2	5	4	
Тема 2.5	Спирты и простые эфиры	11	7	2	5	4	
Тема 2.6	Альдегиды и кетоны	11	7	2	5	4	
Тема 2.7	Карбоновые кислоты и их производные	22	14	4	10	8	
Тема 2.8	Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду	12	7	2	5	5	
Тема 2.9	Нитросоединения и амины	12	7	2	5	5	
Тема 2.10	Методы синтеза и реакции ароматических гетероциклических соединений	22	14	4	10	8	
	<b>Полугодие 4</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>КЭ – 36 час.</b>
<b>Раздел 3</b>	<b>Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>Опрос устный</b>
Тема 3.1	Планирование органического синтеза	30	12	6	6	18	
Тема 3.2	Физико-химические методы, применяемые в органической химии	24	12	6	6	12	
Тема 3.3	Использование ЭВМ в органической химии и информатика	18	8	4	4	10	
	<b>Общий объем</b>	<b>252</b>	<b>144</b>	<b>48</b>	<b>96</b>	<b>108</b>	<b>36</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, написание докладов, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

Задания для самостоятельной работы

Таблица 3

Номер	Наименование раздела	Вопросы для самостоятельной работы
-------	----------------------	------------------------------------

раздела		
1	Теоретические основы органической химии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют современные квантово-химические подходы к определению реакционных центров в молекуле и прогнозированию реакционной способности?</li> <li>2. Что такое динамическая стереохимия и асимметрический синтез?</li> <li>3. Какое влияние оказывают растворителя на протекание органических реакций и на их механизм?</li> <li>4. Приведите обобщенный механизм электрофильных реакций.</li> <li>5. Приведите обобщенный механизм нуклеофильных реакций.</li> <li>6. Приведите механизмы и стереохимию синхронных реакций.</li> <li>7. Приведите механизмы и стереохимию реакций элиминирования.</li> <li>8. Обобщите различные реакции циклизации.</li> <li>9. В чем заключаются современные аспекты понятий кислотности и основности?</li> <li>10. Как соотносятся статический и динамический факторы в различных типах реакций?</li> </ol>
2	Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте обобщение химических реакций различных классов органических соединений, протекающих с образованием углерод-гетероатом.</li> <li>2. Дайте обобщение реакций элиминирования различных типов органических соединений с образованием <math>\pi</math>-связи или цикла.</li> <li>3. Приведите примеры реакций органических соединений, протекающих с образованием связи углерод-углерод или с ее разрывом.</li> <li>4. Приведите примеры реакций органических соединений, протекающих с разрывом связи углерод-углерод.</li> <li>5. Приведите примеры реакций органических соединений, протекающих с разрывом связи углерод-углерод.</li> <li>6. Обобщите реакции окисления органических соединений.</li> <li>7. Обобщите реакции соединений с карбонильной группой.</li> <li>8. В чем состоит применение хиральных реагентов в асимметрическом синтезе.</li> <li>9. Какие пути введения в молекулы одноуглеродных фрагментов?</li> <li>10. Обобщите применение металлоорганических реагентов.</li> </ol>
3	Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укажите современные подходы к планированию многостадийного органического синтеза.</li> <li>2. Приведите примеры комплексного использования физико-химических методов разделения и исследования органических соединений.</li> <li>3. Какие современные средства химической информации и методы их использования существуют?</li> <li>4. В чем заключается введение и трансформация функциональных групп?</li> <li>5. Как осуществляются пути построения углеродного скелета?</li> <li>6. В чем заключается комплексное использование физико-химических методов разделения и исследования органических</li> </ol>

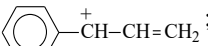
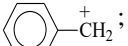
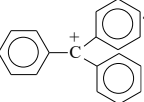
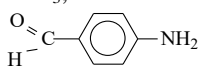
		<p>соединений?</p> <p>7. Как устанавливается строение органического соединения с использованием УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии?</p> <p>8. Какие методы ЭПР используются в изучении свободно-радикальных процессов?</p> <p>9. Как используются методы рентгеноструктурного анализа, электронно- и нейтронографии?</p> <p>10. Какие существуют современные средства химической информации и методы их использования?</p>
--	--	--

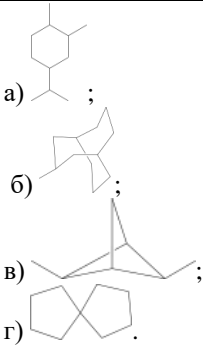
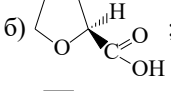
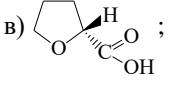
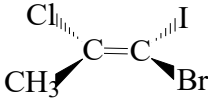
Контроль самостоятельной работы осуществляется на семинарских (практических) занятиях.

## 6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные варианты оценочных заданий для текущего контроля успеваемости

Таблица 4

Раздел, тема	Наименование разделов, тем	Форма контроля	Оценочное задание
<b>Полугодие 3</b>			
<b>Раздел 1</b>	<b>Теоретические основы органической химии</b>	Тестирование	<p><b>Тестовые задания:</b></p> <p>1. Расположите карбокатионы в порядке увеличения их устойчивости:</p> <p>а) ;</p> <p>б) ;</p> <p>в) .</p> <p>2. Свойства, проявляемые органическим субстратом в реакции:</p> $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + \text{LiNH}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CLi} + \text{NH}_3$ <p>субстрат</p> <p>Ответ запишите словом: кислотные; основные; нуклеофильные или электрофильные.</p> <p>3. Расположите соединения в порядке усиления их основных свойств:</p> <p>а) <math>\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2</math>;</p> <p>б) <math>\text{CH}_3\text{-NHCH}_3</math>;</p> <p>в) <math>\text{NH}_3</math>; г) </p> <p>4. Два одинаковых лиганда у третьего атома углерода в молекуле <math>\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}</math>:</p> <p>а) энантиотопные;</p> <p>б) диастереотопные;</p> <p>в) гомотопные.</p> <p>5. Соотнесите название с формулой:</p> <p>1) 2,4-диметилбицикло[1,1,1]пентан;</p> <p>2) 4-изопропил-1,2-диметилциклогексан;</p> <p>3) спиро[4,4]нонан;</p> <p>4) 3-метилбицикло[3,3,3]ундекан.</p>
Тема 1.1	Химическая связь и строение органических соединений		
Тема 1.2	Общие принципы реакционной способности		
Тема 1.3	Основные типы органических реакций и их механизмы		

			<p>  </p> <p>6. Формулы <i>S</i>-изомеров:</p> <p>а) <math>\text{HOCH}_2-\text{C}(\text{H})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{CH}_3</math> ;</p> <p>б)  ;</p> <p>в)  ;</p> <p>г) <math>\text{HOCH}_2-\text{C}(\text{H})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{CH}_3</math> .</p> <p>7. Укажите конфигурацию молекулы  используя возможные стереохимические номенклатуры:</p> <p>а) <i>Z</i>-; б) <i>цис</i>-; в) <i>E</i>-; г) <i>транс</i>-.</p> <p>8. Расположите реагенты в порядке увеличения их нуклеофильности:</p> <p>а) <math>\text{H}_2\text{N}^-</math>; б) <math>\text{CH}_3\text{OH}</math>; в) <math>\text{NH}_3</math>; г) <math>\text{CH}_3\text{O}^-</math>.</p> <p>9. Апротонный диполярный растворитель:</p> <p>а) вода; б) бензол; в) спирт; г) ГМФТА.</p> <p>10. Соотнесите вещества или частицы с их ролью в реакции <math>S_N</math>: <math>(\text{CH}_3)_2\text{CHBr} + \text{HS}^- \rightarrow</math></p> <p>1) субстрат; 2) нуклеофил; 3) нуклеофуг; 4) продукт реакции.</p> <p>а) тиол; б) бромид-анион; в) гидросульфид-анион; г) изопропилбромид.</p>
Раздел 2	Синтетические методы в органической химии и	Тестирование	Тестовые задания:



	химические свойства соединений	
Тема 2.1	Насыщенные углеводороды	<p>1. Соотнесите название вещества и преимущественный продукт его фотохимического монобромирования:</p> <p>1) 1-бromo-1-фенилпропан;  2) 1-бromo-1-фенилбутан;  3) 1-бromo-1-фенилэтан;  4) 2-бromo-2-фенилпропан.  а) пропилбензол;  б) бутилбензол;  в) этилбензол;  г) изопропилбензол.</p> <p>2. По правилу Марковникова происходит гидробромирование:</p> <p>1) пропена;  2) пропеналя;  3) 3,3-дифторпропена;  4) хлороэтена;  5) пропеновой (акриловой) кислоты.</p> <p>3. Основной продукт бромирования бензальдегида в присутствии катализатора:</p> <p>1) <i>мета</i>-бромобензальдегид;  2) смесь <i>орто</i>-бромобензальдегида и <i>пара</i>-бромобензальдегида;  б) <i>орто</i>-бромобензальдегид;  4) <i>пара</i>-бромобензальдегид.</p> <p>4. Выберите наиболее активный алкилирующий реагент:</p> <p>1) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>SH;  2) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH;  3) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>I;  4) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NH<sub>2</sub>.</p> <p>5. Основной продукт дегидратации 3-гидроксибутановой кислоты:</p> <p>1) масляная кислота;  2) бутановая кислота;  3) бутен-2-овая кислота;  4) бутен-3-овая кислота.</p> <p>6. Оцените истинность суждений:</p> <p>1) При взаимодействии альдегидов и кетонов с вторичными аминами образуются енамины.  2) Формальдегид гидратируется в большей степени, чем ацетальдегид.  3) Наличие электроноакцепторных заместителей у карбонильной группы ослабляет электрофильный центр.  4) Образование дитиоацеталей необратимо.  а) верно; б) неверно.</p> <p>7. Используя избыток натриймалонового эфира и дибромометан, можно получить:</p> <p>1) циклопропанкарбоновую кислоту;  2) малоновую кислоту; 3) янтарную кислоту;  4) пропандиовую кислоту.</p> <p>8. Реакции, возможные для 4-аминовалериановой кислоты:</p> <p>1) сложноэфирная конденсация;  2) циклизация;  3) окисление;  4) гидратация.</p> <p>9. Продукт дезаминирования аланина азотистой</p>
Тема 2.2	Алкены	
Тема 2.3	Алкины	
Тема 2.4	Алкадиены	
Тема 2.5	Спирты и простые эфиры	
Тема 2.6	Альдегиды и кетоны	
Тема 2.7	Карбоновые кислоты и их производные	
Тема 2.8	Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду	
Тема 2.9	Нитросоединения и амины	
Тема 2.10	Методы синтеза и реакции ароматических гетероциклических соединений	

			<p>кислотой: 1) 3-гидроксипропановая кислота; 2) молочная кислота; 3) пропаналь; 4) пировиноградная кислота; 5) 2-гидроксипропановая кислота.</p> <p>10. Аденозин-5'-фосфат:  1) нуклеотид, состоящий из фрагментов рибозы, аденина и трех остатков фосфорной кислоты;  2) нуклеотид, состоящий из фрагментов дезоксирибозы, аденина и трех остатков фосфорной кислоты;  3) нуклеотид, состоящий из фрагментов дезоксирибозы, аденина и остатка фосфорной кислоты;  4) нуклеотид, состоящий из фрагментов рибозы, аденина и остатка фосфорной кислоты.</p>
<b>Полугодие 4</b>			
<b>Раздел 3</b>	Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений	Устный опрос	<p><b>Вопросы к опросу устному:</b></p> <p>1. Какая роль защитных групп при проведении органического синтеза. Приведите примеры.</p> <p>2. Как используются ТМС-производные в органическом синтезе?</p> <p>3. Какие задачи решаются при помощи ЯМР-спектроскопии?</p> <p>4. Какие существуют способы введения одновалентных функциональных групп в молекулу?</p> <p>5. Какие существуют способы введения в молекулу функциональных групп, содержащих кратную связь углерод-гетероатом?</p> <p>6. Как используются амбидентные реагенты?</p> <p>7. Как осуществляется математическое моделирование органического синтеза?</p> <p>8. Какие задачи решаются ИК- и УФ-спектроскопией?</p> <p>9. Как применяется рентгеноструктурный анализ для установления строения вещества?</p> <p>10. Как применяется хромато-масс-спектрометрия для анализа продуктов химической реакции?</p>
Тема 3.1	Планирование органического синтеза		
Тема 3.2	Физико-химические методы, применяемые в органической химии		
Тема 3.3	Использование ЭВМ в органической химии и информатика		

### Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

#### Перечень вопросов к зачету

1. Электронное строение органических соединений.
2. Гибридизация.
3. Локализованные и делокализованные связи. Примеры соединений. Сопряжение. Примеры соединений с различным типом сопряжения.
4. Ароматичность. Бензоидные и небензоидные ароматические системы. Примеры соединений.
5. Электронные эффекты заместителей. Примеры влияния электронных эффектов на примере конкретной реакции.
6. Кислотность и основность органических соединений. Примеры влияния

различных факторов на эти свойства.

7. Региоселективность радикальных и электрофильных реакций на примере углеводов.

8. Нуклеофильность. Примеры реакций нуклеофильного замещения у  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода.

9. Реакции циклоприсоединения. Применение реакции диенового синтеза.

10. Явления таутомерии. Примеры таутомерных систем.

11. Двойственная реакционная способность СН-кислотность органических соединений. Типа реакций, связанных с наличием СН-кислотного центра.

12. Электронное строение, способы получения и химические свойств: Алканы. Алкены. Алкадиены. Алкины. Циклоалканы.

13. Ароматические углеводороды.

14. Галогенопроизводные углеводородов.

15. Спирты. Фенолы.

16. Органические соединения серы.

17. Альдегиды и кетоны.

18. Карбоновые кислоты. Галогенангидриды и ангидриды кислот.

19. Сложные эфиры. Амиды и нитрилы кислот. Угольная кислота и ее производные.

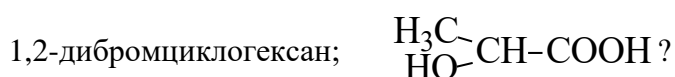
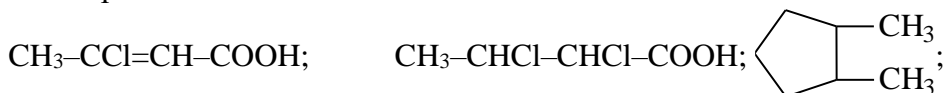
20. Сульфокислоты и их функциональные производные.

21. Амины. Диазо- и азосоединения.

22. Гидроксикислоты. Оксокислоты. Аминокислоты.

23. Пятичленные гетероциклические соединения. Шестичленные гетероциклические соединения.

24. Какие из приведенных ниже соединений могут существовать в виде стереоизомеров:



Определите тип изомерии и изобразите формулы этих изомеров; назовите каждый из них с использованием стереохимических номенклатур.

25. Соотнесите спектральные (ИК- и ПМР) данные со структурой данного вещества: 1,3-Диэтилбензол; 1-Бромэтилбензол; 1-Бromo-3-фенилпропан; 1-Фенилэтанамин-1; 2-(4-Гидроксибензил)этанол; 2-(4-Нитрофенил)этанол; 2,3,3-Триметилбутен-1; 2,3-Диметиланилин; 2-Аминомасляная кислота; 2-Фенилпропанол-1; 2-Хлоро-4-метилфенол; 2-Хлоропропанол-1; 2-Хлоропропановая кислота; 3,3-Диметилбутин-1; 3-Аминомасляная кислота; 3-Метил-4-нитрофенол; 3-Хлоропропантиол-1; 3-Хлоропропионовая кислота; 4-Метилфеноксиуксусная кислота; 4-Формилметилбензоат; 5-Хлоропентин-1; *N*-бензилметиламин;  $\alpha$ -Ацетоксиакрилонитрил; Акрилонитрил; Акролеин; Аллиловый спирт; Бутен-3-овая кислота; Винацетат; Винилфенилсульфид; Винилэтиловый эфир; Диэтилфумарат; Кротоновая кислота; Пентадиен 1,4; Пентанамин-2; Пропантиол-1; Пропантиол-2; Пропионилхлорид; 3-Фенилпропиналь; Циклогексадиен-2,4; Этилбутират.

## Перечень вопросов к кандидатскому экзамену

1. Методы синтеза алканов: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений.
2. Реакции алкенов: *цис*-гидроксилирование алкенов по Вагнеру (KMnO<sub>4</sub>) и Криге (OsO<sub>4</sub>). Окисление алкенов галогеном в присутствии солей серебра: *цис*-(Вудворт) и *транс*-(Прево) гидроксилирование.
3. Методы синтеза алкенов: реакция Виттига как региоспецифический метод синтеза алкенов. Основания, используемые в реакции. Стабилизированные и нестабилизированные илиды. Стереохимия реакции. Хемоселективность реакции Виттига.
4. Методы синтеза алкенов: элиминирование галогеноводородов из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Синтез алкенов из четвертичных аммониевых солей (Гофман), N-окисей третичных аминов (Коуп).
5. Реакции алкенов: присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Карбеноиды, их взаимодействие с алкенами.
6. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода по Харашу, сероводорода и тиолов. Аллильное галогенирование по Циглеру. Внутримолекулярная радикальная циклизация 6-галогеналканов при действии трибутилловогидрида.
7. Методы синтеза алкенов: получение эфиров алкилфосфоновых кислот (Михаэль—Арбузов) и их использование в синтезе алкенов (вариант Виттига—Хорнера—Эммонса). Область применения реакции.
8. Методы синтеза алкенов: стереоселективное восстановление алкинов. Стереоселективный синтез *цис*- и *транс*-алкенов из 1,2-диолов (Кори, Уинтер). Региоселективный синтез алкенов из тозилгидразонов (Шапиро).
9. Реакции алкенов: электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Процессы, сопутствующие AdE-реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора.
10. Методы синтеза алкинов: отщепление галогеноводородов из дигалогенидов, реакция 1,2-дигидразонов с оксидом ртути (II) и тетраацетатом свинца. Усложнение углеродного скелета алкинов: реакции ацетиленидов натрия и меди, магнийорганических производных алкинов. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).
11. Реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.
12. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского—Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах.
13. Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение. Реакция Дильса—Альдера с алкенами и алкинами, ее типы: карбо-реакция, гетеро-реакция. Диены и диенофилы. *o*-хинодиметаны в качестве диенов. Катализ в реакции Дильса—Альдера.

14. Реакции 1,3-диенов: стереохимия реакции Дильса—Альдера. Региоселективность [4+2]-циклоприсоединения в случае несимметричных диенов и диенофилов. Ретро-реакция Дильса—Альдера. Применение силоксидиенов в синтезе алициклов и гетероциклов.

15. Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Типы напряжения в циклоалканах и их подразделение на малые, средние и макроциклы.

16. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

17. Сульфирование аренов. Сульфирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфогруппы.

18. Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Особенности ацилирования фенолов, перегруппировка Фриса.

19. Формилирование аренов по Гаттерману-Коху, Гаттерману и Вильсмейеру. Область применения этих реакций.

20. Реакции производных карбоновых кислот: сложные эфиры  $\alpha$ -галогенокислот в реакциях Реформатского. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе.

21. Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Анри). Восстановление в амины. Превращение вторичных нитроалканов в кетоны (Мак-Марри).

22. Методы синтеза  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот: дегидратация гидроксикислот, реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина (синтез коричных кислот). Реакции присоединения по двойной связи. Бром- и иодо-лактонизация  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот.

23. Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов.

24. Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот.

25. Методы получения аминов: перегруппировки Гофмана и Курциуса. Синтез аминов с третичным алкильным радикалом (Риттер), взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

26. Реакции одноатомных спиртов: замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора и хлористого тионила). Реагенты регио- и стереоселективного замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом).

27. Методы синтеза простых эфиров: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование спиртов. Реакции простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами.

28. Реакции одноатомных спиртов: дегидратация спиртов. Окисление первичных и вторичных спиртов. Реагенты окисления на основе соединений хрома (VI), диоксида марганца и диметилсульфоксида (методы Моффета и Сверна).

29. Гидропероксиды. Краун-эфиры, их получение и применение в синтезе. Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

30. Методы синтеза и реакции двухатомных спиртов. Окислительное расщепление 1,2-диолюв (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

31. Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов.

32. Реакции альдегидов и кетонов: присоединение воды, спиртов, тиолов. 1,3-Дитианы и их использование в органическом синтезе. Обращение полярности С=О-группы. Получение бисульфитных производных и циангидринов.

33. Нитрование бифенила, нафталина, ароматических аминов и фенола. Получение полинитросоединений. Ипсо-атака и ипсо-замещение в реакциях нитрования. Восстановление нитрогруппы в различных условиях.

34. Реакции альдегидов и кетонов: направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых и кремниевых эфиров енолов.

35. Методы синтеза карбоновых кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот, синтез на основе металлоорганических соединений, синтеза на основе малонового эфира.

36. Реакции альдегидов и кетонов: взаимодействие альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями. Енамины, их алкилирование и ацилирование. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов как метод усложнения углеродного скелета.

37. Реакции аминов. Алкилирование и ацилирование. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Окисление третичных аминов до N-оксидов, их термолиз (Коуп).

38. Реакции карбоновых кислот: галогенирование по Гелю-Фольгардту-Зелинскому, пиролизная кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хундиккеру.

39. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль—Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу. Синтез 3,4-дизамещенных тиофенов по Хинсбергу.

40. Реакции производных карбоновых кислот: малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Особенности эфиров двухосновных кислот (образование карбоциклов) в этих реакциях.

41. Реакции альдегидов и кетонов: взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг) и серы. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Перегруппировка Бекмана.

42. Реакции производных карбоновых кислот: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, металлоорганические

соединения). Восстановление галогенангидридов до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов.

43. Реакции альдегидов и кетонов: аминотилирование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация. Конденсация с нитроалканами (Анри). Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления.

44. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хиолин. Синтез производных пиридина по Ганчу. Синтез частично гидрированных производных пиридина путем [4+2]-циклоприсоединения (гетеро-реакция Дильса—Альдера).

### **Описание критериев и шкал оценивания**

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена обучающиеся оцениваются по четырёхбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Оценка «отлично»** – выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, комплексной оценкой предложенной ситуации.

**Оценка «хорошо»** – выставляется аспиранту, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.

**Оценка «удовлетворительно»** – выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы, в том числе при помощи наводящих вопросов преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно»** – выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно, не владеет комплексной оценкой ситуации, неверно выбирает тактику действий.

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на

учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

**Оценка «зачтено»** – выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

**Оценка «не зачтено»** – выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Шкала оценивания (четырёхбалльная или двухбалльная), используемая в рамках текущего контроля успеваемости определяется преподавателем, исходя из целесообразности применения той или иной шкалы.

Если текущий контроль успеваемости и (или) промежуточная аттестация, предусматривает тестовые задания, то перевод результатов тестирования в четырёхбалльную шкалу осуществляется по схеме:

**Оценка «Отлично»** – 90-100% правильных ответов;

**Оценка «Хорошо»** – 80-89% правильных ответов;

**Оценка «Удовлетворительно»** – 71-79% правильных ответов;

**Оценка «Неудовлетворительно»** – 70% и менее правильных ответов.

Перевод результатов тестирования в двухбалльную шкалу:

**Оценка «Зачтено»** – 71-100% правильных ответов;

**Оценка «Не зачтено»** – 70% и менее правильных ответов.

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

Таблица 5

№ п/п	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Количество экземпляров
1.	Органическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фармация": в 2 кн. Кн.1: Основной курс / В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян, А. П. Лузин, Н. А. Тюкавкина. - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2008.	5
2.	Органическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фармация": в 2 кн. Кн.2: Специальный курс / Н. А. Тюкавкина, С. Э. Зурабян, В. Л. Белобородов и др. - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2008.	5
3.	Органическая химия [Текст]: учеб. для студентов вузов, обучающихся по агр. спец. / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва: Дрофа, 2009.	5
4.	Биоорганическая химия [Текст]: учеб. для мед. вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.	17
5.	Биоорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 412 с. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a>	Удаленный доступ
6.	Нанобиотехнологии [Текст]: практикум / [А. М. Абатурова, Д. В. Багров, А. А. Байжуманов и др.]; под ред. А. Б. Рубина. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - 384 с.	10



7.	Нанобиотехнологии [Электронный ресурс]: практикум / под ред. А. Б. Рубина. – 2-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. – 401 с. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a>	Удаленный доступ.
8.	Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: учеб. пособие для студентов фармацевт. вузов / Н. Н. Артемьева др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. - 383 с.: ил.	5
9.	Биоорганическая химия [Электронный ресурс] : рук. к практ. занятиям/ под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 168 с. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a>	Удаленный доступ
10.	Биометаллоорганическая химия [Текст] / ред.: Ж. Жауэн; пер. с англ. В. П. Дядченко, К. В. Зайцева; под ред. Е. Р. Милаевой. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 494 с.: ил.- (Медицинская химия). - Библиогр. в конце ст. - Пер. изд.: Bioorganometallics : Biomolecules, Labeling, Medicine / ed. by G. Jaouen (Wiley-VCH).	1
11.	Наноструктуры в биомедицине [Электронный ресурс]: пер. с англ. / под ред. К. Гонсалвес [и др.]. – 2-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. – 536 с. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a>	Удаленный доступ
12.	Биомедицинские нанотехнологии, [Электронный ресурс] / Будкевич Е.В., Будкевич Р. — Издательство "Лань" ЭБС ЛАНЬ. 2020. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Удаленный доступ
13.	Наномолекулярные углеродные и графитовые лекарственные средства, обладающие дермотропным и противоопухолевым действием [Текст] / Новицкий Ю. А. - Москва; Рязань: [б. и.], 2010. - 673 с.	1
14.	Металлсвязывающие белки: структура, свойства, функции [Текст] / Пермяков Е. А. - Москва: Научный мир, 2012. - 541 с.	1
15.	Fundamentals of bioorganic chemistry [Электронный ресурс]: textbook for med. Students / S. E. Zurabyan. – Moscow: GEOTAR-Media, 2012. – 303 p. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a> .	Удаленный доступ
16.	NGS высокопроизводительное секвенирование [Электронный ресурс] / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин. – 2-е изд. – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 232 с. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a> .	Удаленный доступ
17.	Методы выделения и идентификации нуклеиновых кислот [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / под ред. О. О. Фаворовой ; авт. : О. О. Фаворова, Д. С. Михайленко, А. В. Скамров [и др.]; РНИМУ им. Н. И. Пирогова, каф. молекул. биологии и мед. биотехнологии мед.-биолог. фак. - Электрон. текст. дан. - Москва, 2020. Режим доступа: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a> .	Удаленный доступ

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru.ru/>, на котором содержатся сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к Автоматизированной системе подготовки кадров высшей квалификации (далее – АСПКВК);

2. ЭБС РНИМУ им. Н.И. Пирогова – Электронная библиотечная система;
3. ЭБС IPRbooks – Электронно-библиотечная система;
4. ЭБС Айбукс – Электронно-библиотечная система;
5. ЭБС Букап – Электронно-библиотечная система;
6. ЭБС Лань – Электронно-библиотечная система;
7. ЭБС Юрайт – Электронно-библиотечная система.

### Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> - Консультант студента, компьютерная справочная правовая система в РФ;
2. <https://www.garant.ru> - Гарант.ру, справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
3. <http://femb.ru> - сайт Федеральная электронная медицинская библиотека;
4. <http://www.medexplorer.com> – информационный медицинский портал MedExplorer;
5. <http://www.nlr.ru> – сайт Российской национальной библиотеки;
6. <http://www.rsl.ru> – сайт Российской государственной библиотеки.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

*Таблица 6*

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Учебные столы, стулья Компьютеры, ноутбуки Мультимедийный проектор Проекционный экран Учебно-наглядные пособия
2	Помещения для самостоятельной работы (Библиотека, в том числе читальный зал)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде РНИМУ.
3	Лаборатории для проведения лабораторно-практических занятий и выполнения экспериментальных работ	Кондуктометры, колориметры, рН-метры, УФ-спектрофотометры, ИК- спектрофотометры, оборудование для тонкослойной хроматографии, титраторы, рефрактометры, поляриметры, калориметры, аналитические весы, наборы реактивов и химической посуды.

### Программное обеспечение

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10;
- OFFICE 2010, 2013;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- Консультант плюс (справочно-правовая система);
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer.

## 9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

Основными формами получения и закрепления знаний по данной дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

Учебный материал по дисциплине (модулю) разделен на разделы:

Раздел 1. Теоретические основы органической химии.

Раздел 2. Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений.

Раздел 3. Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений.

Изучение дисциплины (модуля) согласно учебному плану предполагает самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, её конспектирование, подготовку к семинарским (практическим) занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок.

Наличие в Университете электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину (модуль) инвалидам и лицам с ОВЗ.

Особенности изучения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

## **10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю)**

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины (модуля) рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям) – вопросы для обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).

При проведении занятий лекционного и семинарского типа, в том числе в форме вебинаров и on-line курсов необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины (модуля), приведенного в разделе 4 данного документа. Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения.

Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить

литературу, список которой приведен в разделе 7 данной рабочей программы дисциплины (модуля) и иные источники, рекомендованные в подразделах «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и «Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем», необходимых для изучения дисциплины (модуля).

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок, с которыми необходимо ознакомить обучающихся на первом занятии.