

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.06.2024 15:22:03  
Университет: Майкоп  
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»**  
Факультет Фармацевтический факультет  
Кафедра Фармации

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Л.И. Задорожная  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине  
по направлению подготовки  
по профилю подготовки (специализации)  
квалификация (степень) выпускника  
форма обучения  
год начала подготовки

**Б1.О.16 Органическая химия**  
33.05.01 ФАРМАЦИЯ  
Провизор  
Очная,  
2024

Майкоп



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 33.05.01 ФАРМАЦИЯ

**Составитель рабочей программы:**

Доцент,

(должность, ученое звание, степень)

Подписано простой ЭП

11.06.2024

(подпись)

Бочкарева Инна Ивановна

(Ф.И.О.)

**Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:**

Фармации

(название кафедры)

Заведующий кафедрой:

13.06.2024

Подписано простой ЭП

13.06.2024

(подпись)

Арутюнов Артур Карпушович

(Ф.И.О.)

**Согласовано:**

Руководитель ОПОП

заведующий выпускающей

кафедрой

по направлению подготовки

(специальности)

13.06.2024

Подписано простой ЭП

13.06.2024

(подпись)

Арутюнов Артур Карпушович

(Ф.И.О.)

**Согласовано:**

НБ МГТУ

(название подразделения)

11.06.2024

Подписано простой ЭП

11.06.2024

(подпись)

И. Б. Берберьян

(Ф.И.О.)



## 1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Цель дисциплины:** формирование у студентов глубоких и последовательных знаний о строении, свойствах и реакционной способности основных классов органических соединений, лежащих в основе синтеза лекарственных препаратов и реакций, используемых в качестве фармакопейных методов идентификации.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать знания о строении и химических свойствах основных классов органических соединений;
- приобрести и закрепить знания и умения в области синтеза и анализа органических соединений;
- сформировать умения использовать современные методы установления строения органических соединений;
- приобрести умения работы в химической лаборатории с использованием специального оборудования.



## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина «Органическая химия» является обязательной дисциплиной базовой части ОПОП и изучается на 2 курсе.

Дисциплина «Органическая химия» участвует в процессе формирования специалиста-провизора и способствует закреплению фундаментальных и формированию прикладных знаний. Изучение наиболее существенных разделов курса является составляющей частью единого процесса изучения всех учебных дисциплин специальности «Фармация».

Знания и умения, необходимые для освоения дисциплины формируются на основе содержания и практических навыков, полученных в курсе общей и неорганической химии, биологии.

Изучение курса органической химии обеспечивает связь с последующими дисциплинами: биологическая химия, фармакогнозия, фармацевтическая химия, фармацевтическая технология, управление и экономика фармации, стандартизация лекарственных средств, токсикологическая химия и др.



### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ОПК-1.2	Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
---------	---



#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий						Итого часов	з.е.
		Эк	За	Лек	Лаб	СРП	КРАТ	Контроль	СР		
Курс 2	Сем. 3		1	17	68	0.25			58.75	<b>144</b>	4
Курс 2	Сем. 4	1		17	68		0.35	35.65	23	<b>144</b>	4



## 5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Недел я семе стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							Формы текущего/проме жуточного контроля успеваемости текущего (по неделям семестра), промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контро ль	СР		СЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Основы строения и реакционной способности органических соединений	1-5	5	20		0.05			20		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
3	Углеводороды	6-9	4	16		0.10			18		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
3	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1)	10-18	8	32		0.10		15	20.75		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
4	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 2)	1-2	2	8					4		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
4	Гетерофункциональные соединения	3-6	4	16					6		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
4	Гетероциклические соединения.	7-12	6	24					12		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
4	Биополимеры и их структурные компоненты	13-18	5	20					1		Опрос, кейс-задания, тестирование, коллоквиум
4	Промежуточная аттестация	По расписанию						20.65			Экзамен в устной форме
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>136</b>		<b>0.25</b>	<b>0.35</b>	<b>35.65</b>	<b>81.75</b>		

## 5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Органическая химия», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Основы строения и реакционной способности органических соединений	5/0,14			<p>Определение органической химии. Развитие представлений о строении органических соединений. Теория строения А.М. Бутлерова, её философская сущность и развитие на современном этапе. Органическая химия как базовая дисциплина в системе фармацевтического образования. Классификация органических соединений: функциональная группа и строение углеродного скелета как классификационные признаки органических соединений. Основные классы органических соединений. Номенклатура органических соединений. Основные принципы номенклатуры ИЮПАК. Типы химических связей в органических соединениях. Ковалентные <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-связи. Строение двойных (C=C, C=O) и тройных (C<math>\equiv</math>C) связей; их основные характеристики (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и способы его</p>	ОПК-1.2;	<p>Знать: принципы классификации и номенклатуры основных классов органических соединений; типы изомерии органических веществ; классификацию органических реакций; взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и способы его передачи. Уметь: на основании строения веществ относить их к определённому классам; составлять названия органических соединений с использованием номенклатурных правил ИЮПАК, строить структурные формулы веществ по их названиям; изображать структурные и пространственные формулы изомеров</p> <p>Владеть: навыками сбора и анализа информации.</p>	Лекции-визуализации, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>передачи. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект. Классификация органических реакций: присоединение, замещение, отщепление, перегруппировка. Понятие о механизме реакций - ионные (электрофильные, нуклеофильные), свободнорадикальные. Строение промежуточных активных частиц (карбокатионов, карбанионов, свободных радикалов). Переходное состояние. Современные физико-химические методы установления строения. Электронная спектроскопия (УФ и видимая область. Инфракрасная (ИК) спектроскопия: типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные); характеристические частоты. Пространственное строение органических соединений (основы стереохимии). Конфигурация и конформация - важнейшие понятия стереохимии. Элементы симметрии молекул (ось, плоскость, центр) и операции симметрии (вращение, отражение). Хиральные и ахиральные молекулы. Асимметрический атом углерода как центр хиральности. Способы изображения</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>пространственного строения молекул. Стереизомерия молекул с одним центром хиральности (энантиомерия). Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Проекционные формулы Фишера. Оптическая активность энантиомеров. Поляриметрия как метод исследования оптически активных соединений. конфигурации. D,L- и R,S-системы стереохимической номенклатуры. Рацематы. Стереизомерия молекул с двумя и более центрами хиральности (энантиомерия и <math>\sigma</math>-диастереомерия). <math>\pi</math>-Диастереомеры. E,Z-стерео-химические ряды. Различие свойств энантиомеров и диастереомеров. Способы разделения рацематов. Конформации. Возникновение конформаций в результате вращения вокруг <math>\sigma</math>-связей. Факторы, затрудняющие вращение. Связь пространственного строения с биологической активностью.</p>			
3	Углеводороды.	4/0,11			<p>Алканы. Номенклатура. Структурная изомерия. Физические свойства. Спектральные характеристики алканов. Способы получения. Природные источники углеводородов. Реакции радикального замещения,</p>	ОПК-1.2;	Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства алканов, алкенов, алкадиенов, ароматических углеводородов.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>механизм. Способы образования свободных радикалов. Строение свободных радикалов и факторы, определяющие их устойчивость. Региоселективность радикального замещения. Изомеризация, окисление и дегидрирование алканов. Вазелиновое масло, парафин. Циклоалканы. Номенклатура. Способы получения. Малые циклы. Электронное строение циклопропана (<math>\tau</math>-связи). Особенности химических свойств малых циклов (реакции присоединения). Нормальные циклы. Реакции замещения. Конформации циклогексана. Энергетическое различие конформаций циклогексана (кресло, ванна, полукресло). Аксиальные и экваториальные связи. Алкены. Номенклатура. Изомерия. Физические свойства. Спектральные характеристики алкенов. Способы получения. Реакции электрофильного присоединения, механизм. Строение карбокатионов. Пространственная направленность присоединения. Присоединение галогенов, гидрогалогенирование, гидратация и роль кислотного катализа. Реакции замещения в</p>		<p>химические и физические методы идентификации органических соединений; правила работы с органическими веществами. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства углеводородов, исходя из их строения; устанавливать строение веществ, исходя из их химически свойств и спектральных характеристик; описывать в общем виде и на конкретных примерах механизмы радикального, электрофильного и нуклеофильного замещения. Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути синтеза заданных органических соединений; находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.</p>	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>аллильное положение. Окисление алкенов (гидроксилирование, озонирование, эпоксидирование). Каталитическое гидрирование. Идентификация алкенов. Алкины. Номенклатура. Изомерия. Физические свойства. Спектральные характеристики алкинов. Способы получения. Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, присоединение галогенов). Гидратация ацетилена (реакция Кучерова). Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях электрофильного присоединения. Реакции замещения (образование ацетиленидов) как следствие СН-кислотных свойств алкинов. Циклотримеризация ацетилена. Окисление алкинов. Идентификация алкинов. Сопряжение (π-,π-сопряжение). Сопряженные системы с открытой цепью. Энергия сопряжения. Сопряженные диены (бутадиен, изопрен). Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, присоединение галогенов). Особенности присоединения в ряду сопряженных диенов. Сопряженные системы с замкнутой цепью</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					сопряжения. Ароматичность бензоидных соединений (бензол, нафталин, антрацен, фенантрен). Общие критерии ароматичности, правило Хюккеля. Моноядерные арены. Номенклатура. Способы получения. Ароматические свойства. Спектральные характеристики ароматических углеводородов. Реакции электрофильного замещения, механизм, π- и σ-комплексы. Галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование аренов. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакции электрофильного замещения. Ориентанты I и II рода, р,π-сопряжение. Химические свойства гомологов бензола. Реакции, протекающие с потерей ароматичности: гидрирование, присоединение хлора. Окисление. Бензол, толуол, ксилолы, кумол. Идентификация аренов. Конденсированные арены. Нафталин, ароматические свойства. Реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрование) Ориентация замещения в ряду			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					нафталина. Восстановление (тетралин, декалин) и окисление (нафтохиноны). Антрацен, фенатрен; ароматические свойства. Восстановление, окисление.			
3	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1).	8/0,25			Галогенопроизводные углеводородов. Клас–сификация в зависимости от числа и расположения атомов галогена, природы углеводородного радикала. Номенклатура. Физические свойства. Галогеналканы и галогенциклоалканы. Способы получения. Характеристика связей углерод-галоген (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Реакции нуклеофильного замещения Превращение галогенопроизводных углеводородов в спирты, простые и сложные эфиры, тиолы, амины, нитрилы, нитропроизводные. Реакции элиминирования: дегалогенирование, дегидро-галогенирование. Правило Зайцева. Конкурентность реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Галогеналкены. Аллил- и винилгалогениды, причины различной реак–ционной способности в реакциях нуклеофильного замещения.	ОПК-1.2;	Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства функциональных производных углеводородов. химические и физические методы идентификации органических соединений. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства функциональных производных углеводородов, исходя из их строения; устанавливать строение веществ, исходя из их химически свойств и спектральных характеристик; описывать в общем виде и на конкретных примерах механизмы радикального, электрофильного и нуклеофильного замещения, выполнять качественные реакции на функциональные группы; выделять и очищать органические вещества, определять их чистоту. Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Галогенарены.  Нуклеофильное замещение галогена в ядре. Различие в подвижности галогена в ароматическом ядре и боковой цепи.  Дезактивирующее и ориентирующее влияние галогена в реакциях электрофильного замещения. Этилхлорид, тетрахлорид углерода, хлороформ, йодоформ, хлорбензол, бензилхлорид.  Идентификация галогенопроизводных углеводородов. Спирты. Классификация по числу и расположению гидроксильных групп, по природе радикала.  Номенклатура.  Физические свойства.  Спектральные характеристики спиртов.  Способы получения.  Кислотные свойства: образование алколюлятов.  Основные свойства: образование оксониевых солей. Межмолекулярные водородные связи как следствие амфотерного характера спиртов.  Влияние межмолекулярной ассоциации на физические свойства и спектральные характеристики.  Нуклеофильные свойства спиртов: получение простых и сложных эфиров. Образование галогеналканов.  Межмолекулярная и</p>		<p>синтеза заданных органических соединений; находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.</p>	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>внутримолекулярная дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Многоатомные спирты, особенности их химического поведения. Непредельные спирты; прототропная таутомерия енолов. Перегруппировка Эльтекова. Метанол, этанол, пропанола, бутанола, бензиловый спирт, этиленгликоль, глицерин, тринитрат глицерина.</p> <p>Идентификация спиртов. Фенолы. Классификация по числу гидроксильных групп. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики фенолов. Способы получения. Кислотные свойства: образование фенолятов. Нуклеофильные свойства фенола: получение простых и сложных эфиров. Окисление фенолов. Реакции электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование, карбоксилирование, гидроксиметилирование. Фенол; 2,4,6-тринитрофенол; <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-нафтолы; пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Идентификация фенольных соединений. Простые эфиры. Номенклатура. Физические свойства. Способы получения.</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Основные свойства, образование оксониевых солей. Представление об органических гидропероксидах и пероксидах. Диэтиловый эфир, анизол, фенол. Понятие о тиоспиртах и тиоэфирах. Карбонильные соединения. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики. Способы получения алифатических и ароматических альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения, механизм. Влияние радикала на реакционную способность карбонильной группы. Присоединение воды. Факторы, определяющие устойчивость гидратных форм. Присоединение спиртов, гидросульфита натрия, циановодорода, металлоорганических соединений (образование первичных, вто-ричных и третичных спиртов). Полимеризация альдегидов; параформ, паральдегид. Реакции при соединения-отщепления: образованиеиминов (оснований Шиффа), оксимов, гидразонов, арилгидразонов, семикарбазонов: использование их для идентификации альдегидов и кетонов. Взаимодействие формальдегида с аммиаком</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>(гексаметилентетрамин). Реакции с участием <math>\alpha</math>-СН-кислотного центра. Конденсации альдольного и кротонового типа, роль кислотного и основного катализа. Галоформная реакция, йодоформная проба. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Различие в легкости окисления альдегидов и кетонов, правило Попова. Каталитическое гидрирование. Формальдегид (формалин), ацетальдегид, хлораль (хлоралгидрат), акролеин, бензальдегид, ацетон, циклогексанон, ацетофенон, бензофенон. Идентификация альдегидов и кетонов. Карбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики. Способы получения. Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона как р,п-сопряженных систем. Кислотные свойства карбоновых кислот; образование солей. Зависимость кислотных свойств от природы радикала. Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^2</math>-гибридизованного атома угле-рода; механизм. Образование</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>функцио-нальных производных карбоновых кислот. Реакции ацилирования. Ангидриды и галогенангидриды как активные ацилирующие агенты. Реакции с участием углеводородного радикала карбоновых кислот. Галогенирование по Геллю-Фольгарду-Зелинскому. Использование <math>\alpha</math>-галогензамещенных кислот для синтеза <math>\alpha</math>-гидрокси, <math>\alpha</math>-амино, <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-непредельных кислот. Муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, изовалериановая, акриловая, бензойная кислоты. Сложные эфиры. Получение. Реакция этерификации, необходимость кислотного катализа. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Переэтерификация. Аммонолиз сложных эфиров. Амиды карбоновых кислот. Получение. Строение амидной группы. Кислотно-основные свойства амидов. Гидролиз амидов в кислой и щелочной средах. Расщепление гипобромитами. Дегидратация в нитрилы. Нитрилы: получение, свойства (гидролиз, восстановление); ацетонитрил. Гидразиды карбоновых кислот.</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Угольная кислота и ее производные. Карбамид: получение, свойства (образование солей, разложение азотистой кислотой и гипогалогенитами, образование биурета, гидролиз). Уреидокислоты и уреиды кислот. Дикарбоновые кислоты; свойства как бифункциональных соединений. Специфические свойства дикарбоновых кислот: повышенная кислотность первых гомологов; декарбоксилирование щавелевой и малоновой кислот образование циклических ангидридов (янтарная, глутаровая, малеиновая кислоты). Фталевая кислота, фталевый ангидрид, фталимид. Фенолфталеин. Триацилглицериды (жиры, масла). Высшие жирные кислоты как структурные компоненты триацилглицеридов (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Взаимосвязь консистенции триацилглицеридов со строением кислот. Гидролиз, гидрогенизация, окисление. Аналитические характеристики жиров и масел (йодное число, число омыления). Мыла и их свойства.</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Фосфолипиды (лецитины, кефалины): строение, отношение к гидролизу, биологическое значение. Воски: строение, свойства как сложных эфиров, применение в медицине.			
4	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1).	2/0,05			Амины. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики аминов. Способы получения алифатических и ароматических аминов. Кислотно-основные свойства, образование солей. Зависимость основных свойств аминов от числа и строения углеводородных радикалов, а также от сольватационного эффекта. Нуклеофильные свойства. Алкилирование аминов. Ацилирование как способ защиты аминогруппы. Раскрытие $\alpha$ -оксидного цикла аминами, образование аминоспиртов. Реакции первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Карбиламинная реакция - аналитическая проба на первичную аминогруппу. Активирующее влияние аминогруппы на реакционную способность ароматического ядра. Галогенирование, сульфирование, нитрование ароматических аминов. Метиламин, диметиламин, триметиламин, анилин, N-	ОПК-1.2;	Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства аминов, химические и физические методы идентификации аминов. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства аминов исходя из их строения; устанавливать строение веществ, исходя из их химически свойств и спектральных характеристик; описывать в общем виде и на конкретных примерах механизмы радикального, электрофильного и нуклеофильного замещения, выполнять качественные реакции на функциональные группы; выделять и очищать органические вещества, определять их чистоту. Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути синтеза заданных органических соединений; находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					метиланилин, N,N-диметиланилин, толуидины, фенетидины. Идентификация аминов. Диазо- и азосоединения. Номенклатура. Реакция диазотирования, условия проведения. Строение солей диазония, таутомерия. Реакции солей диазония с выделением азота. Синтетические возможности реакции: замещение диазогруппы на гидроксигруппу, алкоксигруппу, водород, галогены, цианогруппу. Реакции солей диазония без выделения азота: образование азосоединений, триазенов, фенилгидразинов. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Условия сочетания с аминами и фенолами. Использование реакции азосочетания в фарманализе.			
4	Гетерофункциональные соединения.	4/0,11			Гидроксикислоты алифатического ряда. Номенклатура. Основные способы получения. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические реакции $\alpha$ - $\beta$ -, $\gamma$ - гидроксикислот, лактоны, лактиды. Разложение $\alpha$ - гидроксикислот под действием сильных минеральных кислот. Одноосновные (молочная), двухосновные (винная, яблочная) и	ОПК-1.2;	Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства гетерофункциональных органических соединений химические и физические методы идентификации гетерофункциональных органических соединений. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства гетерофункциональных органических соединений,	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>трёхосновные (лимонная) кислоты. Фенолокислоты. Салициловая кислота, способ получения. Химические свойства как гетерофункционального соединения. Эфиры салициловой кислоты, применяемые в медицине: метилсалицилат, фенолсалицилат, ацетилсалициловая кислота. п-Аминсалициловая кислота (ПАСК): получение, свойства, применение. Оксокислоты. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические свойства в зависимости от расположения функциональных групп. Ацетоуксусный эфир. Кето-енольная таутомерия β-дикарбонильных соединений. Альдегидо-(глиоксалева) и кетонокислоты (пировиноградная, ацетоуксусная). Аминокислоты. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические реакции α-, β-, γ-аминокислот. Лактамы, дикетопиперазины. β-Аланин, γ-аминомасляная кислота (аминалон). α-</p>		<p>исходя из их строения; устанавливать строение веществ, исходя из их химически свойств и спектральных характеристик; описывать в общем виде и на конкретных примерах механизмы радикального, электрофильного и нуклеофильного замещения, выполнять качественные реакции на функциональные группы; выделять и очищать органические вещества, определять их чистоту. Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути синтеза заданных органических соединений; находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.</p>	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Аминокислоты, пептиды, белки. Строение и классификация <math>\alpha</math>-аминокислот, входящих в состав белков.</p> <p>Стереоизомерия.</p> <p>Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Биполярная структура, образование хелатных соединений.</p> <p>Реакции с азотистой кислотой, формальдегидом; их использование в количественном анализе аминокислот.</p> <p>Образование полипептидов.</p> <p>Особенности строения пептидной группы.</p> <p>Первичная структура пептидов и белков.</p> <p>Частичный и полный гидролиз. <math>p</math>-Аминобензойная кислота; её производные, применяемые в медицине: анестезин, новокаин, новокаинамид.</p> <p>Сульфаниловая кислота. Получение, химические свойства. Сульфаниламид (стрептоцид), способ получения. Общий принцип строения сульфаниламидных лекарственных средств.</p> <p>Аминоспирты и аминифенолы. Биогенные амины: 2-аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин, адреналин, норадреналин. <math>p</math>-Аминофенол и его производные, применяемые в медицине: фенацетин, парацетамол.</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Гетероциклические соединения.	6/0,16			<p>Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом: пиррол, фуран, тиофен как π-избыточные системы. Электронное строение. Понятие о гетероатоме пиррольного типа. Ацидофобность пиррола и фурана. Кислотно-основные свойства пиррола. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования, сульфирования и бромирования ацидофобных гетероциклов.</p> <p>Гидрирование пиррола и фурана (пирролидин, тетрагидрофуран). Фурфурол, семикарбазон 5-нитрофурфуrolа (фурацилин). Бензпиррол (индол), триптофан и его превращения в организме. Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами: пиразол, имидазол, тиазол, оксазол как π-амфотерные системы. Электронное строение. Понятие о гетероатоме пиридинового типа. Таутомерия имидазола и пиразола. Кислотно-основные свойства; образование ассоциатов. Реакции электрофильного замещения в пиразоле и имидазоле (нитрование, сульфирование, галогенирование).</p>	ОПК-1.2;	<p>Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства гетероциклов и алкалоидов, химические и физические методы их идентификации. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства гетероциклических соединений и алкалоидов, исходя из их строения; устанавливать строение веществ, исходя из их химически свойств и спектральных характеристик; выполнять качественные реакции на функциональные группы; выделять и очищать органические вещества, определять их чистоту. Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути синтеза заданных органических соединений; находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.</p>	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Реакции нуклеофильного замещения в тиазоле (аминирование). Лекарственные средства на основе пиразолона: антипирин, амидопирин, анальгин. Синтезы антипирина и амидопирина на базе дикетена. Производные имидазола: гистидин, гистамин, бензимидазол, дибазол. Тиазолидин. Представление о структуре пенициллиновых антибиотиков. Азины. Строение, номенклатура. Пиридин, хинолин, изохинолин как п-дефицитные системы. Основные свойства. Реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрование, галогенирование). Дезактивирующее влияние пиридинового атома азота, ориентация замещения в пиридине и хинолине. Реакции нуклеофильного замещения (аминирование - реакция Чичибабина, гидроксирование). Лактим-лактаманная таутомерия гидрокси-производных пиридина. Нуклеофильные свойства пиридина. Гомологи пиридина: <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-пиколины; их окисление. Никотиновая и изоникотиновая кислоты. Амид никотиновый кислоты (витамин PP),</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>гидразид изоникотиновой кислоты (изониазид), фтивазид. Пиперидин. Основные свойства. Синтез хинолина по Скраупу.</p> <p>8-Гидроксихинолин (оксин) и его производные, применяемые в медицине.</p> <p>Группа пирана. Неустойчивость <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-пиранов. <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-Пироны. Соли пирилия, их ароматичность.</p> <p>Бензопироны: хромон, кума-рин, флаван и их гидроксипроизводные.</p> <p>Флавоноиды: лютеолин, кверцетин, рутин. Флаван и его гидроксипроизводные (катехины). Токоферол (витамин E).</p> <p>Шестичленные гетероциклы в два гетероатома. Строение; номенклатура.</p> <p>Представители диазинов: пиримидин, пиразин, пиридазин. Пиримидин и его гидрокси- и аминопроизводные: урацил, тимин, цитозин - компоненты нуклеозидов.</p> <p>Лактим-лактимная таутомерия нуклеиновых оснований. Барбитуровая кислота; получение, лактим-лактимная и кето-енольная таутомерия, кислотные свойства.</p> <p>Производные барбитуровой кислоты: барбитал, фенобарбитал. Тиамин (витамин B1). Конденсированные системы гетероциклов.</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Пурин: ароматичность. Гидрокси- и аминопроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочевая кислота, аденин, гуанин. Лактим-лактаманная таутомерия. Кислотные свойства мочевой кислоты, ее соли (ураты). Метилированные ксантины: кофеин, теofilлин. теобромин. Качественные реакции метилированных ксантинов. Алкалоиды. Химическая классификация. Основные свойства; образование солей. Алкалоиды группы пиридина: никотин, анабазин. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Алкалоиды группы изохинолина и изохинолинофенантрена: папаверин, морфин, кодеин. Алкалоиды группы тропана: атропин, кокаин. Связь реакционной способности с наличием конкретных функциональных групп. Идентификация алкалоидов.</p>			
4	Биополимеры и их структурные компоненты	5/0,13			<p>Углеводы. Общая характеристика, распространение в природе, биологическое значение. Моносахариды. Классификация (альдозы и кетозы. пентозы и гексозы). Стереои́зомерия. D и L-стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Цикло-оксо-таутомерия. Размер оксидного цикла</p>	ОПК-1.2;	Знать: Номенклатуру, изомерию, физические свойства и спектральные характеристики, способы получения, химические свойства биополимеров и их структурных компонентов, химические и физические методы их идентификации. Уметь: предсказывать способы получения и химические свойства биополимеров и их структурных	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>(фуранозы и пиранозы).            Формулы Хеурса; <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-аномеры. Мутаротация.            Конформации; наиболее устойчивые конформации важнейших D-гексопираноз. Химические свойства моносахаридов.            Реакции с участием спиртовых гидроксильных групп (ацилирование, алкилирование, фосфорилирование).            Реакции полуацетального гидроксила:            восстановительные свойства альдоз, образование гликозидов.            Типы гликозидов; их отношение к гидролизу.            Эпимеризация моносахаридов.            Окисление моносахаридов.            Получение гликоновых, гликариновых и гликуроновых кислот.            Восстановление моносахаридов в полиолы (альдиты). Качественные реакции обнаружения гексоз и пентоз. Пентозы: D-ксилоза, D-рибоза, D-2-дезоксирибоза, D-арабиноза. Гексозы: D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза, D-фруктоза.            Аминосахара: D-глюкозамин, D-галактозамин. Альдиты: D-сорбит, ксилит. D-глюкуроновая, D-галактуриновая, D-глюконовая кислоты.            Аскорбиновая кислота (витамин С).            Олигосахариды. Принцип строения; номенклатура.</p>		<p>компонентов, исходя из их строения;            устанавливать строение веществ, исходя из их химических свойств и спектральных характеристик;            выполнять качественные реакции на функциональные группы;            выделять и очищать органические вещества, определять их чистоту.            Владеть: проводить экспериментальные работы с применением химической посуды и оборудования; выбирать оптимальные пути синтеза заданных органических соединений;            находить и использовать необходимую информацию для решения синтетических задач.</p>	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Таутомерия восстанавливающих дисахаридов. Отношение к гидролизу. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды. Принцип строения. Гомо- и гетерополисахариды. Сложные и простые эфиры полисахаридов: ацетаты, нитраты. Отношение полисахаридов и их эфиров к гидролизу. Крахмал (амилоза, амилопектин), целлюлоза, гликоген, декстраны, инулин, пектиновые вещества. Нуклеозиды, нуклеотиды. Пуриновые и пиримидиновые нуклеозиды. Строение; номенклатура. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком. Нуклеотиды. Строение; номенклатура нуклеозид-монофосфатов. Нуклеозидполифосфаты. Отношение к гидролизу. Рибонуклеиновые кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Первичная структура нуклеиновых кислот Терпены и терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация по числу изопреновых звеньев и по числу циклов. Монотерпены. Ациклические (цитраль и его изомеры), моноциклические (лимонен, терпинолен), бициклические (<math>\alpha</math>-пинен,</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>борнеол, камфора)  терпены. Синтез камфоры из <math>\alpha</math>-пинена и из борнилацетата. Ментан и его производные, применяемые в медицине: ментол, валидол, терпингидрат.  Дитерпены: ретинол (витамин А), ретиналь.  Тетратерпены (каротиноиды): <math>\beta</math>-каротин (провитамин А).  Стероиды. Строение гонана (циклопентанпергидрофенантрена).  Номенклатура.  Стереизомерия: цис-, транс-сочленение циклогексановых колец. <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>-Стереохимическая номенклатура, 5 <math>\alpha</math>- и 5 <math>\beta</math>-ряды. Родоначальные углеводороды стероидов: эстран, андростан  Производные холестерина (стерины): холестерин, эргостерин; витамин D2.  Производные холана (желчные кислоты): холевая и дезоксихолева кислоты, парные желчные кислоты. Производные андростана (андрогенные вещества): тестостерон, андростерон.  Производные эстрана (эстрогенные вещества): эстрон, эстрадиол, эстриол. Производные прегнана (кортикостероиды): дезокси-кортикостерон, кортизон, гидрокортизон, преднизолон. Агликоны сердечных гликозидов: дигитоксигенин, строфантин. Общий</p>			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					<p>принцип строения сердечных гликозидов. Химические свойства стероидов, обусловленные функциональными группами: образование производных по гидроксильной, карбонильной, карбоксильной группам; свойства ненасыщенных стероидов.</p>			
	ИТОГО:	<b>34</b>						

### 5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

### Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

### 5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
3	Основы строения и реакционной способности органических соединений.	Классификация, изомерия, номенклатура органических соединений Электронные представления в органической химии. Элементный анализ органических соединений. Стереои́зомерия органических соединений. Классификация реакций органических соединений. Механизмы реакций органических соединений. Сравнительная оценка кислотных и основных свойств органических соединений. Итоговое занятие: «Основы строения и реакционной способности органических соединений».	20		
3	Углеводороды	Предельные углеводороды (алканы, циклоалканы) Непредельные углеводороды (алкиены, алкины, алкадиены) Системы с открытой и замкнутой системами сопряжения. Ароматические углеводороды. Итоговое занятие: «Углеводороды».	16		
3	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1)	Галогенпроизводные углеводородов. Гидроксипроизводные углеводородов (спирты, фенолы, простые эфиры, их тиоаналоги). Гидроксипроизводные углеводородов (простые эфиры, их тиоаналоги). Карбонильные соединения (альдегиды, кетоны). Карбоновые кислоты (монокарбоновые, дикарбоновые, ароматические) Функциональные производные карбоновых кислот. Омыляемые липиды. Итоговое занятие: «Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1)»	36		
4	Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 2)	Амины. Диазо и азосоединения.	4		
4	Гетерофункциональные соединения.	Гидроксикислоты. Оксокислоты. Аминокислоты. Аминоспирты и аминифенолы. Итоговое занятие № 4 «Гомофункциональные соединения (часть 2). Гетерофункциональные соединения».	12		
4	Гетероциклические соединения.	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Конденсированные гетероциклы. понятие об алколоидах. Итоговое занятие: «Гетероциклические соединения».	24		
4	Биополимеры и их структурные компоненты	Моносахариды Олиго- и полисахариды Нуклеозиды. Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты. α-Аминокислоты. Пептиды и белки. Терпены. Стероиды. Итоговое занятие: «Биополимеры и их структурные компоненты»	24		
<b>ИТОГО:</b>			<b>136</b>		

## **5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**

Учебным планом не предусмотрено

## 5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
3	Классификация, изомерия, номенклатура органических соединений.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	1 неделя	3		
3	Электронные представления в органической химии. Элементный анализ органических соединений.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	2 неделя	3		
3	Стереои́зомерия органических соединений.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	3 неделя	3		
3	Классификация реакций органических соединений. Механизмы реакций органических соединений. Сравнительная оценка кислотных и основных свойств органических соединений.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	4 неделя	3		
3	Итоговое занятие: «Основы строения и реакционной способности органических соединений».	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	5 недель	3		
3	Предельные углеводороды (алканы, циклоалканы)	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	6 недель	3		
3	Тема: Непредельные углеводороды (алкиены, алкины, алкадиены)	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	7 неделя	3		
3	Системы с открытой и замкнутой системами сопряжения. Ароматические углеводороды.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	8 недель	3		
3	Итоговое занятие: «Углеводороды».	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	9 недель	3		
3	Галогенпроизводные углеводородов.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам	10 недель	3		
3	Гидроксипроизводные углеводородов (спирты, фенолы, простые эфиры, их тиоаналоги).	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	11 недель	3		
3	Гидроксипроизводные углеводородов (простые эфиры, их тиоаналоги).	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	12 недель	3		
3	Карбонильные соединения (альдегиды, кетоны).	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	13 неделя	3		
3	Карбоновые кислоты (монокарбоновые, дикарбоновые, ароматические)	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	14 недель	3		
3	Тема: Функциональные производные карбоновых кислот.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	15 недель	3		
3	Функциональные производные карбоновых кислот.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	16 неделя	3		
3	Омыляемые липиды.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	17 недель	3		

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
3	Итоговое занятие: Гомофункциональные (моно- и полифункциональные) соединения (часть 1)	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	18 неделя	3		
4	Амины.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	1 неделя	2		
4	Диазо- и азосоединения.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	2 неделя	2		
4	Гидроксикислоты. Оксокислоты.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	3 неделя	2		
4	Аминокислоты. Аминоспирты и аминифенолы.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	4 неделя	2		
4	Итоговое занятие № 4 Гомофункциональные (моно- и полифункциональные соединения (часть 2)Гетерофункциональные соединения».	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	5 неделя	2		
4	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	6 неделя	2		
4	Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	7 неделя	2		
4	Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	8 неделя	2		
4	Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	9 неделя	2		
4	Конденсированные гетероциклы. понятие об алколоидах	1. Подготовка к лабораторному занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	10 неделя	1		
4	Итоговое занятие: «Гетероциклические соединения».	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	11 неделя	1		
4	Моносахариды	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	12 неделя	1		
4	Олиго- и полисахариды	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	13 неделя	1		
4	Нуклеозиды. Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты.	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	14 неделя	1		
4	α-Аминокислоты. Пептиды и белки.	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	15 неделя	1		
4	Терпены.	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	16 неделя	1		
4	Стероиды	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	17 неделя	1		
4	Итоговое занятие: «Биополимеры и их структурные компоненты»	1. Подготовка к итоговому занятию по вопросам2. Выполнение кейс-заданий.	18 неделя	2		
	<b>ИТОГО:</b>			<b>82</b>		

### 5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

<b>Модуль</b>	<b>Дата, место проведения</b>	<b>Название мероприятия</b>	<b>Форма проведения мероприятия</b>	<b>Ответственный</b>	<b>Достижения обучающихся</b>
Модуль 3 Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность	Март 2026 г., ФГБОУ ВО «МГТУ»	М 3. «Очевидное - невероятное»	Групповая - брэйн-ринг	Ведущий преподаватель	ОПК-1.2;

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

### 6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
547(07) М 54 Методическое пособие к лабораторным работам по органической химии (для студентов фармацевтического факультета) / Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО Майкоп. гос. технол. ун-т, Мед. ин-т, Фарм. фак., Каф. фармации ; [сост. И.И. Бочкарева]. - Майкоп : Магарин О.Г., 2009. - 32 с. - Библиогр.: с. 32 (6 назв.)	<a href="http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100002123">http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100002123</a>
547.454(07) Х-46 Химия углеводов : учебное пособие / М-во высш. образования и науки РФ, ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т, Мед. ин-т, Фармацевт. фак. ; [сост.: И.И. Бочкарева, Ю.А. Овчарова]. - Майкоп : Кучеренко О.В., 2019. - 115 с. - Библиогр.: с. 115 (4 назв.). - ISBN 978-5-907004-43-6	<a href="http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=00035771">http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=00035771</a>

### 6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Фролова, В.В. Органическая химия : учебное пособие для бакалавров агрономических факультетов сельскохозяйственных вузов / В.В. Фролова, О.В. Дьяконова. - Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2016. - 235 с. - ЭБС IPR Books. - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/72722.html">http://www.iprbookshop.ru/72722.html</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 2227-8397	<a href="http://www.iprbookshop.ru/72722.html">http://www.iprbookshop.ru/72722.html</a>
Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 416 с. - ЭБС Консультант студента. - URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9704-5415-2	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html</a>
547(075.8) Г 77 Грандберг, И.И. Органическая химия : учебник для бакалавров / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. - 8-е изд. - Москва : Юрайт, 2013. - 608 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - Гриф: Рекомендовано УМО по агрономическому образованию. - ЭБ НБ МГТУ. - URL: <a href="http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2000028768">http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2000028768</a> . - Режим доступа: содержание. - АУЛ: 21 экз. - Предм. указ.: с. 590-601. - ISBN 978-5-9916-2898-3	<a href="http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+035A66">http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+035A66</a>
Дроздов, А.А. Органическая химия : учебное пособие / А.А. Дроздов, М.В. Дроздова. - Саратов : Научная книга, 2019. - 159 с. - ЭБС IPR Books. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/81036.html">https://www.iprbookshop.ru/81036.html</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9758-1810-2	<a href="https://www.iprbookshop.ru/81036.html">https://www.iprbookshop.ru/81036.html</a>
544(075.8) П 58 Попова, А.А. Физическая химия : учебное пособие для студентов вузов / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - СПб. : Лань, 2015. - 496 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Гриф: Рекомендовано ФГБОУ ВПО "Московский государственный университет пищевых производств". - Прил.: с. 460-487. - ЭБ НБ МГТУ. - URL: <a href="http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100022203">http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100022203</a> . - Режим доступа: содержание. - АУЛ: 97 экз. - Библиогр.: с. 488 (30 назв.). - ISBN 978-5-8114-1796-4	<a href="http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+04515D">http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+04515D</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:



- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.



## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	
<b>ОПК-1.2</b> Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов			
1			Общая и неорганическая химия
23			Физическая и коллоидная химия
34			Органическая химия
45			Биологическая химия
5678			Фармацевтическая химия
3			Современные методы исследования лекарственных средств
89			Токсикологическая химия
89			Биотехнология
567			Фармакогнозия
6			Биогенные элементы в медицине и фармации
4			Методы микробиологического контроля лекарственных средств
4			Хроматографические методы в фармацевтическом анализе

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
ОПК-1: Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов					
ОПК-1.2 Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов					
<b>Знать:</b> Основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Тестирование, опрос
<b>Уметь:</b> Применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	



Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.					
<b>Владеть:</b> Способностью применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

### 7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1. Явление гибридизации в органической химии. Типы гибридизации. Электронное строение предельных и непредельных углеводородов.
2. Типы химических связей в органических соединениях. Ковалентные s- и p-связи. Строение одинарных, двойных, тройных углерод-углеродных связей, их важнейшие характеристики (длина, энергия). Причины появления СН-кислотного центра в алкинах с концевой тройной связью.
3. Типы разрыва ковалентных связей. Электронное и пространственное строение частиц, образующихся при гомолитическом (свободные радикалы) и гетеролитическом (карбанионы, карбокатионы) разрыве связи. Факторы, определяющие их относительную устойчивость. Трет-бутильные, аллильные, бензильные радикалы и ионы.
4. Химические свойства алканов. Реакции радикального замещения у тетрагонального атома углерода, механизм (на примере реакции галогенирования). Нитрование алканов по Коновалову.
5. Циклоалканы. Особенности строения и химического поведения малых циклов. Понятие о t-связи. Получение циклоалканов. Конформации циклоалканов.
6. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения, механизм. Роль кислого катализа в реакциях гидратации. Правило Марковникова и его объяснение с помощью электронных представлений.
7. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения как наиболее характерные. Реакция Кучерова. Причины появления СН-кислотного центра в алкинах с концевой тройной связью.
8. Способы получения алканов, алкенов, алкинов. Природные источники углеводородов.
9. Понятие о сопряжении: p,p-сопряжение. Системы с открытой (бутадиен-1,3) и замкнутой



(бензол) системами сопряжения. Энергия сопряжения. Влияние сопряжения на реакционную способность сопряженных систем.

10. Арены. Электронное строение бензола. Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля. Влияние ароматичности на реакционную способность бензола.
11. Электронное строение бензола. Прогнозирование реакционной способности бензола на основе анализа строения. Реакции электрофильного замещения как наиболее характерные в ряду аренов (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование). Механизм, строение *p*- и *s*-комплексов. Пути образования электрофильных частиц в вышеназванных реакциях.
12. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффекты. Правила ориентации в бензоле. Заместители 1 и 2 рода. Механизм их влияния на реакционную способность бензола. Понятие о *p,p*- и *p,p*-сопряжении.
13. Способы получения бензола, нафталина и их гомологов. Реакции Вюрца-Фиттига и Фриделя-Крафтса. Природные источники получения ароматических соединений.
14. Явление изомерии в органической химии. Виды изомерии. Понятие о хиральном центре. Энантиомерия соединений с одним центром хиральности. Относительная и абсолютная конфигурации. *D*-, *L*- и *R*-, *S*-стереохимические ряды.
15. Понятие о пространственной изомерии. Хиральные молекулы. Соединения с одним и двумя центрами хиральности. Энантиомеры, диастереомеры (*s*-и *p*-диастереомеры). Рацематы. Мезоформа. *Z,E*-система обозначения конфигурации у *p*-диастереомеров.
16. Методы идентификации алканов, алкенов, алкинов, алкадиенов, аренов химическим путем и спектральными методами.
17. Галогенпроизводные углеводородов. Классификация в зависимости от числа и расположения атомов галогена, природы углеводородного радикала. Номенклатура. Способы получения.
18. Характеристика связей углерод-галоген (длина, энергия) в галогенуглеводородах.
19. Химические свойства галогенуглеводородов: превращение их в спирты, простые и сложные эфиры, амины, нитрилы.
20. Реакции элиминирования: дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева. Конкурентность реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.
21. Аллил-, винил- и арилгалогениды. Причины различной реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения. Влияние галогена на реакционную способность бензольного ядра.
22. Механизм моно- и бимолекулярных реакций нуклеофильного замещения. Их стереохимический результат.
23. Спирты. Классификация по числу и расположению гидроксильных групп. Номенклатура. Физические свойства, спектральные характеристики. Способы получения.
24. Кислотно-основные свойства спиртов: образование алкоголятов и оксониевых солей. Водородные связи как следствие амфотерного характера спиртов. Влияние водородной связи на физические свойства и спектральные характеристики спиртов.
25. Нуклеофильные и основные свойства спиртов: получение простых и сложных эфиров, галогеналканов. Межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация. Окисление и восстановление спиртов.



26. Фенолы. Классификация по числу гидроксильных групп. Номенклатура. Спектральные характеристики. Способы получения.
27. Реакции электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование, карбоксилирование, гидроксиметилирование.
28. Альдегиды и кетоны. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики. Способы получения алифатических и ароматических альдегидов и кетонов.
29. Сравнив электронное строение связей C=C и C=O и их важнейшие характеристики (длина, энергия, полярность), объяснить, почему для алкенов наиболее характерны реакции AdE, а для карбонильных соединений – AdN. Привести примеры, объяснить механизм.
30. Реакции нуклеофильного присоединения как наиболее характерные для карбонильных соединений. Механизм, влияние радикала на реакционную способность карбонильной группы.
31. Реакции присоединения-отщепления. Взаимодействие альдегидов и кетонов с аммиаком и его производными: аминами, арилгидразинами, гидразином, гидроксиламином, семикарбазидом, тиосемикарбазидом.
32. Реакции полимеризации и конденсации альдегидов. Альдольная и кротоновая конденсации.
33. Реакции окисления и восстановления альдегидов и кетонов.
34. Сравнение химических свойств алифатических и ароматических карбонильных соединений.
35. Карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура. Физические свойства, спектральные характеристики. Способы получения.
36. Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Зависимость кислотных свойств от электронных эффектов заместителей. Соли и их свойства.
37. Реакции нуклеофильного замещения у атома углерода карбоксильной группы: образование амидов, сложных эфиров, ангидридов и галогенангидридов, гидразидов.
38. Функциональные производные карбоновых кислот. Получение. Гидролиз как важнейшее свойство. Использование ангидридов и галогенангидридов в качестве ацилирующих средств.
39. Сравнение химических свойств алифатических и ароматических кислот.
40. Дикарбоновые кислоты. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства общие с монокарбоновыми кислотами. Специфические свойства.
41. Омыляемые липиды: строение, химические свойства, биологическая роль.
42. Вещества, используемые в фармации и медицине: этилхлорид, хлороформ, иодоформ, этанол, глицерин, нитроглицерин, фенол, тимол, резорцин, диэтиловый эфир, хлоралгидрат, формалин, гексаметилентетрамин, бромизовал.
43. Амины. Определение, классификация, номенклатура. Спектральные характеристики. Способы получения. Алкилирование и ацилирование алифатических и ароматических аминов. Ацилирование аминов как способ защиты аминогруппы.
44. Ароматические амины, номенклатура. Спектральные характеристики. Способ получения (реакция Зинина). Основные свойства. Влияние аминогруппы на реакционную способность ароматического ядра в реакциях электрофильного замещения. Галогенирование, сульфирование, нитрование ароматических аминов. Пути защиты аминогруппы. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой.



45. Способы получения и химические свойства ароматических аминов (на примере анилина). Взаимное влияние аминогруппы и ароматического ядра на реакционную способность. Ориентирующее действие аминогруппы.

46. Основные и нуклеофильные свойства аминов. Сравнительная характеристика основных свойств алифатических и ароматических аминов. Образование солей. Амины как нуклеофильные реагенты в реакциях с галогеналканами (алкилирование аминов).

47. Дазосоединения: определение, номенклатура. Реакция диазотирования, условия проведения. Строение солей дазония, таутомерия. Влияние pH среды на состояние равновесия.

48. Химические свойства солей дазония. Реакции, протекающие с выделением и без выделения азота.

49. Азокрасители: строение, номенклатура. Получение по реакции азосочетания. Механизм реакции. Азо- и дазосоставляющие. Условия сочетания с аминами и фенолами. Использование реакций азосочетания для идентификации ароматических аминов и фенолов.

50. Гидроксикислоты: определение, классификация, номенклатура. Изомерия. Получение. Свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот. Лактоны, лактиды, отношение к гидролизу.

51. Фенолоксикислоты. Салициловая кислота. Получение по реакции Кольбе-Шмидта. Кислотные свойства. Химические свойства как гетерофункционального соединения. Производные, применяемые в медицине - метилсалицилат, фенилсалицилат, ацетилсалициловая кислота. Пара-аминосалициловая кислота (ПАСК).

52. Аминокислоты: определение, классификация, номенклатура. Изомерия. Получение. Свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические реакции  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислот. Лактамы, дикетопиперазины, отношение к гидролизу.

53.  $\alpha$ -Аминокислоты. Номенклатура Биполярная структура, амфотерность. Свойства как гетерофункциональных соединений. Пептиды. Понятие о строении белков.

54. Оксоксикислоты как гетерофункциональные соединения, ацетоуксусный эфир как представитель  $\beta$ -карбонильных соединений, кето-енольная таутомерия.

55. Аминоспирты и аминифенолы. Получение. Номенклатура, химические свойства как гетерофункциональных соединений. Биогенные амины: 2-аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин, адреналин.

56. Моносахариды: определение, классификация. Стереоиномерия моноз (оптическая, конформационная). D- и L-стереохимические ряды. Цикло-оксо-таутомерия. Размер оксидного цикла (фуранозы, пиранозы).  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Мутаротация. Химические свойства моноз. Качественные реакции на альдозы, кетозы, пентозы, гексозы.

57. Олигосахариды. Принцип строения. Номенклатура. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Цикло-оксоттаутомерия восстанавливающих дисахаридов. Отношение к гидролизу.

58. Представители восстанавливающих (лактоза, мальтоза) и невосстанавливающих (сахароза) дисахаридов. Особенности строения и химические свойства. Отношение к гидролизу. Использование дисахаридов в фармации.

59. Гомополисахариды. Строение крахмала (амилоза, амилопектин), гликогена, целлюлозы, эфиры целлюлозы (нитраты, ацетаты). Отношение полисахаридов и их эфиров к гидролизу. Применение гомополисахаридов и их производных в медицине.

60. Терпеноиды: определение, классификация по числу изопреновых звеньев (изопреновое



правило) и по числу циклов. Монотерпеноиды ациклические и моноциклические (цитраль, лимонен, терпинолен, терпингидрат). Химические свойства. Качественная реакция на терпингидрат.

61. Монотерпеноиды бициклические:  $\alpha$ -пинен, камфора, бромкамфора. Stereoisomerism, химические свойства. Синтез камфоры и бромкамфоры из  $\alpha$ -пинена. Качественные реакции на эти соединения.

62. Дитерпеноиды: ретинол (витамин А), ретиналь. Тетратерпеноиды (каротиноиды:  $\beta$ -каротин (провитамин А)). Химические свойства, биологическая роль и качественные реакции на эти соединения. Синтез ретинола ацетата.

63. Стероиды: определение, нахождение в природе, биологическая роль. Stereoisomerism стероидов. Понятие о цис-транс сочленении колец.

64. Производные холана (желчные кислоты). Номенклатура. Холевая и дезоксихолевая кислоты. Общая характеристика реакционной способности. Гликохолевая и таурохолевая кислоты. Биологическая роль желчных кислот.

65. Производные холестерина (стерины) . Стеролы: холестерин, эргостерин, витамин D<sub>2</sub>. Общая характеристика реакционной способности. Биологическая роль.

66. Производные прегнана (кортикостероиды). Номенклатура. Дезоксикортикостерон, гидрокортизон, преднизолон. Общая характеристика реакционной способности. Качественные реакции, применяемые в медицине.

67. Производные эстрана (эстрогенные гормоны). Номенклатура. Эстрон, эстрадиол, эстриол. Общая характеристика реакционной способности, лекарственные препараты на основе эстрадиола (эстрадиола бензоат, эстрадиола дипропионат). Получение, качественные реакции.

68. Производные андростана (андрогенные гормоны). Андростерон, тестостерон. Номенклатура. Общая характеристика реакционной способности. Биологическая роль андрогенных гормонов. Синтез тестостерона пропионата. Качественные реакции.

69. Агликоны сердечных гликозидов (дигитоксигенин, строфантин). Номенклатура. Общий принцип строения и реакционная способность сердечных гликозидов. Особенности гидролиза в кислой и щелочной средах.

70. Использование спектральных методов в анализе углеводов, терпеноидов и стероидов.

71. Фармпрепараты: глюкоза, кальция глюконат, витамин С, ментол, валидол, терпингидрат, камфора, бромкамфора, ретинола ацетат, витамин D<sub>2</sub>, эстрадиола дипропионат, тестостерона пропионат, дезоксикортикостерона ацетат, гидрокортизона ацетат, преднизолон.

72. Гетероциклические соединения: определение, классификация, номенклатура. Понятие о  $p$ -избыточных,  $p$ -дефицитных и  $p$ -амфотерных гетероциклических соединениях. Зависимость реакционных способностей от типа системы. Ответ подтвердить примерами.

73. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом: пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение. Понятие о гетероатоме пиррольного типа и  $p$ -избыточных системах. Ароматичность и ее особенности в ряду пиррола, фурана, тиофена. Влияние природы гетероатома на ароматичность и реакционную способность указанных гетероциклов.

74. Химические свойства пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен): кислотные свойства пиррола; ацидофобность фурана и пиррола, особенности проведения реакций электрофильного замещения для ацидофобных циклов, реакции гидрирования.



75. Способы получения пиррола, фурана, тиофена. Превращения пятичленных гетероциклов по Юрьеву.
76. Биологически активные и лекарственные препараты - производные пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом: фурацилин (получение, качественная реакция, применение), хлорофилл, гемин. Триптофан и его превращения в организме.
77. 1,2- и 1,3-Диазолы: пиразол, имидазол, тиазол. Электронное строение. Понятие о гетероатомах пиррольного и пиридинового типов, амфотерных гетероциклических системах. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения. Ответ подтвердить примерами.
78. Химические свойства пиразола, имидазола, тиазола: кислотные свойства, образование ассоциатов, прототропная таутомерия и ее причины. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения для р-амфотерных гетероциклов. Гидрирование пиразола, тиазола.
79. Биологически активные соединения и лекарственные препараты на основе азолов: гистидин и его превращения в организме, антипирин, амидопирин, норсульфазол, пенициллины, дибазол (получение, анализ реакционной способности в зависимости от природы функциональных групп, качественные реакции, применение).
80. Азины: пиридин, хинолин, изохинолин, акридин. Понятие о гетероатоме пиридинового типа и р-дефицитных гетероциклических системах. Электронное строение пиридина. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения. Ответ подтвердить примерами.
81. Химические свойства пиридина: основные и нуклеофильные свойства, особенности протекания реакций электрофильного и нуклеофильного замещения, таутомерия оксипроизводных пиридина. Гидрирование. Отношение пиридина и его гомологов к окислению.
82. Химические свойства хинолина: основные и нуклеофильные свойства, особенности протекания реакций электрофильного и нуклеофильного замещения. Синтез хинолина и его производных по Скраупу.
83. Лекарственные препараты на основе пиридина и хинолина: никотинамид, кордиамин, тубазид, фтивазид, оксин, 5-НОК (получение, анализ реакционной способности в зависимости от природы функциональных групп, качественные реакции, применение).
84. Шестичленные гетероциклы с атомом кислорода.  $\alpha$ - и  $\gamma$ -Пироны. Строение катиона пирилия, его ароматичность. Бензопироны: хромон, кумарин, флаван и их гидроксипроизводные. Биологическое значение гидроксипроизводных флавана.
85. Диазины: пиридазин, пиримидин, пиазин. Электронное строение. Понятие о гетероатоме пиридинового типа и р-дефицитных системах. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения. Ответ подтвердить примерами.
86. Биологически активные соединения и лекарственные препараты - производные пиримидина. Гидрокси- и аминопроизводные: урацил, цитозин, тимин - компоненты нуклеозидов. Барбитуровая кислота. Лактим- лактамная и кето-енольная таутомерия в ряду перечисленных соединений. Барбитураты: барбитал, фенобарбитал (получение, качественные реакции, применение).
87. Пурин: строение, ароматичность, прототропная таутомерия. Биологически активные гидрокси- и аминопроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочева кислота, аденин, гуанин. Лактим-лактамная таутомерия в ряду производных пурина.
88. Нуклеозиды, нуклеотиды. Строение. Отношение к гидролизу. Понятие о нуклеиновых кислотах (ДНК, РНК). Принцип строения.



89. Сравнение электронного строения и химических свойств пиррола и пиразола, пиррола и бензола, пиррола и пиридина, имидазола и пиридина, пиридина и бензола.

90. Алкалоиды: определение, классификация. Анализ реакционной способности на основе строения и природы функциональных групп. Общие и специфические реакции.

91. Алкалоиды группы пурина (теофиллин, теобромин, кофеин), пиридина (никотин), хинолина (хинин), изохинолина (папаверин), изохинолинофенантрена (морфин, кодеин) тропана (атропин, кокаин).

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Критерии оценки знаний**

**Оценка «отлично»** - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематические и глубокие знания учебной программы дисциплины и умения уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.



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

### 8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Иванов, В. Г. Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие / Иванов В.Г., Гева О.Н. - Москва :КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 222 с. - ISBN 978-5-905554-61-2. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/912392">https://znanium.com/catalog/product/912392</a>	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=80002">https://znanium.ru/catalog/document?id=80002</a>
Органическая химия : учебник / Тюкавкина Н.А.[и др.] ; под ред. Тюкавкиной Н.А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 640 с.	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html</a>
Дроздов, А.А. Органическая химия : учебное пособие / А.А. Дроздов, М.В. Дроздова. - Саратов : Научная книга, 2019. - 159 с.	<a href="https://www.iprbookshop.ru/81036.html">https://www.iprbookshop.ru/81036.html</a>

### 8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Органическая химия, Ч. 1, Алифатические соединения : учебное пособие / О.В. Дябло, А.В. Гулевская, А.Ф. Пожарский, Е.А. Филатова ; отв. ред. А.В. Гулевская. - Ростов н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 114 с. - ЭБС Знаниум. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=339520">https://znanium.com/catalog/document?id=339520</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9275-2391-7	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=339520">https://znanium.com/catalog/document?id=339520</a>
Органическая химия, Ч. 2, Ароматические соединения : учебное пособие / Филатова Е.А.а, Гулевская А.В., Дябло О.В., Пожарский А.Ф. ; отв. ред. А.В. Гулевская. - Ростов н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 117 с. - ЭБС Знаниум. - URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=339521">http://znanium.com/catalog/document?id=339521</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9275-2392-4	<a href="http://znanium.com/catalog/document?id=339521">http://znanium.com/catalog/document?id=339521</a>
Органическая химия : учебник / Тюкавкина Н.А.[и др.] ; под ред. Тюкавкиной Н.А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 640 с. - ЭБС Консультант студента. - URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html</a> . - Режим доступа: по подписке. - ISBN ISBN 978-5-9704-3292-1	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432921.html</a>

### 8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". - Москва, 2011 - - URL: <http://znanium.com/catalog> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <http://znanium.com/catalog/> IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". - Саратов, 2010 - . - URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. <http://www.iprbookshop.ru/586.html> ЭБС «Консультант студента». Коллекции: Медицина. Здравоохранение (ВПО), ГЭОТАР-Медиа. Премиум комплект : студенческая электронная



библиотека : сайт / ООО «Политехресурс». Электронная библиотека технического вуза. – Москва, 2012. - . - URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СПО, ВО и аспирантуры. <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. <https://нэб.рф/>

Электронная библиотека: библиотека диссертаций : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003. – URL: <http://diss.rsl.ru/?lang=ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. В соответствии с приказом генерального директора РГБ № 55 от 02.03.2012 г. пользователям Виртуальных читальных залов разрешен ЗАКАЗ на печать полных текстов диссертаций из ЭБД РГБ. При первом обращении к ресурсам ЭБД РГБ необходимо пройти регистрацию в виртуальном читальном зале РГБ.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: <http://nlr.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. "... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени." (цитата с сайта РНБ: [http://nlr.ru/nlr\\_visit/RA1162/rnb-today](http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) ) <http://diss.rsl.ru/> eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: <https://cyberleninka.ru//> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <https://cyberleninka.ru/> Oxford University Press (OUP) : архивы научных журналов : сайт / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН), Издательство Оксфордского университета. – Москва, 2013. - ..... - URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=source>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Издательство, входящее в состав Оксфордского университета является одним из крупнейших в Великобритании. Главная цель,



поставленная перед издательством – достижение высоких результатов в различных областях исследований, науки, образования путем издания книг по всему миру. В предлагаемой архивной коллекции 24 журнала по разным отраслям знания. Глубина архива: с 1-го выпуска до 1995 г. <http://www.oxfordjournals.org/> Cambridge University Press : архивы научных журналов : сайт / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН), Издательство Кембриджского университета. – Москва, 2013. - ..... - URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/905824/browse?type=source> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Издательство Кембриджского университета - старейшее издательство в мире, первые книги были опубликованы им в 1584 году. За четыре века своего существования издательство выпустило многие книги известных ученых - Исаака Ньютона, Джона Мильтона, Бертрана Рассела, Альберта Эйнштейна, но лишь к середине двадцатого века оно развилось в крупнейший современный издательский дом, которым является сегодня. <https://www.cambridge.org/> Министерство здравоохранения Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется ежедневно. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/>. – Текст: электронный. <https://www.rosminzdrav.ru/> Министерство здравоохранения Республики Адыгея : официальный сайт / Министерство здравоохранения Российской Федерации – Майкоп. – URL: <http://mzra.ru/index.php/> - Текст: электронный. [/index.php/weblinks?task=weblink.go&id=80](http://mzra.ru/index.php/weblinks?task=weblink.go&id=80) Научный центр экспертизы средств медицинского применения : [сайт] / Министерство здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2012. - . – URL: <http://www.regmed.ru/>. – Текст: электронный. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Минздрава России (ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России) проводит экспертизу российских и зарубежных лекарственных средств для медицинского применения. Центр делает разные виды экспертизы при выдаче разрешений на клинические исследования, при регистрации и пострегистрационных изменениях для всех используемых в России лекарств: каждый препарат центр проверяет на предмет его качества и пользы для пациента. <http://www.regmed.ru/Default.aspx>



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

Тема 1. Основные понятия органической химии Предмет органической химии и связь с другими химическими науками, биологией, медициной. Сырьевые источники органических соединений. Значение соединений углерода в практической деятельности человеческого общества. Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Структурные представления Купера, Кекуле, теория химического строения А.М.Бутлерова. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Изомерия, гомология, изология. Структурная изомерия и ее разновидности. Пространственная изомерия: понятия о конфигурации и конформации. Конформационный анализ. Молекулярные модели. Способы изображения пространственных структур (проекционные формулы Фишера, Ньюмена и т.д.).

Тема 2. Реакционная способность органических соединений Химическая связь и реакционная способность органических соединений Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Типы химической связи: ионная, ковалентная, семиполярная. Направленность связи. Приближенные математические методы описания электронного строения молекул: метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО), метод валентных связей (ВС) и теория резонанса и др. Молекулярные орбитали, способы их описания:  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи, банановые связи; локализованные и делокализованные МО. Две группы характеристик электронного строения: энергетические и связанные с распределением электронной плотности. Энергетические характеристики: полная энергия образования молекулы, потенциальная поверхность молекулы; энергия связи, потенциал ионизации, сродство к электрону, энергия граничных МО. Характеристики, связанные с распределением электронной плотности: эффективный заряд на атоме, дипольный момент отдельных связей и молекулы в целом. Гибридизация и гибридные орбитали. Простые и кратные связи. Их описание на основе представлений об  $sp$ -,  $sp^2$  и  $sp^3$ -гибридизации. Взаимное влияние атомов в молекуле. Основные понятия об электронных эффектах. Индуктивный эффект и эффект поля. Сопряжение и сверхсопряжение (гиперконъюгация) и их описание в рамках теории резонанса и метода молекулярных орбиталей. Реакционная способность органических соединений. Классификация органических реакций: реакции замещения, присоединения, отщепления, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции и перегруппировки. Понятие о механизме реакции: промежуточные частицы, переходное состояние. Кинетический и термодинамический контроль. Типы разрыва химической связи (гомолитический и гетеролитический). Процессы, протекающие с синхронным разрывом и образованием связей. Гомогенный, гетерогенный катализ. Представления о межфазном и металлокомплексном катализе.

Тема 3. Насыщенные углеводороды Гомологический ряд алканов, их изомерия и номенклатура. Алкильные радикалы. Природные источники парафинов. Основные методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галоген- и кислородсодержащих соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот. Электронное строение алканов на основе представлений об  $sp^3$ -гибридизации. Длины связей и валентные углы. Пространственное строение насыщенных углеводородов: конформации и факторы, определяющие относительную стабильность конформеров. Физические свойства парафинов и их зависимость от длины и степени разветвленности углеводородной цепи. Химические свойства. Реакции, протекающие с гомолитическим разрывом связи. Механизм цепных свободно-радикальных реакций замещения в алканах (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление). Свободные радикалы: качественная трактовка их строения на основе представлений об  $sp^2$ -гибридизации; факторы, определяющие стабильность свободных радикалов. Связь между стабильностью и селективностью в реакциях свободно-радикального замещения.

Тема 4. Непредельные углеводороды ряда этилена Гомологический ряд алкенов, их изомерия, номенклатура. Геометрическая (цис-, транс-)

изомерия. Описание электронного строения алкенов в терминах локализованных  $\sigma$ - и  $\pi$ -молекулярных орбиталей. Способы образования двойной связи: дегидрирование алканов и промышленное получение олефинов путем термических превращений насыщенных углеводородов (крекинг), частичное гидрирование тройной связи, дегидрогалогенирование, дегидратация (правило Зайцева), дегалогенирование, термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана). Относительная стабильность структурных и геометрических изомеров олефинов и их изомеризация. Основные типы механизмов в химических превращениях алкенов. Реакции электрофильного присоединения кислот, галогеноводородов, воды, галогенов. Регио- и стереоселективность электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация с позиций электронных эффектов заместителей и их влияния на относительную стабильность изомерных карбокатионов. Карбокатионы, их электронное строение ( $sp^2$ -гибридизация). Реакции радикального присоединения. Перекисный эффект (Караша-Майо) и обращение ориентации присоединения галогеноводородов как результат изменения механизма реакции. Координация олефинов с переходными металлами, образование  $\pi$ -комплексов. Гидроборирование и каталитическое гидрирование. Окислительные реакции: эпоксирирование, цис-, транс-гидроксилирование, озонолиз, окислительное расщепление. Катионная, свободнорадикальная и координационная полимеризация алкенов, теломеризация. Реакции алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление. Аллильная  $\pi$ -электронная система,  $p, \pi$ -сопряжение, качественное описание характера распределения электронной плотности в терминах теории резонанса в аллильных катионе, радикале и анионе.

Тема 5. Углеводороды с двумя двойными связями Классификация, изомерия и номенклатура. Электронное строение сопряженных диенов:  $p, \pi$ -сопряжение, представления о делокализованных  $\pi$ -молекулярных орбиталях. Важнейшие 1,3-диены (бутадиен, изопрен) и способы их получения реакциями дегидрирования, дегидрохлорирования и дегидратации. Химические свойства: каталитическое гидрирование, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов и направление присоединения в условиях кинетического и термодинамического контроля (1,2- и 1,4-присоединение). Диеновый синтез. Циклоолигомеризация. Полимеризация диенов и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук, стереорегулярные полимеры, вулканизация каучука. Кумулены: электронное и пространственное строение кумуленов на основе представления об  $sp$ -гибридизации. Химические свойства: восстановление, гидратация, димеризация, изомеризация.

Тема 6. Ацетиленовые углеводороды Изомерия и номенклатура. Молекулярно-орбитальное описание тройной связи,  $sp$ -гибридизация. Методы образования тройной связи, основанные на реакциях дегидрогалогенирования. Карбидный и пиролизный методы синтеза ацетилена. Получение гомологов ацетилена алкилированием ацетиленидов. Химические свойства алкинов: каталитическое гидрирование, гидратация (реакция Кучерова), карбоксилирование, присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогенов, галогеноводородов. Электрофильный и нуклеофильный механизмы присоединения. Димеризация и циклоолигомеризация алкинов. Окислительные превращения ацетиленов. Кислотные свойства алкинов-1, ацетилениды металлов.

Тема 7. Циклические углеводороды Классификация, номенклатура и структурная изомерия. Относительная устойчивость циклов, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений: угловое и торсионное. Геометрическая изомерия. Пространственное строение малых и средних циклов ( $C_3$ -  $C_6$ ). Конформации циклогексана (кресло, ванна, твист) и его производных, экваториальные и аксиальные связи. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца. Синтетические методы построения насыщенных циклов: циклизация дигалогеналканов по реакции Вюрца, реакции циклоприсоединения, гидрирование ароматических углеводородов. Химические свойства циклобутана, циклопентана, циклогексана. Реакции свободнорадикального замещения. Проявление особенностей строения циклопропана в его химических свойствах. Реакции присоединения. Взаимные переходы циклов. Полициклические насыщенные углеводороды. Типы бициклических систем: соединения с изолированными циклами, спирановые, конденсированные и мостиковые системы. Каркасные соединения, алмаз.

Тема 8. Ароматические углеводороды Бензол и его гомологи, изомерия, номенклатура. Противоречие между формальной ненасыщенностью бензольного кольца и химическими свойствами бензола: относительная устойчивость к окислению, склонность к реакциям замещения, термохимия гидрирования. Формулы Кекуле, Дьюара, Ладенбурга. Современные представления об электронном строении бензола. Ароматичность, ее признаки. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы; циклопропильный и циклогептатриенильный катионы, циклопентадиенильный анион, пятичленные гетероциклы. Реакции ароматического электрофильного замещения: изотопный обмен, сульфирование, нитрование, галоидирование, алкилирование, ацилирование. Механизм реакции:  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы. Протонные кислоты и кислоты Льюиса как катализаторы электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Правила ориентации. Реакции радикального замещения и присоединения. Алкилбензолы. Способы получения с использованием реакций алкилирования, Вюрца-Виттига. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная  $\pi$ -система. Относительная устойчивость бензильного радикала. Окислительные превращения алкилбензолов, реакции дегидрирования (промышленный синтез стирола). Дифенил- и трифенилметаны, их синтез реакцией Фриделя-Крафтса, восстановлением триарил-карбинолов и галогенидов. Кислотные свойства углеводородов, шкала  $\text{C-H}$ -кислотности. Причины повышенной стабильности карбанионов, карбокатионов и радикалов, образующихся из полиарилметанов. Красители трифенилметанового ряда. Дифенил, его электронная и пространственная структура. Реакции электрофильного замещения, ориентирующий эффект в этих реакциях. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, антрацен, фенантрен. Изомерия и номенклатура их производных. Электронное строение и ароматичность. Реакции электрофильного замещения и присоединения. Гидрирование и окисление конденсированных ароматических систем. Антрацен в диеновом синтезе.

Тема 9. Поточная контрольная работа по теме "Углеводороды" Классификация органических соединений. Методы получения и химические свойства алканов. Методы получения и химические свойства алкенов. Методы получения и химические свойства алкинов. Методы получения и химические свойства диенов. Методы получения и химические свойства аренов. Механизмы органических реакций.

Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов Моногалогенопроизводные алифатических углеводородов, их изомерия и номенклатура. Способы образования связи  $\text{C-Hal}$ : замещение атома водорода и гидроксильной группы, реакции присоединения по кратным связям. Химические свойства: нуклеофильное замещение атомов галогенов, представления о механизмах  $\text{S}_{\text{N}}1$ ,  $\text{S}_{\text{N}}2$ . Реакции отщепления, правило Зайцева. Влияние различных факторов (природа и концентрация нуклеофила и основания, строение алкилгалогенида, природа растворителей) на реакционную способность галогеналканов и учет этих факторов в планировании синтезов. Комплексообразование галогеналканов с ионами металлов и кислотами Льюиса. Восстановление галогеналканов водородом и йодистым водородом. Взаимодействие с металлами: образование металлорганических соединений, реакция Вюрца. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Соединения с повышенной подвижностью галогена - аллилгалогениды. Аллильный катион. Соединения с пониженной подвижностью галогена - винилгалогениды. Причины пониженной подвижности. Реакция полимеризации, полимеры на основе галогенопроизводных этилена. Ароматические галогенопроизводные. Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, разложение солей диазония (реакции Зандмейера, Шимана). Реакции замещения галогена в ароматическом кольце и в боковой цепи. Бензильный катион, причины его повышенной стабильности. Дегидробензол. Взаимодействие арилгалогенидов с металлами: получение металлоорганических соединений, диариллов. Реакции электрофильного замещения. Влияние галогенов (как заместителей) на ориентацию и скорость взаимодействия. Ди- и трифенилхлорметаны. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы.

Тема 11. Спирты Одноатомные насыщенные спирты. Изомерия, классификация, номенклатура. Методы синтеза: присоединение воды к двойной связи, гидролиз связи  $\text{C-Hal}$ , восстановление карбонильной и карбоксильной групп, синтезы с использованием металлорганических соединений. Электронное строение  $\text{O-H}$  связи. Водородная связь в спиртах и ее проявление в спектральных характеристиках и физических

свойствах. Химические свойства: кислотно-основные свойства, получение алколюлятов и их использование в органическом синтезе, замещение гидроксильной группы, дегидратация. Эфириобразование: простые и сложные эфиры. Присоединение спиртов к ацетиленам. Окисление и дегидрирование спиртов. Многоатомные спирты. Гликоли, способы их получения. Химические свойства: окисление йодной кислотой, взаимодействие с борной кислотой, превращение в  $\alpha$ -окиси, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка. Глицерин: образование комплексов с ионами металлов, дегидратация. Непредельные спирты. Представления о свойствах винилового спирта, кето-енольная таутомерия. Виниловые эфиры и их полимеризация. Аллиловый спирт. Методы синтеза, основанные на использовании пропилена. Особенности химического поведения, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинол, причины повышенной подвижности гидроксильной группы.

Тема 12. Фенолы Строение, изомерия, номенклатура. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз арилгалогенидов, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола. Кислотно-основные свойства фенолов. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. Перегруппировка сложных эфиров как способ ацилирования по кольцу (реакция Фриса). Конденсация фенолов с карбоксильными соединениями, фенол-формальдегидные смолы. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной активностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, карбонилирование. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы, применение стерически загруженных фенолов в качестве антиоксидантов. Многоатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол. Химические свойства: электрофильное замещение, реакции окисления.

Тема 13. Простые эфиры Классификация, номенклатура. Диалкиловые эфиры. Методы синтеза: дегидратация спиртов, реакция Вильямсона, присоединение спиртов к олефинам. Расщепление простой эфирной связи (гидролиз). Взаимодействие эфиров с протонными кислотами и кислотами Льюиса. Эфираты.  $\alpha$ -Окиси. Методы промышленного и лабораторного получения оксиранового кольца. Химические свойства: взаимодействие с галогеноводородами, водой, спиртами, аммиаком, магниорганическими соединениями.

#### Тема 14. Карбонильные соединения

Классификация и номенклатура. Способы образования карбонильной группы: каталитическое окисление алканов, алкенов и алкилароматических углеводородов, оксо-синтез, гидратация алкинов, гидролиз гем-дигалогенпроизводных, окисление и дегидрирование спиртов. Синтез альдегидов и кетонов из карбоновых кислот и их производных: восстановление галогенангидридов, взаимодействие с металлорганическими соединениями, пиролиз солей карбоновых кислот. Получение ароматических оксо-соединений реакцией ацилирования. Электронное строение карбонильной группы, распределение электронной плотности в ней. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения. Взаимодействие с гетероатомными нуклеофилами: присоединение воды, спиртов, бисульфита натрия, пятихлористого фосфора. Механизм этих реакций, кислотный и основной катализ. Взаимодействие с N-нуклеофилами: образование оксимов, гидразонов, реакции с первичными (образование оснований Шиффа) и вторичными (образование енаминов и аминалей) аминами. Реакции с C-нуклеофилами: присоединение синильной кислоты, металлорганических соединений. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление, алкилирование. Альдольно-кетоновая конденсация, ее механизм в условиях кислотного и основного катализа. Конденсации карбонильных соединений с соединениями, содержащими активную метиленовую группу. Реакции окисления альдегидов и кетонов (правило Попова). Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами в присутствии алколюлятов алюминия, цинком в

соляной кислоте. Восстановление кетонов металлами с образованием металлкетиллов и пинаконов. Окислительно-восстановительные реакции: Канницарро, Тищенко. Бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах.

Тема 15. Поточная контрольная работа по теме "Спирты и карбонильные соединения" Спирты. Классификация, номенклатура. Промышленные источники: гидратация алкенов, ферментативный гидролиз углеводов, гидролиз алкилгалогенидов. Физические свойства. Водородные связи, растворимость в воде. Химические свойства. Кислые и основные свойства спиртов. Образование солей, протонирование, этерификация. Образование простых эфиров как результат нуклеофильного замещения. Дегидратация спиртов. Окисление. Фенолы. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое кольцо: гидролиз арилгалогенидов, щелочной плав сульфокислот, кумольный синтез. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения. Кислотность фенолов. Образование простых эфиров фенолов (синтез Вильямсона). Фенолформальдегидные смолы. Фенолы в растениях. Лигнин. Карбонильные соединения. Классификация, номенклатура. Способы образования карбонильной группы: окисление алканов и алкилароматических соединений, озонлиз олефинов, гидратация алкинов, гидролиз гемдигалогенидов, окисление спиртов, электрофильное ацилирование ароматических соединений. Химические свойства. Электронное строение карбонильной группы. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами: водой, спиртами, аминами, магний- и литийорганическими соединениями. Кето-енольная таутомерия. Альдожно-кетоновая конденсация. Окислительно-восстановительные превращения альдегидов и кетонов.

Тема 16. Ди- и непредельные карбонильные соединения Дикарбонильные соединения. Классификация, номенклатура. Методы синтеза, основанные на реакциях окисления и конденсации (Кляйзен).  $\beta$ -Дикарбонильные соединения: кето-енольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов. Непредельные карбонильные соединения, их классификация.  $\alpha$ ,  $\beta$  -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы синтеза: окисление олефинов в аллильное положение и спиртов аллильного типа, кетоновая конденсация карбонильных соединений. Электронное строение: сопряжение  $\pi$ -связей, распределение  $\pi$ -электронной плотности. Химические свойства. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака, HCN, металлорганических соединений.

Тема 18. Одноосновные карбоновые кислоты и их производные Классификация и номенклатура. Методы получения: окисление углеводов, спиртов и альдегидов, синтезы с использованием магний- и литийорганических соединений, окиси углерода, малонового и ацетоуксусного эфиров, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Синтез уксусной кислоты карбонилированием метанола на родиевом катализаторе. Природные источники карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Физические свойства карбоновых кислот и их производных. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Представление о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотного и основного катализа на примере реакций этерификации и омыления. Восстановление и галогенирование кислот (реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского). Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Производные карбоновых кислот. Соли: реакция декарбоксилирования и ее каталитические варианты, анодное окисление карбоксилат-анионов (реакция Кольбе), действие галогенов на серебряные соли (реакция Бородина-Хунсдикера). Практическое использование солей карбоновых кислот. Мыла. Галогенангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве ацилирующих реагентов. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов. Реакции гидролиза (омыления), переэтерификации и сложноэфирной конденсации. Ангидриды карбоновых кислот: реакции с нуклеофилами (ацилирование). Амиды: кислотные свойства, причины пониженной основности и повышенной кислотности по сравнению с аммиаком и аминами, основные пути превращения в амиды (восстановление, реакция Гофмана и родственные ей превращения гидразидов, азидов и гидроксамовых кислот). Взаимопревращения амидов и нитрилов. Свойства нитрилов:

каталитическое гидрирование, восстановление алюмогидридом лития, реакции с магниорганическими соединениями.

Тема 19. Двухосновные и непредельные карбоновые кислоты Дикарбоновые кислоты. Номенклатура и классификация. Методы синтеза: окисление циклоалканов, алициклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводородов, гидролиз динитрилов, синтеза с использованием малонового и ацетоуксусного эфиров. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Образование производных по одной и обеим карбоксильным группам, смешанные производные. Щавелевая кислота: реакции декарбоксилирования, декарбонилирования, окисления. Диэтилоксалат, реакции сложноэфирной конденсации с его участием и их синтетическое использование. Малоновая кислота: декарбоксилирование и причины повышенной легкости его протекания, конденсации с карбонильными соединениями. Свойства малонового эфира и их синтетическое использование: конденсации с карбонильными соединениями, присоединение по кратной связи, активированной электроно-акцепторными заместителями, образование и алкилирование натрмалонового эфира, превращение продуктов этих реакций в карбоновые кислоты. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования органических соединений. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид и его применение для синтеза антрахинона и его производных, триарилметановых красителей; фталимид и его использование для синтеза аминов (реакция Габриэля) и антралиновой кислоты; сложные эфиры и их практическое применение. Репелленты, пластификаторы. Терфталевая кислота и ее использование (лавсан). Непредельные монокарбоновые кислоты. Классификация. Методы получения  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи  $C=C$ . Присоединение воды, аммиака, галогеноводородов, причины ориентации, наблюдаемой в этих реакциях. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Плексиглас. Природные источники и практическое значение олеиновой, линолевой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры. Олифа и другие высыхающие масла. Непредельные дикарбоновые кислоты. Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидрида. Stereoизомерия и взаимопревращения малеиновой и фумаровой кислот, проявление stereoизомерии в различиях их химических свойств и в пространственном строении продуктов их реакций, протекающих по связи  $C=C$ . Ацетилендикарбоновая кислота как диенофил в реакции Дильса-Альдера.

Тема 21. Нитросоединения Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов (радикальное и электрофильное замещение), обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез через соли диазония. Электронное строение нитрогруппы и ее акцепторный характер. Химические свойства: восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах.  $C-N$  кислотность алифатических нитросоединений и их таутомерия (аци-форма). Продукты неполного восстановления нитросоединений. Нитрозосоединения, фенилгидроксиламин, азоксибензол, гидразобензол. Бензидиновая перегруппировка.

Тема 22. Амины Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген-, гидрокси- и аминопроизводных алифатических и ароматических углеводородов; реакции восстановления нитросоединений (реакция Зинина), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, перегруппировок амидов (реакция Гофмана), азидов (перегруппировка Курциуса), гидразидов карбоновых кислот и гидроксамовых кислот (реакция Лоссена). Электронное строение амино-группы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксиалкилирование, ацилирование; взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Четвертичные аммониевые соли: получение из третичных аминов и алкилгалогенидов (Меншуткин); электронное строение, практическое использование в качестве катализаторов межфазного переноса, реакции разложения с образованием олефинов (реакция Гофмана). Свойства ароматических аминов:

взаимодействие с электрофилами. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацильная защита амино-группы. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования. Синтез гетероциклических соединений из о-фенилендиамина и о-аминофенола.

Тема 23. Диазо- и азосоединения Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса). Электронное строение, катион диазония, как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (реакции Зандмейера, Несмеянова). Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание: диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Метилоранж и конго красный, как представители красителей, используемых в качестве индикаторов. Восстановление солей диазония и азосоединений. Использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов. Соли диазония как реагенты арилирования ароматических соединений. Диазосоединения жирного ряда: диазометан, диазоуксусный эфир. Синтезы на их основе.

Тема 24. Основные источники информации по органической химии Основные источники информации по органической химии (учебники, справочники, статьи, обзоры, интернет-источники, базы данных) Поиск методики получения органического вещества (по литературным источникам, интернет-ресурсам). Обсуждение методик литературного синтеза. Составление плана синтеза органического соединения.

Тема 25. Поточная контрольная работа по теме "Амины и диазосоединения"

Классификация, номенклатура. Методы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген- и гидроксипроизводных углеводов; реакциях восстановления нитросоединений (гидрирование нитробензола в кислой и щелочной средах), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот; перегруппировок амидов (Гофман), гидразидов (Курциус, Шмидт), карбоновых кислот и оксимов (Бекман). - Электронное и пространственное строение аминогруппы. - Химические свойства. Основность и кислотность аминов, влияние природы заместителя (алкильных, арильных) на кислотно-основные свойства аминов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, оксиалкилирование, ацилирование. Реакции с азотистой кислотой: различия в химическом поведении первичных, вторичных и третичных аминов, а также алифатических и ароматических аминов.

Тема 26. Оптическая изомерия Алифатические оксикислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Методы синтеза оксикислот, их общие и специфические свойства. Лактиды и лактоны. Природные оксикислоты: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная, миндальная. Хиральность молекул и оптическая изомерия. Хиральный (асимметрический) атом углерода. Оптическая изомерия в ряду оксикислот. Проекционные формулы Фишера и Ньюмена. Энантиомеры, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Разделение рацематов на оптические антиподы. Абсолютная и относительная конфигурация. Вальденовское обращение и сохранение конфигурации. Понятие о трео- и эритроизомерах. Асимметрический синтез. Номенклатура Кана, Ингольда, Прелога. Оптическая изомерия в ряду алленов, спиранов, дифенила, циклофанов

Тема 27. Бифункциональные соединения. Гидрокси-, альдегидо- и кетокислоты Номенклатура и классификация. Алифатические гидроксикислоты. Общие методы синтеза, основанные на свойствах непредельных, галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот, многоатомных спиртов, гидроксиальдегидов и гидроксинитрилов. Синтез  $\beta$ -гидроксикислот по реакции Реформатского. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические

свойства. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксильной групп. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов и нафтолятов по Кольбе-Шмидту. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Салициловая кислота, аспирин, салол Номенклатура и классификация.  $\beta$ -Альдегидо- и  $\beta$ -кетокислоты, специфика их свойств. Получение сложных эфиров по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его C-H-кислотность и таутомерия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот.

Тема 28. Углеводы Классификация, строение, номенклатура. Методы синтеза оксиксо-соединений различных типов. Гликолевый и глицериновый альдегиды; диоксиацетон. Оптическая изомерия глицеринового альдегида. Общие и особые свойства оксиксосоединений. Оксо-циклольная таутомерия. Полуацетали фуранозного и пиранозного типа. Тетрозы. Пентозы. Гексозы. Моносахариды. Генетический ряд сахаров, альдозы и кетозы, пентозы и гексозы, взаимные переходы между ними. Переходы моноз от высших к низшим и обратно. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз, пентоз и гексоз. Открытые формы Фишера и циклические Колли-Толленса, их графическое изображение по Фишеру и Хеуорсу. Оксоциклольная таутомерия сахаров и явление мутаротации: фуранозы и пиранозы. Гликозидный гидроксил и гликозидная связь; аномеры и аномерный эффект. Агликоны. Эпимеры и эпимеризация. Установление строения и конфигурации моноз. Отдельные представители моноз - дезоксирибоза, рибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Виды брожения сахаров. Дисахариды. Классификация: невозстанавливающие (трегалоза, сахароза) и восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) биозы. Доказательство их строения, типы связей моносахаридных остатков. Инверсия сахарозы. Общие и специфические свойства биоз. Полисахариды. Пентозаны (гемицеллюлоза), гексозаны (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Пути рационального использования полисахаридов. Целлюлозная промышленность и химия клетчатки. Искусственное волокно

Тема 30. Ароматические гетероциклические соединения Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Методы синтеза и их взаимопревращения (Юрьев). Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пирозлиевая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представления о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие о индигоидных красителях и кубовом крашении. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом, и его отдельных положений. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола. Реакции электрофильного замещения в ядро пиридина и его N-окси. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена. Таутомерия гидроксипиридинов. Соли пиридиния, расщепление пиридинового цикла. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями (синтезы Скраупа и Дебнера-Миллера). Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях - производных пиридина. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\alpha$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и

пиримидина.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

### 10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
1С Предприятие 8.3 - учебная версия Свободная лицензия
7-Zip Свободная лицензия
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Microsoft .NET Framework 4.7 Свободная лицензия
Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095
Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401

### 10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. - Москва, 2011 - - URL: <a href="http://znanium.com/catalog">http://znanium.com/catalog</a> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <a href="http://znanium.com/catalog/">http://znanium.com/catalog/</a>
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. - Саратов, 2010 - . - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/586.html">http://www.iprbookshop.ru/586.html</a> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. <a href="http://www.iprbookshop.ru/586.html">http://www.iprbookshop.ru/586.html</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, - от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2014. - . - URL: <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
Oxford University Press (OUP) : архивы научных журналов : сайт / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН), Издательство Оксфордского университета. - Москва, 2013. - ..... - URL: <a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=source">https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=source</a> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Издательство, входящее в состав Оксфордского университета является одним из крупнейших в Великобритании. Главная цель, поставленная перед издательством - достижение высоких результатов в различных областях исследований, науки, образования путем издания книг по всему миру. В предлагаемой архивной коллекции 24 журнала по разным отраслям знания. Глубина архива: с 1-го выпуска до 1995 г. <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>
Nature International journal of science : архивы научных журналов : сайт / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН), Springer Nature Publishing AG. - Москва, 2013. - ..... - URL: <a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source">https://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source</a> . - Режим доступа: для зарегистрир.



Название
пользователей. – Текст: электронный. Один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует исследования, посвященные широкому спектру вопросов, в основном естественно-научной тематики. Цифровой архив журнала Nature 1869 -2011гг. <a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a>
Российские научные медицинские журналы (RNMJ) : база данных : сайт / Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН), Ассоциация научных редакторов и издателей. – Москва: Epub.ru, 2016. - . - URL: <a href="http://rnmj.ru/">http://rnmj.ru/</a> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.Электронная база «Российские научные медицинские журналы» предоставляет доступ к свежим выпускам и полнотекстовым архивам 50 медицинских журналов. Абсолютное большинство публикаций доступно в свободном полнотекстовом виде в формате PDF. <a href="http://rnmj.ru/">http://rnmj.ru/</a>
Министерство здравоохранения Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется ежедневно. – URL: <a href="https://www.rosminzdrav.ru/">https://www.rosminzdrav.ru/</a> . – Текст: электронный. <a href="https://www.rosminzdrav.ru/">https://www.rosminzdrav.ru/</a>
Министерство здравоохранения Республики Адыгея : официальный сайт / Министерство здравоохранения Российской Федерации – Майкоп. – URL: <a href="http://mzra.ru/index.php/">http://mzra.ru/index.php/</a> - Текст: электронный. <a href="http://mzra.ru/index.php/weblinks?task=weblink.go&amp;id=80">/index.php/weblinks?task=weblink.go&amp;id=80</a>

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. – Москва, 2011 - - URL: <a href="http://znanium.com/catalog">http://znanium.com/catalog</a> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <a href="http://znanium.com/catalog/">http://znanium.com/catalog/</a>
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. – Саратов, 2010 - . - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/586.html">http://www.iprbookshop.ru/586.html</a> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. <a href="http://www.iprbookshop.ru/586.html">http://www.iprbookshop.ru/586.html</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a> . - Режим доступа: деLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a> . - Режим доступа: д



## 11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой и подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС (читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ») 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191</p>	<p>Компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест, оснащенные специализированной мебелью (стулья, столы, шкафы, шкафы выставочные), мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксерокс)</p>	<p>7-Zip Свободная лицензия Adobe Reader DC Свободная лицензия Microsoft .NET Framework 4.7 Свободная лицензия Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095 Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401</p>
<p>Кабинет аналитической химии; Лаборатория аналитической химии; Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (7-7-5) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Советская, дом № 197А, Учебный корпус № 7, фармацевтический факультет</p>	<p>Учебная мебель на 54 посадочных мест, доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран), лабораторное оснащение, реактивы, пособия, рефрактометры, поляриметры, микроскопы, специальная литература, первоисточники, справочники</p>	

