

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Железнов Лев Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 01.02.2018  
Уникальный программный ключ:  
7f036de85c233e341493b4c0e48bb3a18c939f51

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Кировский государственный медицинский университет»**  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора Л.М. Железнов

«27» июня 2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Основы биоорганической химии»**

Специальность 31.05.02 Педиатрия

Направленность (профиль) ОПОП - Педиатрия

Форма обучения очная

Срок освоения ОПОП 6 лет

Кафедра Химии

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

1) ФГОС ВО по специальности 31.05.02 Педиатрия, утвержденного Министерством образования и науки РФ «17»августа 2015г., приказ № 853.

2) Учебного плана по специальности 31.05.02 Педиатрия, одобренного ученым советом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России «27» июня 2018 г. протокол № 5.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

Кафедрой Химии «27» июня 2018 г. (протокол № 7)

Заведующий кафедрой П.И. Цапок

Ученым советом педиатрического факультета «27» июня 2018 г. (протокол № 6)

Председатель ученого совета факультета О.Н. Любезнова

Центральным методическим советом «27» июня 2018 г. (протокол № 1)

Председатель ЦМС Е.Н. Касаткин

**Разработчики:**

Доцент кафедры химии И.В. Горева

Доцент кафедры химии С.А. Куклина

Ст. преподаватель кафедры химии Н.Л. Зобнина

**Рецензенты:**

Зав.кафедрой менеджмента и товароведения  
ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России  
к.т.н., доцент

Л.Н.Шмакова

Доцент кафедры фундаментальной химии  
и методики обучения химии  
ФГБОУ ВО Вятский государственный университет к.п.н.

М.А..Зайцев

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля)	4
1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
1.4. Объекты профессиональной деятельности	4
1.5. Виды профессиональной деятельности	4
1.6. Формируемые компетенции выпускника	4
Раздел 2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	6
Раздел 3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	6
3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)	6
3.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	8
3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий	8
3.4. Тематический план лекций	8
3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)	12
3.6. Самостоятельная работа обучающегося	17
3.7. Лабораторный практикум	17
3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ	18
Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)	18
4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	18
4.2. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	18
4.2.1. Основная литература	18
4.2.2. Дополнительная литература	18
4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	19
4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю), программного обеспечения и информационно-справочных систем	19
4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	20
Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)	20
Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	22
Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	23

## Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

### 1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Формирование у студентов знаний о строении и свойствах органических соединений, биополимеров и их структурных компонентов с точки зрения современных научных теорий, раскрытие медико-биологической роли разных классов органических соединений как основы функционирования живых организмов.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля)

- сформировать навыки анализа научной литературы и официальных статистических обзоров, участия в проведении статистического анализа и публичного представления полученных результатов

- способствовать углублению и расширению имеющихся знаний о строении, свойствах и биологическом значении органических соединений;

- сформировать умения прогнозировать реакционную способность соединения на основе его химического строения, исходя из знаний о биологической роли соединения и его превращениях в организме;

- продолжить формирование практических умений и навыков постановки и выполнения экспериментальной работы.

### 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:

Дисциплина «Основы биоорганической химии» относится к блоку Б1. Дисциплины вариативной части. Обязательные дисциплины.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются при изучении дисциплин школьного курса химии.

Является предшествующей для изучения дисциплин: Биохимия, Нормальная физиология.

### 1.4. Объекты профессиональной деятельности

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших рабочую программу дисциплины (модуля), являются:

физические лица в возрасте от 0 до 18 лет (дети, пациенты); физические лица – родители (законные представители) детей; население; совокупность средств и технологий, направленных на создание условий для охраны здоровья детей.

### 1.5. Виды профессиональной деятельности

Изучение данной дисциплины (модуля) направлено на подготовку к следующим видам профессиональной деятельности:

1) научно-исследовательская.

### 1.6. Формируемые компетенции выпускника

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование у выпускника следующих компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства	
			Знать	Уметь	Владеть	Для текущего контроля	Для промежуточной аттестации
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ОК-1	способностью	32. Основные методы сбора	У2. Анализировать,	В2. Культурой мышления;	собеседование по	компьютерное

		к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	ситуационным задачам, тестирование письменное, расчетные задачи, защита разделов	тестирование, собеседование по ситуационным задачам
2	ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий, и методов при решении профессиональных задач	32. Физико-химические аспекты важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретические основы биоэнергетики, факторы, влияющие на смещение равновесия биохимических процессов. Строение и химические свойства основных классов биологически важных соединений.	У2. Уметь писать уравнения химических реакций, проводить расчеты по химическим уравнениям, решать задачи по термодинамике, кинетике, свойствам растворов.	В2. Самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование письменное, расчетные задачи.	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам, оценка портфолио
			33. Закономерности протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате совмещения равновесий разных типов.	У3. Решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и результат химических превращений.	В3. Навыками безопасной работы в химической лаборатории и умение обращаться с едкими, ядовитыми веществами.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование письменное, расчетные задачи.	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
3	ПК-20	готовностью к анализу и публичному	33. Понятие и сущность научно-	У3. Планировать и осуществлять научно-	В3. Навыками планирования и осуществления научно-	собеседование по ситуационным	компьютерное тестирование,

		представлению медицинской информации на основе доказательной медицины	исследовательского эксперимента; методы анализа результатов эксперимента	исследовательский эксперимент; анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента; узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях; работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента	исследовательского эксперимента; навыками представления результатов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений.	задачам, тестирование письменное, расчетные задачи, написание реферата и выступления на конференции, отчеты по лабораторным работам.	собеседование по ситуационным задачам
--	--	---	--	---	---	--	---------------------------------------

## Раздел 2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			№1	№2
1		2	3	4
Контактная работа (всего)		72	24	48
в том числе:				
Лекции (Л)		18	6	12
Практические занятия (ПЗ)		54	18	36
Самостоятельная работа (всего)		36	12	24
в том числе:				
- Реферат (портфолио)		12	4	8
- Подготовка теоретического материала к занятиям		10	4	6
- Решение задач внеаудиторной работы		10	4	6
- Оформление отчета по лабораторной работе		4		4
Вид промежуточной аттестации	экзамен	контактная работа	3	3
		самостоятельная работа	33	33
Общая трудоемкость (часы)		144	36	108
Зачетные единицы		4	1	3

## Раздел 3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

### 3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1.	ОК-1, ОПК-7, ПК-20	Основы строения и реакционной способности органических соединений.	<p><i>Лекция:</i> Классификация и номенклатура органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и пространственное строение.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Биологически важные классы органических соединений. Правила систематической номенклатуры.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Электронные эффекты. Электроноакцепторные и электронодонорные заместители.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Пространственное строение органических соединений основы стереохимии. Кислотность и основность органических соединений.</p>
2.	ОК-1, ОПК-7, ПК-20	Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.	<p><i>Лекция:</i> Реакционная способность углеводородов. Электрофильные реакции.</p> <p><i>Лекция:</i> Реакционная способность углеводородов. Нуклеофильные реакции.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Реакционная способность насыщенных и ненасыщенных углеводородов.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Реакционная способность ароматических углеводородов.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах.</p>
3.	ОК-1, ОПК-7, ПК-20	Окислительно-восстановительные реакции в организме.	<p><i>Лекция:</i> Окислительно-восстановительные реакции в организме.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (НАД<sup>+</sup>)</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (ФАД)</p>
4.	ОК-1, ОПК-7, ПК-20	Биополимеры и их структурные компоненты.	<p><i>Лекция:</i> Аминокислоты, классификация и свойства. Важнейшие биологические реакции. Пептиды. Белки. Строение и свойства.</p> <p><i>Лекция:</i> Моносахариды, классификация, строение, свойства.</p> <p><i>Лекция:</i> Дисахариды. Строение, свойства. Важнейшие полисахариды.</p> <p><i>Лекция:</i> Липиды. Омыляемые и неомыляемые.</p> <p><i>Лекция:</i> Нуклеиновые кислоты: строение, типы связей между компонентами.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Аминокислоты. Строение и свойства. Важнейшие биологические реакции.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Пептиды. Строение и свойства</p>

			<p><i>Практическое занятие:</i> Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Качественные реакции на аминокислоты и пептиды.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Моносахариды. Stereoизомерия, таутомерия, свойства. Качественные реакции.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Дисахариды. Получение и свойства. Качественные реакции.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Важнейшие полисахариды. Качественные реакции</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Омыляемые липиды. Триглицериды. Строение.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Омыляемые липиды. Свойства, биологические реакции.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Сложные липиды. Фосфолипиды. Строение и свойства.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Неомыляемые липиды.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Нуклеозиды, нуклеотиды. Структурные компоненты. Строение и свойства.</p> <p><i>Практическое занятие:</i> Нуклеиновые кислоты. Принцип комплементарности, структуры ДНК и РНК.</p>
--	--	--	--

### 3.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых(последующих)дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изученияобеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
1	Биохимия	+	+	+	+
2	Нормальная физиология			+	+

### 3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Л	ПЗ	ЛЗ	Сем	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основы строения и реакционной способности органических соединений	2	6	-	-	4	12
2	Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.	4	12	-	-	8	24
3	Окислительно-восстановительные реакции в организме.	2	4	-	-	6	12
4	Биополимеры и их структурные компоненты	10	32	-	-	18	60
	Вид промежуточной аттестации:						
		экзамен	контактная работа				3
			самостоятельная работа				33
	Итого:	18	54	-	-	36	144

### 3.4. Тематический план лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час)	
				1 сем.	2 сем.
1	2	3	4	5	6
1	1	Классификация и номенклатура органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и пространственное строение.	<p>Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Изомерия, как специфическое явление органической химии. Пространственное строение органических соединений. Проекционные формулы Фишера. Стереохимическая номенклатура: D, L-системы. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Оптическая активность. Стереизомеры: энантиомеры и диастериомеры. Связь между стереохимическим строением и биологической активностью вещества.</p> <p>Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений. Сопряжение. Виды сопряжения: π,π- и π,σ-сопряжения. Поляризация связи и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный). Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.</p> <p>Кислотность и основность органических соединений. Теории Бренстеда и Льюиса. Общие закономерности в изменении кислотных и основных свойств во взаимосвязи с природой атома в кислотном и основном центрах, электронными эффектами заместителей при этих центрах.</p>	2	
2	2	Реакционная способность углеводородов. Электрофильные реакции.	<p>Классификация органических реакций по результату (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировки, окислительно-восстановительные) и по механизму – радикальные, ионные (электрофильные, нуклеофильные). Понятие – субстрат, реагент, реакционный центр. Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы (гомолитический разрыв), карбокатионы и карбанионы (гетероциклический разрыв)</p> <p>Реакции свободнорадикального замещения: гомолитические реакции с участием C-H связей sp<sup>3</sup>-гибридизированного атома углерода. Галогенирование. Региоселективность свободнорадикального</p>	2	

			<p>замещения в аллильных и бензильных системах. Взаимодействие органических соединений с кислородом как химическая основа пероксидного окисления с помощью антиоксидантов (фенол, <math>\alpha</math>-токоферол).</p> <p>Реакции электрофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием <math>\pi</math>-связи. Механизм реакции гидрогалогенирования и гидратации. Кислотный катализ, правило Марковникова.</p> <p>Реакции электрофильного замещения: гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Механизм реакций галогенирования и алкилирования ароматических соединений. Роль катализатора в образовании электрофильной частицы. Влияние заместителей в ароматическом ядре на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Ориентирующее влияние заместителей и гетероатомов.</p>		
3	Реакционная способность углеводов. Нуклеофильные реакции.	<p>Характеристика и медико-биологическое значение насыщенных соединений. Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода: гетеролитические реакции, обусловленные поляризацией <math>\sigma</math>-связи углерод-гетероатом (галогенопроизводные, спирты). Роль кислотного катализа в нуклеофильном замещении гидроксильной группы. Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация).</p> <p>Характеристика карбонильных соединений – альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения с участием <math>\pi</math>-связи углерод-кислород в альдегидах и кетонах. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа. Образование и гидролиз иминов как химическая основа пиридоксалевого катализа. Реакции альдольного присоединения.</p> <p>Характеристика и классификация карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^2</math>-гибридизованного атома углерода (карбоновые кислоты и их функциональные производные). Реакции ацилирования – образование ангидридов, сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов – и обратные им реакции гидролиза. Роль кислотного</p>	2		

			и основного катализа. Ацилфосфаты и ацилкофермент А – природные макроэргические ацилирующие реагенты.		
4	3	Окислительно-восстановительные реакции в организме	Особенности окисления и восстановления в органических молекулах. Окисление и восстановление в организме. Ферменты и коферменты. Строение и механизм действия НАД и ФАД. Пероксидное окисление высших жирных карбоновых кислот.		2
5	4	Аминокислоты, классификация и свойства. Важнейшие биологические реакции. Пептиды. Белки. Строение и свойства.	<p>Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура. Стереоизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Классификация по химической природе радикала, по кислотно-основным свойствам. Реакции восстановительного аминирования и трансаминирования. Пиридоксальный катализ. Химические свойства <math>\alpha</math>-аминокислот: этерификация, ацилирование, образование иминов. Реакции окислительного дезаминирования и гидроксирования. Декарбоксилирование <math>\alpha</math>-аминокислот - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов.</p> <p>Пептиды. Строение и свойства пептидной группы. Номенклатура. Уровни организации белковой молекулы, природа связи. Качественные реакции на аминокислоты в составе белков.</p>		2
6		Моносахариды, классификация, строение, свойства.	Углеводы. Моносахариды. Классификация. Открытые и циклические формы. Цикло-оксо-таутомерия. Строение наиболее важных представителей пентоз, гексоз, дезоксисахаров. О- и N-гликозиды. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Аскорбиновая кислота. Восстановление моносахаридов. Взаимопревращение альдоз и кетоз.		2
7		Дисахариды. Строение, свойства. Важнейшие полисахариды.	<p>Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, восстановительные свойства. Классификация. Открытые и циклические формы.</p> <p>Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза.</p> <p>Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. формы. Цикло-оксо-таутомерия.</p>		2

8		Липиды. Омыляемые и неомыляемые.	Липиды. Омыляемые липиды. Нейтральные липиды. Природные высшие жирные кислоты. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин - структурные компоненты клеточных мембран. Сфинголипиды, гликолипиды. Неомыляемые липиды. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А. Стероиды. Желчные кислоты. Стерины: холестерин, эргостерин. Стероидные гормоны: женские и мужские половые гормоны.		2
9		Нуклеиновые кислоты: строение, типы связей между компонентами.	Биологически важные гетероциклические соединения. Гетероциклы с одним и несколькими гетероатомами (пиррол, пиридин, имидазол, пуридин и пиримидин). Пиримидиновые и пуриновые основания. Лактим-лактамина таутомерия. Нуклеиновые кислоты. Комплементарность нуклеиновых оснований. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Полинуклеозидфосфаты – АТФ, ГТФ, ЦТФ. Строение, гидролиз. Макроэргические связи.		2
<b>Итого:</b>				<b>6</b>	<b>12</b>

### 3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Содержание практических (семинарских) занятий	Трудоемкость (час)	
				1 сем.	2 сем.
1	2	3	4	5	6
1	1	Биологически важные классы органических соединений. Правила систематической номенклатуры.	Общая характеристика и классификация органических соединений по: строению углеродной цепи, природе связи между атомами углерода, количеству и типу функциональных групп. Номенклатура органических соединений: заместительная, тривиальная, радикально – функциональная. Основные правила международной систематической номенклатуры IUPAC.	2	
2		Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.	Гибридизация. Ковалентная связь, ее типы и характеристики. Электроотрицательность атомов, полярность и поляризуемость связи.	2	

		Электронные эффекты. Электроноакцепторные и электронодонорные заместители.	Сопряженные системы с открытой цепью сопряжения. Ароматические системы. Правило Хюккеля. Индуктивные и мезомерные эффекты. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.		
3		Пространственное строение органических соединений основы стереохимии. Кислотность и основность органических соединений.	Химическое строение. Структурная изомерия. Конфигурация химических молекул. Энантиомеры. Проекционные формулы Фишера. Диастереомерия. Кислоты и основания Бренстеда. Зависимость кислотных свойств от: природы атома в кислотном центре; наличия сопряжения; характера органического радикала; влияния растворителя. Зависимость основных свойств от: природы атома в основном центре; наличия сопряжения; характера органического радикала;	2	
4	2	Реакционная способность насыщенных и ненасыщенных углеводородов.	Реакции радикального замещения с участием насыщенного атома углерода. Понятие о цепных процессах. Реакции радикального замещения при участии галогенов – галогенирование. Реакции радикального замещения при участии кислорода - пероксидное окисление. Необходимые условия для протекания данных реакций. Роль катализаторов в этих реакциях. Реакции электрофильного присоединения в молекулах алкенов: а) гидрирование; галогенирование; гидрогалогенирование; гидратация; б) механизм реакции А <sub>Е</sub> ; роль катализаторов; в) правило Марковникова; г) особенности присоединения к молекулам с ЭА - заместителями при двойной связи.	2	
5		Реакционная способность ароматических углеводородов.	Реакции электрофильного замещения в ароматических системах: а) механизм реакций галогенирования и алкилирования ароматических соединений: π - и σ – комплексы; б) ориентирующее действие заместителей в ароматическом кольце и их влияние на реакционную способность в реакциях S <sub>Е</sub>	2	
6		Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у	Общая характеристика и медико-биологическое значение насыщенных соединений: галогенопроизводных; спиртов и их производных; тиолов и их производных; аминов.	2	

		насыщенного атома углерода.	Общие закономерности протекания реакций нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода: реакционная способность реагента (нуклеофильность); химическая природа уходящей группы; специфические особенности структуры субстрата.		
7		Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.	Общая характеристика реакционной способности карбонильных соединений. Зависимость реакционной способности альдегидов и кетонов от распределения электронной плотности в их молекулах. Реакции нуклеофильного присоединения: механизм, условия и биологическое значение реакций взаимодействия альдегидов и кетонов с водой, спиртами, тиолами, аминами, гидридами металлов; реакции альдольной конденсации.	2	
8		Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах.  Защита разделов «Основы строения и реакционная способность углеводов»	Классификация и номенклатура карбоновых кислот: формулы и названия некоторых представителей. Электронное строение карбоксильной группы, реакционные центры в молекулах карбоновых кислот и их производных. Основные этапы реакций нуклеофильного замещения с участием карбоновых кислот и их производных. Реакция этерификации: механизм реакции, роль кислотного катализа. Функциональные производные карбоновых кислот: сложные эфиры, сложные тиоэфиры, амиды, ангидриды, галогенангидриды, нитрилы. Гидролиз функциональных производных карбоновых кислот. Кислотный и щелочной катализ. Биологически важные реакции с участием производных карбоновых кислот – сложных тиоэфиров, ацилфосфатов.  Классификация и номенклатура, электронные эффекты, кислотность и основность, стереоизомерия, реакционная способность углеводов.	2  2	
9	3	Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (НАД <sup>+</sup> )	Медико-биологическое значение реакций окисления и восстановления органических соединений. Особенности окислительно-восстановительных процессов в организме. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия		2

			системы НАД <sup>+</sup> — НАДН + Н <sup>+</sup>		
10		Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (ФАД)	Особенности окислительно-восстановительных процессов в организме. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия системы ФАД – ФАДН <sub>2</sub> Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Медико-биологическое значение. Пероксидное окисление ненасыщенных жирных кислот: механизм нейтрализации пероксидов жирных кислот, значение в процессах нормальной жизнедеятельности и в развитии патологии.		2
11	4	Аминокислоты. Строение и свойства. Важнейшие биологические реакции.	Типы классификации α - аминокислот, входящих в состав белка. Стереоизомерия. Кислотно-основные свойства. Химические свойства α - аминокислот. Биологически важные реакции α - аминокислот. Пиридоксальный катализ.		2
12		Пептиды. Строение и свойства	Пептидная связь. Пептидная группа и ее основные характеристики. Наименование пептидов. Особенности образования зарядов у пептидов разного состава при растворении в воде. Изоэлектрическая точка пептида.		2
13		Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Качественные реакции на аминокислоты и пептиды.	Структурная организация белковой молекулы: сущность, стабилизирующие связи. Глобулярные и фибриллярные белки. Влияние аминокислотной последовательности на тип белковой молекулы. Растворимость белков. Влияние аминокислотной последовательности на растворимость. Качественные реакции на белки и на α-аминокислоты в их составе.		2
14		Моносахариды. Стереоизомерия, таутомерия, свойства. Качественные реакции.	Классификация моносахаридов: по длине углеродной цепи; по характеру карбонильной группы. Стереоизомерия моносахаридов: энантиомеры, эпимеры. Биологическое значение. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Проекционные формулы Фишера и циклические формулы Хеуорса, номенклатура циклических форм и явление мутаротации. Химические свойства моносахаридов: образование гликозидов; алкилирование и ацилирование; окисление и восстановление.		2

15	Дисахариды. Получение и свойства. Качественные реакции.	Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Химическое строение, номенклатура, цикло-оксо-таутомерия, восстановительные свойства. Невосстанавливающий дисахарид сахароза. Состав, строение, номенклатура.		2
16	Важнейшие полисахариды. Качественные реакции	Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Структурный состав, типы гликозидных связей. Гетерополисахариды соединительной ткани: хондроитинсульфат, гиалуроновая кислота. Структурный состав, типы связей, физиологические функции.		2
	Защита разделов «Белки. Углеводы»	Аминокислоты. Пептиды. Белки. Моносахариды, дисахариды, полисахариды.		2
17	Омыляемые липиды. Триглицериды. Строение.	Липиды. Биологическая роль. Классификация. Структурные компоненты омыляемых липидов. Строение высших жирных кислот. Простые липиды. Нейтральные жиры, масла, воски. Биологическая роль.		2
18	Омыляемые липиды. Свойства, биологические реакции.	Химические свойства липидов: гидролиз, окисление, реакции присоединения (гидрирование, галогенирование). Йодное число.		2
19	Сложные липиды. Фосфолипиды. Строение и свойства.	Сложные липиды. Глицерофосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды. Биологическое значение.		2
20	Неомыляемые липиды.	Неомыляемые липиды: классификация и биологическая роль. Терпены. Изопrenoиды: $\beta$ - каротин, витамин А <sub>1</sub> . Биологическое значение. Строение стерана и его гомологов, отличительные признаки. Стерины: холестерин, эргостерин. Строение, биологическая роль Желчные кислоты: строение, биологическая роль. Стероидные гормоны: строение, биологическая роль.		2
21	Нуклеозиды, нуклеотиды. Структурные компоненты. Строение и свойства.	Структурные компоненты нуклеозидов и нуклеотидов. Строение и состав рибонуклеозидов и дезоксирибонуклеозидов.		2
22	Нуклеиновые кислоты. Принцип	Первичная структура нуклеиновых кислот. Типы связей между нуклеотидами. Вторичная структура ДНК. Правила		6

		<p>комплементарности, структуры ДНК и РНК.</p> <p>Защита разделов «Липиды. Нуклеиновые кислоты».</p>	<p>Чаргаффа. Принцип комплементарности. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. Биологическая роль.</p> <p>Омыляемые простые липиды, сложные липиды, неомыляемые липиды, нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Белки. Углеводы. Липиды. Нуклеиновые кислоты.</p>		6
<b>Итого:</b>				<b>18</b>	<b>36</b>

### 3.6. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
1	1	Основы строения и реакционной способности органических соединений	Реферат (портфолио) Подготовка теоретического материала к занятиям Решение задач внеаудиторной работы Оформление отчета по лабораторной работе	4
2		Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.	Реферат (портфолио) Подготовка теоретического материала к занятиям Решение задач внеаудиторной работы Оформление отчета по лабораторной работе	8
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>12</b>
1	2	Окислительно-восстановительные реакции в организме.	Реферат (портфолио) Подготовка теоретического материала к занятиям Решение задач внеаудиторной работы Оформление отчета по лабораторной работе	6
2		Биополимеры и их структурные компоненты	Реферат (портфолио) Подготовка теоретического материала к занятиям Решение задач внеаудиторной работы Оформление отчета по лабораторной работе	18
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>24</b>
<b>Всего часов на самостоятельную работу:</b>				<b>36</b>

### 3.7. Лабораторный практикум – не предусмотрен учебным планом.

**3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ – не предусмотрены учебным планом.**

**Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)**

**4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

1. Основы биоорганической химии: учебно-методическое пособие для аудиторных работ студентов 1 курса лечебного и педиатрического факультетов / Сост. И.В. Горева, С.А. Куклина, Е.А. Серкина, Н.Л. Зобнина. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018.

2. Портфолио «Основы биоорганической химии».

3. Список тем рефератов для портфолио:

- 1) Пространственное строение и биологическая активность органических веществ.
- 2) Пероксидное окисление липидов. Медико-биологическое значение.
- 3) Биологическая роль фосфолипидов.
- 4) Желчные кислоты. Биологическое значение
- 5) История открытия нуклеиновых кислот.
- 6) Медико-биологическое значение холестерина.
- 7) Биологическая роль гормонов щитовидной железы.
- 8) Витамин Д и его биологическая роль
- 9) Значение витамина Д для детского организма
- 10) Влияние этанола на организм человека
- 11) Окислительно-восстановительные процессы в организме.
- 12) Биологическая роль аденозинтрифосфорной кислоты.

**4.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**4.2.1. Основная литература**

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Биоорганическая химия: учебник	Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015	100	ЭБС Консультант студента

**4.2.2. Дополнительная литература**

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов учреждений высш. мед.проф. образования. 2-е изд.	В. А. Попков, А. С. Берлянд	М.: Академия, 2011	40	-
2	Органическая химия: учебник. 2-е изд., перераб. и доп.	Э. Т. Оганесян.	М.: Академия, 2011. -	20	-
3	Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов	Н. А. Тюкавкина.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.	2	ЭБС Консультант студента

4	Тестовые задания по курсу биорганической химии: рук. для самостоятельной подготовки студ. к практ. занятиям и курсовому экзамену	О. Ю. Орлова, С. А. Куклина.	ГОУ ВПО "Кировская гос. мед.акад. Росздрава" - Киров, 2009.	90	ЭБС Кировского ГМУ
---	--	------------------------------	---	----	--------------------

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

[panfilushkinaov.ucoz.ru](http://panfilushkinaov.ucoz.ru)- Образовательный сайт для студентов

<http://hemi.wallst.ru/>

Основы химии. Электронный учебник. Образовательный сайт для школьников. Автор сайта – А.В. Мануйлов, доцент кафедры органической химии Новосибирского государственного университета.

Органическая химия [Электронный ресурс]: пособие для поступающих в вуз / Лучинская М.Г., Жидкова А.М., Дроздова Т.Д. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417287.html>

#### 4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю), программного обеспечения и информационно-справочных систем

Для осуществления образовательного процесса используются:

1) Презентации

2) Обучающие программы:

- <http://chemistry-chemists.com/forum/viewtopic.php?f=53&t=1096>

На сайте журнала "Химия и Химики" работает ftp-библиотека. Книги по химии, научно-популярные журналы, программы и фильмы. Всего около 150 Гб необходимой информации. Один из самых популярных химических сайтов. Представлены электронные справочники, on-line учебники по неорганической, органической, коллоидной и токсикологической химии. Действуют сервисы по вычислению молекулярных масс, уравниванию хим. реакций, редактированию формул. Есть база по термодинамическим свойствам неорганических веществ. Хороший форум по химии.

В учебном процессе используется лицензионное программное обеспечение:

1. Договор MicrosoftOffice (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный),

2. Договор MicrosoftOffice (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),

3. Договор MicrosoftOffice (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный).

4. Договор Windows (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный)

5. Договор Windows (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),

6. Договор Windows (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный),

7. Договор Антивирус KasperskyEndpointSecurity для бизнеса – Стандартный RussianEdition. 100-149 Node 1 yearEducationalRenewalLicense от 12.07.2018, лицензии 685В-МУ\05\2018 (срок действия – 1 год),

8. Автоматизированная система тестирования Indigo Договор № Д53783/2 от 02.11.2015 (срок действия бессрочный, 1 год технической поддержки),

Обучающиеся обеспечены доступом (удаленным доступом) к современным профессиональным базам данных и информационно-справочным системам:

- 1) Научная электронная библиотека e-LIBRARY. Режим доступа: <http://www.e-library.ru/>.
- 2) Справочно-поисковая система Консультант Плюс – ООО «КонсультантКиров».
- 3) «Электронно-библиотечная система Кировского ГМУ». Режим доступа: <http://elib.kirovgma.ru/>.
- 4) ЭБС «Консультант студента» - ООО «ИПУЗ». Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>.
- 5) ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - ООО «НексМедиа». Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.
- 6) ЭБС «Консультант врача» - ООО ГК «ГЭОТАР». Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/>
- 7) ЭБС «Айбукс» - ООО «Айбукс». Режим доступа: <http://ibooks.ru>.

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

В процессе преподавания дисциплины (модуля) используются следующие специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – каб. 411-1
- учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа – каб. № 502-1, 504-1, 505-1, 506-1.
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций – каб. 505б-1, 506-1
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – каб. 502-1, 504-1, 505-1, 506-1.
- помещения для самостоятельной работы – читальный зал библиотеки г. Киров, ул. К.Маркса, 137 (1 корпус).
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – каб. № 507-1.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины (модуля).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### **Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)**

Процесс изучения дисциплины предусматривает: контактную (работа на лекциях и практических занятиях) и самостоятельную работу (реферат (портфолио), подготовка теоретического материала к занятию, решение задач внеаудиторной работы, оформление отчета по лабораторной работе).

Основное учебное время выделяется на актуализацию и систематизацию знаний, полученных на лекциях, формированию умений по решению ситуационных задач (расчетных и качественных), проведению химического эксперимента и анализу полученных результатов.

В качестве основных форм организации учебного процесса по дисциплине выступают классические лекционные и практические занятия (с использованием интерактивных технологий обучения), а также самостоятельная работа обучающихся.

При изучении учебной дисциплины обучающимся необходимо освоить практические умения по проведению химического эксперимента и оформлению результатов исследования.

При проведении учебных занятий кафедра обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (путем проведения интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализа ситуаций и имитационных моделей, преподавания дисциплины (модуля) в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых Университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей

работодателей).

### **Лекции:**

**Классическая лекция.** Рекомендуется при изучении тем: «Классификация и номенклатура органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и пространственное строение», «Реакционная способность углеводородов. Электрофильные реакции», «Реакционная способность углеводородов. Нуклеофильные реакции». На лекциях излагаются темы дисциплины, предусмотренные рабочей программой, акцентируется внимание на наиболее принципиальных и сложных вопросах дисциплины, устанавливаются вопросы для самостоятельной проработки. Конспект лекций является базой при подготовке к практическим занятиям, к экзамену, а также для самостоятельной работы.

Изложение лекционного материала рекомендуется проводить в мультимедийной форме. Смысловая нагрузка лекции смещается в сторону от изложения теоретического материала к формированию мотивации самостоятельного обучения через постановку проблем обучения и показ путей решения профессиональных проблем в рамках той или иной темы. При этом основным методом ведения лекции является метод проблемного изложения материала.

**Лекция-дискуссия** - обсуждение какого-либо вопроса, проблемы, рассматривается как метод, активизирующий процесс обучения, изучения сложной темы, теоретической проблемы. Рекомендуется использовать при изучении тем: «Окислительно-восстановительные реакции в организме», «Аминокислоты, классификация и свойства. Важнейшие биологические реакции. Пептиды. Белки. Строение и свойства», «Моносахариды, классификация, строение, свойства», «Дисахариды. Строение, свойства. Важнейшие полисахариды», «Липиды. Омыляемые и неомыляемые», «Нуклеиновые кислоты: строение, типы связей между компонентами»

Важной характеристикой дискуссии, отличающей её от других видов спора, является аргументированность. Обсуждая дискуссионную проблему, каждая сторона, оппонировав мнению собеседника, аргументирует свою позицию. Отличительной чертой дискуссии выступает отсутствие тезиса и наличие в качестве объединяющего начала темы.

### **Практические занятия:**

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью приобретения практических навыков в области проведения расчетов и выполнения химического эксперимента.

Практические занятия проводятся в виде собеседований, обсуждений, дискуссий в микрогруппах, отработки практических навыков при выполнении опытов, решения ситуационных задач, тестовых заданий.

Выполнение практической работы обучающиеся производят как в устном, так и в письменном виде.

Практическое занятие способствует более глубокому пониманию теоретического материала учебной дисциплины, а также развитию, формированию и становлению различных уровней составляющих профессиональной компетентности обучающихся.

При изучении дисциплины используются следующие формы практических занятий:

- семинар традиционный по темам: «Биологически важные классы органических соединений. Правила систематической номенклатуры», «Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Электронные эффекты. Электроноакцепторные и электронодонорные заместители», «Пространственное строение органических соединений основы стереохимии. Кислотность и основность органических соединений», «Реакционная способность насыщенных и ненасыщенных углеводородов», «Реакционная способность ароматических углеводородов», «Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода», «Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (НАД<sup>+</sup>)», «Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (ФАД)», «Омыляемые липиды. Триглицериды. Строение», «Сложные липиды. Фосфолипиды. Строение и свойства», «Неомыляемые липиды», «Нуклеозиды, нуклеотиды. Структурные компоненты. Строение и свойства», «Нуклеиновые кислоты. Принцип комплементарности, структуры ДНК и РНК»

- лабораторно-практические занятия по темам: «Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах», «Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах», «Аминокислоты. Строение и свойства. Важнейшие биологические реакции», «Пептиды. Строение и

свойства», «Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Качественные реакции на аминокислоты и пептиды», «Моносахариды. Стереои́зомерия, таутомерия, свойства. Качественные реакции», «Дисахариды. Получение и свойства. Качественные реакции», «Важнейшие полисахариды. Качественные реакции», «Омыляемые липиды. Свойства, биологические реакции».

### **Самостоятельная работа:**

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку по всем разделам дисциплины «Основы биоорганической химии» и включает: реферат (портфолио), подготовка теоретического материала к занятию, решение задач внеаудиторной работы, оформление отчета по лабораторной работе.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине «Основы биоорганической химии» и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам университета и кафедры. Во время изучения дисциплины обучающиеся (под контролем преподавателя) самостоятельно проводят лабораторную работу, решают расчетные и качественные задачи, оформляют отчеты по проведенным опытам, интерпретируют результаты исследования и представляют их на занятиях.

Работа обучающегося в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность. Самостоятельная работа при выполнении лабораторной работы способствует формированию навыков проведения исследовательского эксперимента, аккуратности и дисциплинированности.

Исходный уровень знаний обучающихся определяется тестированием, собеседованием.

Написание портфолио способствуют формированию навыков использования учебной и научной литературы, глобальных информационных ресурсов, способствует формированию клинического мышления. Работа обучающегося в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность.

Исходный уровень знаний обучающихся определяется тестированием, собеседованием.

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме собеседования по ситуационным задачам, тестирование письменное, расчетные задачи, защита разделов.

В конце изучения дисциплины (модуля) проводится промежуточная аттестация с использованием компьютерного тестирования, собеседования по ситуационным задачам, оценки портфолио.

## **Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) (приложение А)**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, методических указаний, прописанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Успешное изучение дисциплины требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой. Лекции имеют обзорный характер и нацелены на освещение наиболее трудных вопросов, а также призваны способствовать формированию навыков работы с научной литературой. Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами, научной литературой, Интернет-ресурсами.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесобразное планирование рабочего времени позволяют обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Основной формой промежуточного контроля и оценки результатов обучения по дисциплине является экзамен. На экзамене обучающиеся должны продемонстрировать не только теоретические знания, но и практические навыки, полученные на практических занятиях.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы дисциплины - залог успешной работы и положительной оценки.

Подробные методические указания к практическим занятиям и внеаудиторной самостоятельной работе по каждой теме дисциплины представлены в приложении А.

## **Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) (приложение Б)**

Оценочные средства – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

ОС как система оценивания состоит из следующих частей:

1. Перечня компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.
2. Показателей и критерий оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.
3. Типовых контрольных заданий и иных материалов.
4. Методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине представлены в приложении Б.

**Приложение А к рабочей программе дисциплины**

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
«Основы биоорганической химии»**

Специальность 31.05.02 Педиатрия  
Направленность (профиль) ОПОП - Педиатрия

**Раздел 1. Основы строения и реакционной способности органических соединений.**

**Тема 1.1: Биологически важные классы органических соединений. Правила систематической номенклатуры**

**Цель:**

Обобщить и систематизировать знания об основных классах органических соединений и основных принципах номенклатуры органических соединений.

**Задачи:**

- рассмотреть основные принципы классификации органических соединений
- совершенствовать знания о правилах систематической номенклатуры IUPAC
- рассмотреть основы радикально-функциональной и тривиальной номенклатуры
- сформировать навык использования правил систематической номенклатуры при наименовании биологически активных природных и синтетических соединений.

**Обучающийся должен знать:**

- Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова.
- Основные классы органических соединений
- Правила заместительной (систематической), радикально-функциональной, тривиальной номенклатуры отдельных классов органических веществ.
- Принципы классификации органических соединений по строению углеродного скелета и наличию функциональных групп.

**Обучающийся должен уметь:**

- в соответствии с правилами международной (систематической) номенклатуры называть природные и синтетические соединения, интермедиаты обмена веществ в живом организме и лекарственные препараты
- составлять структурные формулы органических соединений по их номенклатурным названиям, классифицировать органическое соединение по строению углеродного скелета и функциональным группам

**Обучающийся должен владеть:**

- правилами международной (систематической) номенклатуры органических соединений
- навыком составления структурных формул органических веществ по их названиям

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Что является предметом изучения биоорганической химии?
2. Какие вещества называются органическими?
3. Почему количество органических веществ превышает количество неорганических

соединений?

4. Сформулируйте принципы, лежащие в основе классификации органических соединений

5. Приведите примеры формул соединений с разным строением углеродного скелета (предельных, непредельных и ароматических).

6. Что называется функциональной группой? Приведите примеры соединений с одной, двумя одинаковыми и разными функциональными группами.

## 2. Практическая работа.

1) Сделать практическую работу - решить практические задания

2) Цель работы: овладеть навыками классификации органических соединений по строению углеродной цепи и по функциональным группам; научиться давать название по международной номенклатуре.

3) Методика проведения работы:

1. По алгоритму уметь давать классификацию органических соединений.

2. По методическому пособию разобрать виды номенклатур.

3. По алгоритму научиться давать название по международной номенклатуре Решение ситуационных задач.

## 3. Решить ситуационные задачи

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с.11 – 14.

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Предмет изучения биоорганической химии. Значение биоорганической химии для биологии и медицины.

2. Особенность строения атома углерода как причина многообразия органических веществ

3. Принципы классификации органических соединений:

а) по строению углеродной цепи; б) по количеству и типу функциональных групп.

4. Номенклатура органических соединений:

а) заместительная; б) радикально - функциональная; в) тривиальная.

Основные правила систематической номенклатуры IUPAC

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. Аминокислоты являются

а) монофункциональными соединениями

б) полифункциональными соединениями

в) гетерофункциональными соединениями

2. К ароматическим соединениям относят

а) этанол

б) толуол

в) фенол

3. Согласно правилам систематической номенклатуры молочная кислота называется

а) 1-карбоксивпропанол-2

б) 2-гидроксивпропановая кислота

в) 2-гидроксивпропаналь

4. Соотнесите между собой функциональную группу и класс органического соединения

1. COOH А. углеводороды

2. -NO<sub>2</sub> Б. тиолы

3 - Н В. карбоновые кислоты

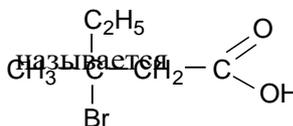
4. -SH Г нитросоединения

1В, 2Г, 3А, 4Б

5. Соединение со структурной формулой называется

а) 3-бром-3-этилбутаналь

б) 3-бром-3-метилпентановая кислота



в) 3-бром-3-этилбутановая кислота

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Оформите в тетради

а) Схему классификации органических соединений

б) Таблицу основных классов органических соединений по образцу

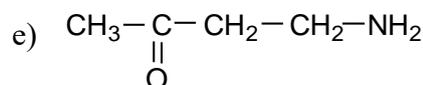
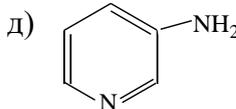
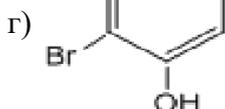
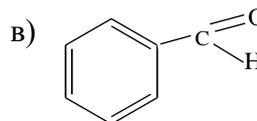
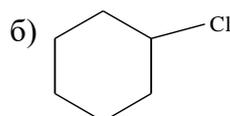
Класс веществ	Общая формула	Функциональная группа	Пример
Углеводороды	R - H	- H	CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub> этан
галогенопроизводные	R - Hal	(- F, Cl, Br, J)	CH <sub>3</sub> - J йодметан

2. В приведенных органических соединениях подчеркнуть функциональные группы и определить:

1) тип углеродного скелета;

2) класс соединения;

а) CH<sub>3</sub> - CH = CH - COOH;



### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред. Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## Тема 1.2: Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Электронные эффекты. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

### Цель:

Систематизировать и углубить знания о природе связи в молекулах органических веществ и взаимном влиянии атомов, как ключа к пониманию реакционной способности биологически важных соединений, определяющих их биологические и физиологические функции.

### Задачи:

- систематизировать знания о природе химической связи в органических веществах, образовании  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.

- рассмотреть системы разным типом сопряжения: открытая, замкнутая.

- рассмотреть на конкретных примерах возникновение индуктивного и мезомерного эффектов (перераспределение электронной плотности по  $\sigma$  и  $\pi$ -связи), их свойства.

- раскрыть причинно-следственную связь между электронным влиянием группы атомов в составе органического вещества и реакционной способностью вещества, раскрыть понятие «электронодонор» и «электроноакцептор».

**Обучающийся должен знать:**

- основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова

- правила систематической номенклатуры IUPAC

- определение, виды и механизм образования ковалентной связи, понятие «электроотрицательность», гибридизация атома углерода

- природу индуктивного и мезомерного эффектов как перераспределение электронной плотности

- понятие «сопряжение», виды сопряженных систем

- электронное влияние функциональных групп на молекулу органического вещества, его реакционную способность.

**Обучающийся должен уметь:**

- составлять формулу органического соединения, исходя из названия по международной номенклатуре

- грамотно отображать электронное влияние групп атомов в составе органического вещества

- на основании электронного влияния определять характер заместителя

- на основании влияния заместителя предсказывать реакционную способность соединения.

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками составления химических формул органических соединений

- навыками определения знаков электронных эффектов и прогнозирования влияния заместителей

- правилами перераспределения электронной плотности в заместителях

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Понятие «электроотрицательность», виды ковалентной связи.

2. Механизмы образования ковалентной полярной связи.

3. Индуктивный эффект, его свойства.

4. Механизм образования  $\pi$ -связи, понятие «сопряжение», виды сопряженных систем.

5. Мезомерный эффект, его свойства.

6. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

**2. Практическая работа.**

1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи

2) Цель работы: овладеть навыками определения характера заместителя

3) Методика проведения работы:

1. Определить заместителя.

2. Определить тип сопряжения

3. Определить индуктивный эффект

4. Определить мезомерный эффект

5. Определить характер заместителя

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с.14 – 15.

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Ковалентная связь, её типы и свойства (гибридизация атома углерода, полярность, поляризуемость).

2. Сопряжение и его виды: p-π и π-π-сопряжение
3. Индуктивный эффект, его сущность, примеры
4. Мезомерный эффект, его сущность, примеры
5. Взаимное влияние атомов в составе органических веществ. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

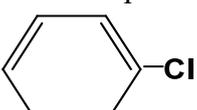
3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. Перераспределение электронной плотности, возникающее между атомами в молекуле органического вещества, называют

- а) электронным эффектом
- б) электроотрицательностью
- в) поляризуемостью

2. Сопряжение – это

- а) выравнивание электроотрицательности атомов элементов в молекуле вещества
- б) перераспределение электронной плотности между атомами в молекуле
- в) выравнивание связи между атомами по длине и энергии.
- г) выравнивание атомных орбиталей по форме и энергии.

3. В соединении  заместитель является

- а) электронодонором при -J за счет +M
- б) электроноакцептором за счет -J
- в) электроноакцептором при +M за счет -J
- г) электроноакцептором за счёт -J и -M

4. Соотнесите вещество и тип сопряжения в нем между функциональной группой и радикалом

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1. pπ             | А. этилбензол |
| 2. ππ             | Б. хлорэтен   |
| 3. нет сопряжения | В. нитроэтен  |
5. Укажите соединение, в котором группа CH<sub>3</sub>O является электронодонором

1. CH<sub>3</sub>O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>
2. CH<sub>3</sub>O-CH=CH<sub>2</sub>
3. CH<sub>3</sub>O-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub>

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Определите тип сопряжения в молекулах анилина и изопрена (2-метил-бутадиена-1,3).
2. Почему нафталин, пиррол, тиофен и пиридин относят к ароматическим соединениям?

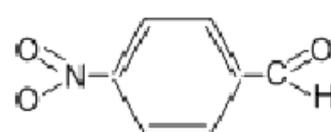
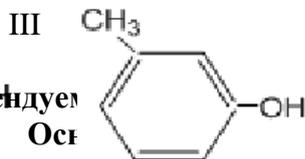
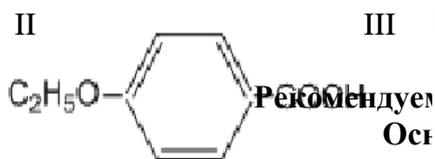
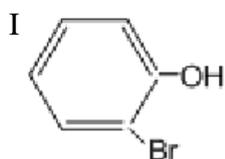
Приведите формулировку правила ароматичности и докажете соответствие названных соединений этому правилу.

3. В приведённых соединениях для заместителей изобразите графически (стрелками) - индуктивный эффект и укажите его знак - мезомерный эффект и его знак - определите характер заместителя (электронодонорный или электроноакцепторный)

- а) атомов хлора в составе хлорэтена CH<sub>2</sub> = CH - Cl,
- б) метильной группы в составе толуола (метилбензола)
- в) гидроксигруппы в составе фенола
- г) карбоксильной группы в составе бензойной кислоты

4. Выберите соединение, в котором **все** заместители проявляют электронодонорные свойства.

Укажите, за счет какого эффекта реализуются донорные свойства заместителя в выбранном соединении



1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### **Дополнительная:**

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./.- 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### **Тема 1.3 Пространственное строение органических соединений. Основы стереохимии.**

#### **Кислотность и основность органических соединений.**

##### **Цель:**

Выработать навыки использования положений и правил стереоизомерии для описания пространственного строения биологически активных соединений. Сформировать знания о кислотно - основных свойствах органических соединений, определяющих большинство химических реакций в живом организме....

##### **Задачи:**

- систематизировать и углубить знания о стереоизомерии
- сформировать знания о конфигурационной и конформационной стереоизомерии
- совершенствовать знания о теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури, Льюиса

##### **Обучающийся должен знать:**

- основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова, классы органических соединений, правила систематической номенклатуры IUPAC
- понятие стереоизомерия, её виды (оптическая, геометрическая), сущность
- понятие «ассиметричный атом», «энантиомер», «диастереомер», их биологическую значимость
- положения протонной теории Бренстеда-Лоури, понятия «кислота» и «основание», «амфолит» в органической химии,
- электронное влияние и характер заместителей в молекуле органических веществ

##### **Обучающийся должен уметь:**

- составлять формулу органического вещества, указывать ассиметричный атом в его составе
- отображать пространственное строение органического вещества с помощью формул Фишера
- устанавливать причинно-следственную связь между электронным влиянием заместителя и реакционной способностью вещества
- на основании электронного влияния заместителя сравнивать органические соединения по кислотности или основности.

##### **Обучающийся должен владеть:**

- навыком составления формул органических соединений
- навыками определения, прогнозирования и сравнения кислотных или основных свойств у органических веществ разных классов
- навыками определения принадлежности веществ к L или D-стереоизомерам

##### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

1. Ответить на вопросы по теме занятия (дается перечень вопросов для собеседования).
1. Пространственное строение органических веществ. Виды и сущность стереоизомерии
2. Оптическая изомерия как вид стереоизомерии: сущность, примеры, биологическая роль.
3. Теория Бренстеда-Лоури как универсальная теория кислот и оснований.

4. Кислотный и основной центр в молекуле органического вещества.
5. Кислотность и основность органического вещества как результат влияния атомов в его составе.

## 2. Практическая работа.

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания проекционных формул Ньюмена, Фишера; научиться определять кислотные и основные центры
- 3) Методика проведения работы:
  1. Рассмотреть конформации Ньюмена
  2. По алгоритму составить формулы Фишера
  3. Рассмотреть кислотные и основные центры заместителей
  4. Определить силу кислоты или основания

## 3. Решить ситуационные задачи

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с.15-17

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Химическое строение Структурная изомерия.
2. Конфигурация химических молекул.
3. Элементы симметрии молекул
4. Энантиомеры. Проекционные формулы Фишера.
5. Диастереомерия.
6. Рацематы.
7. Теория кислот и оснований Брэнстеда и Лоури.
8. Зависимость кислотных и свойств вещества от:
  - а) природы атома в кислотном центре;
  - б) наличия сопряжения;
  - в) характера органического радикала;
9. Факторы, влияющие на основность органических молекул.

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Атом углерода, определяющий принадлежность соединения к оптическому классу называют

а) ассиметричным      б) геометрическим      в) нерегулярным

2. Количество оптических изомеров определяется по формуле

1)  $2n$       2)  $n^2$       3)  $2^n$

3. Вещества, абсолютно пространственно несовместимые и отличающиеся расположением функциональных групп около всех хиральных атомов называют

а) энантиомерами      б) эпимерами      в) аномерами

4. В печени под действием фермента галактоза превращается в глюкозу. Вещества отличаются расположением функциональных групп у 4го атома углерода. Поэтому по отношению друг к другу они являются

а) энантиомерами      б) эпимерами      в) аномерами

5. Соотнесите природные биологически активные вещества и их оптический класс

1. Аминокислоты

А. D-ряд

2. Моносахариды

Б. L-ряд

3. Белки

В. и L-ряд, и D-ряд

6. В паре веществ этанол и 2-аминоэтанол более кислотным является

а) этанол

б) аминокэтанол

3) оба в равной степени

4) *Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.*

- 1) Укажите ассиметричный атом углерода в молекуле 2-гидроксипутандиовой (яблочной)

кислоты. Изобразите с помощью формул Фишера её L - и D-изомер. Как называются эти два изомера.

2) Сравните кислотность соединений, применяемых в медицине

а) в качестве наркотических средств – этанола и нарколана (2,2,2 – трибромэтанола)

б) в качестве дезинфицирующих средств – фенола и этанола. Для соединения с большими кислотными свойствами напишите уравнение реакции с гидроксидом натрия.

3) Сравните основность аммиака и анилина. Для более слабого основания напишите уравнение реакции с соляной кислотой.

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## Раздел 2 Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.

### Тема 2.1: Реакционная способность насыщенных и ненасыщенных углеводородов.

**Цель:** Систематизировать и углубить знания о процессах с участием свободных радикалов и электрофильных частиц в углеводородах и углеводородных радикалах как моделей реакций, протекающих в организме и используемых при синтезе лекарственных веществ.

#### Задачи:

- систематизировать знания о реакционной способности насыщенных и ненасыщенных углеводородов

- ввести понятия «субстрат» и «реагент»

- рассмотреть наиболее характерные типы реакций в насыщенных и ненасыщенных углеводородах как модели химических реакций, протекающих в организме

- раскрыть основные стадии свободнорадикального замещения на примере реакций галогенирования и пероксидного окисления

- раскрыть основные стадии реакций с участием электрофильных частиц в углеводородах

обучить прогнозировать реакционную способность биоорганических соединений в зависимости от строения субстратов, а также при синтезе лекарственных веществ.

#### Обучающийся должен знать:

- классификацию углеводородов по природе связи между атомами углерода

- основные типы реакций алканов, алкенов, механизм образования реакционных частиц

- механизм реакции радикального замещения в алканах на примере реакций галогенирования и пероксидного окисления

- формулировку правила Марковникова

- электронное влияние групп атомов в молекуле органического вещества.

#### Обучающийся должен уметь:

- записывать уравнение химической реакции, определять субстрат и реагент, реакционный центр в составе субстрата

- по строению субстрата предполагать направление и тип реакции
- графически отображать влияние заместителя на  $\pi$ -связь в алкенах
- указывать продукты взаимодействия и условия протекания реакции.
- называть органические соединения согласно правилам международной номенклатуры IUPAC

РАС

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками написания формул органических веществ и реакций с их участием
- правилами номенклатуры IUPAC органических соединений
- правилами ориентирующего действия заместителей в алкенах.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Классификация реакций в органической химии, понятие «субстрат» и «реагент»
2. Углеводороды как класс органических соединений: классификация, природа связей.
3. Особенность строения и реакционной способности алканов: реакции галогенирования, нитрования, элиминирования. Механизм реакции радикального замещения на примере галогенирования, региоселективность реакции.
4. Механизм реакции пероксидного окисления алканов. Медико-биологическое значение реакции.
5. Реакции электрофильного присоединения в алкенах: гидрогалогенирование, гидратация, галогенирование. Механизм реакции, роль ЭА-заместителя при двойной связи

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Выполнить задания САРС в методическом пособии для аудиторных работ с 20 - 23

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля (привести вопросы для самоконтроля)*

1. Углеводороды как класс органических веществ: классификация по строению углеродной цепи и характеру связи между атомами углерода
2. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ) с участием насыщенного атома углерода:
  - а) механизм галогенирования и пероксидного окисления алканов;
  - б) понятие о цепном процессе.
3. Реакции электрофильного присоединения в молекулах алкенов (гидрирование; галогенирование; гидрогалогенирование; гидратация):
  - а) механизм реакции  $A_E$ ; роль катализаторов;
  - б) правило Марковникова;
  - в) особенности присоединения к молекулам с ЭА - заместителями при двойной связи.

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. По какому механизму происходит пероксидное окисление в алканах

- а)  $A_R$                       б)  $S_R$                       в)  $S_E$

2. Бутен-1 при облучении УФ с бромом образует

- а) 1,2-дибромбутан      б) 3-бромбутен-1                      в) 4-бромбутен-1

3. Радикальной частице брома соответствует формула

- а)  $Br^-$                       б)  $Br^+$                       в)  $Br^\bullet$

4. Электрофильной частице брома соответствует формула

- а)  $Br^-$                       б)  $Br^+$                       в)  $Br^\bullet$

5. Соотнесите соединение и присоединение бромоводорода

- |              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| 1. аминоэтен | А. согласно правила Марковникова |
| 2. пропеналь | Б против правила Марковникова    |

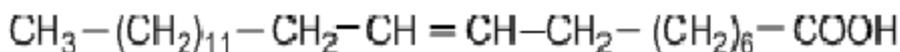
3. бутен-1

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Какой продукт получается в результате бромирования 2-метилбутана при облучении УФ-светом? Предскажите преобладающее направление реакции.

2. Бутен-1 взаимодействует с бромом при УФ-облучении. Продукт реакции обесцвечивает водный раствор перманганата калия. Объясните данный факт. Напишите уравнение происходящей реакции, назовите продукт

4. В состав сфингомиелинов нервных тканей входит нервоновая кислота.



Напишите схему реакции окисления нервоновой кислоты кислородом с образованием гидропероксидов.

5. При бромировании этилбензола замещение (в зависимости от условий) может происходить в ароматическом ядре и в насыщенном радикале боковой цепи. Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия и механизм процесса. Почему замещение в радикале предпочтительнее у  $\alpha$ - атома углерода?

6. Напишите реакцию гидратации акриловой (пропеновой) кислоты (рассмотрите распределение электронной плотности в акриловой кислоте и стабильность образующихся карбкатионов). Почему в данной реакции образуется  $\beta$ -гидрокси- а не  $\alpha$ -гидроксипропионовая кислота?

#### Рекомендуемая литература:

##### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

##### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## Тема 2.2: Реакционная способность ароматических углеводов.

### Цель:

Систематизировать и углубить знания о процессах с участием электрофильных частиц в производных ароматических углеводов как моделей реакций, протекающих в организме и используемых при синтезе лекарственных веществ...

### Задачи:

- систематизировать знания студентов о реакционной способности ароматических углеводов
- рассмотреть основные реакции производных бензола как модели химических реакций, протекающих в организме
- раскрыть основные стадии реакций с участием электрофильных частиц в углеводородах
- рассмотреть ориентирующее действие заместителей в ароматическом кольце в реакциях электрофильного замещения
- обучить прогнозировать реакционную способность биоорганических соединений в зависимости от строения субстратов, а также при синтезе лекарственных веществ.

**Обучающийся должен знать:**

- строение бензола, природу единого электронного облака.
- понятия «субстрат», «реагент»
- основные типы реакций ароматических углеводородов
- электронное влияние групп атомов в молекуле производного бензола,
- основные стадии реакций с участием производных бензола, условия их протекания, роль катализаторов
- влияние заместителей на  $\pi$ -связи в молекуле бензола, ориентирующее действие в ароматическом кольце.

**Обучающийся должен уметь:**

- записывать уравнение химической реакции, определять субстрат и реагент, реакционный центр в составе субстрата
- по строению субстрата прогнозировать направление и тип реакции
- графически отображать влияние заместителя на  $\pi$ -связи в бензольном кольце
- указывать продукты взаимодействия и условия протекания реакции.
- называть органические соединения согласно правилам международной номенклатуры IUPAC

PAC

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками написания формул органических веществ и реакций с их участием
- прогнозирования направления реакции замещения в бензольном кольце
- правилами номенклатуры IUPAC органических соединений
- правилами ориентирующего действия заместителей в производных бензола.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:****1. Ответить на вопросы по теме занятия .**

1. Строение бензола как простейшего представителя ароматических углеводородов. Понятие ароматичность, правило Хюккеля
2. Основные направления реакций электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, алкилирование, галогенирование. Стадии реакций электрофильного замещения и образование электрофильной частицы.
3. Ориентирующее действие заместителей в ароматическом кольце и их влияние на реакционную способность в реакциях  $S_E$ .

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий CAPC из методического пособия для аудиторных работ с.24 - 25

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Понятие «ароматичность», правило Хюккеля.
2. Строение бензола как простейшего представителя ароматических углеводородов
3. стадии реакций электрофильного замещения на примере реакции галогенирования и алкилирования:  $\pi$  - и  $\sigma$  - комплексы.
4. ориентирующее действие заместителей в ароматическом кольце и их влияние на реакционную способность в реакциях  $S_E$

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Реагентом в каталитических реакциях производных бензола является
  - а) нуклеофил
  - б) радикал
  - в) электрофил
2. В реакции нитрования фенола продуктами являются

а) нитробензол и вода                      б) 3-нитрофенол                      в) 2-нитрофенол

3. Бензальдегид взаимодействует с этилбромидом. Продуктом реакции является

а) бромбензол и пропаналь                      в) 3-этилбензальдегид

б) 3-бромбензальдегид                      г) 4-этилбензальдегид

4. Соотнесите функциональную группу и её ориентирующее действие в бензольном кольце

1. OH                      А. мета-положение

2. NO<sub>2</sub>                      Б. орто-положение

3 COOH                      В. пара-положение

4 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>

5. Катализатор в реакциях с участием производных бензола необходим для .

а) активации субстрата

б) образования нуклеофильной частицы из субстрата

в) образования электрофильной частицы из реагента

4) *Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.*

1. При бромировании этилбензола замещение (в зависимости от условий) может происходить в ароматическом ядре и в насыщенном радикале боковой цепи. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Укажите субстрат, реагент, реакционные центры в составе субстрата и образование радикальной и электрофильной частицы из молекулы брома. Почему радикальное замещение предпочтительнее у α- насыщенного атома углерода?

2. Напишите уравнение реакции нитрования бензойной кислоты. Укажите субстрат, реагент, реакционные центры в составе субстрата и образование электрофильной частицы.

3. Напишите уравнение реакции алкилирования фенола пропилбромидом в присутствии кислоты Льюиса. Укажите субстрат, реагент, реакционные центры в составе субстрата и образование электрофильной частицы

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 2.3: Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода.

**Цель:** Сформировать умение прогнозировать реакционную способность биоорганических соединений в реакциях нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода и элиминирования, происходящих в организме, в зависимости от строения субстрата.

#### Задачи:

- рассмотреть основные стадии нуклеофильного замещения в соединениях, содержащих функциональную группу у насыщенного атома углерода

- раскрыть сущность реакций элиминирования в соединениях с насыщенным атомом углерода.

- раскрыть медико-биологическое значение реакций данного типа.

**Обучающийся должен знать:**

- классификацию и номенклатуру органических соединений, классификацию реакций в органической химии, правила номенклатуры IUPAC

- понятие «электроотрицательность», свойства ковалентной связи: полярность и поляризуемость», «электрофильный» и «нуклеофильный центр»

основные стадии моно- и бимолекулярного замещения в соединениях с насыщенным атомом углерода

- формулировку правила Зайцева

- медико-биологическую роль реакций нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода

**Обучающийся должен уметь:**

Составлять формулы органических соединений, записывать уравнения реакций

- обозначать реакционные центры в составе субстрата и реагента

- прогнозировать по строению субстрата направление протекания реакции замещения

- записывать основные стадии механизма нуклеофильного замещения

**Обучающийся должен владеть:**

- правилами номенклатуры IUPAC

- навыками составления химических формул органических соединений и написания уравнений реакций с их участием.

- навыками определения субстрата и реагента в уравнениях реакций, обозначения реакционных центров

- прогнозирования направления реакции по механизму замещения или элиминирования

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Классы соединений, содержащие функциональную группу у насыщенного атома углерода. Реакционные центры в молекуле субстрата.

2. Основные стадии механизма нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.

Влияние особенностей строения субстрата на направление реакции замещения.

3. Медико-биологическое значение реакций.

4. Реакции элиминирования: условия и сущность протекания. Правило Зайцева.

**2. Практическая работа.**

1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи

2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Выполнить задания САРС из методического пособия для аудиторной работы с.26-27.

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля (привести вопросы для самоконтроля)*

1. Общие закономерности протекания реакций нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода:

- реакционная способность реагента (нуклеофильность);

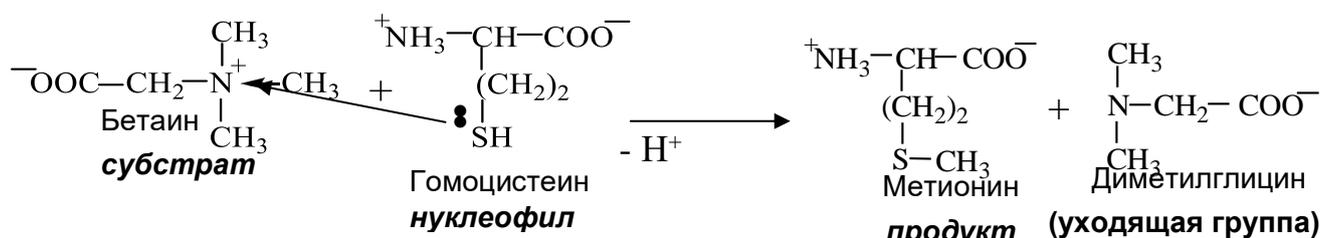
- химическая природа уходящей группы;

- специфические особенности структуры субстрата.

2. Рассмотрите ход протекания реакции  $S_N$  у насыщенного атома углерода ( $sp^3$ -гибридизованного)

В процессе биосинтеза незаменимой  $\alpha$ -аминокислоты метионина бетаин является донором

метильной группы.



3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

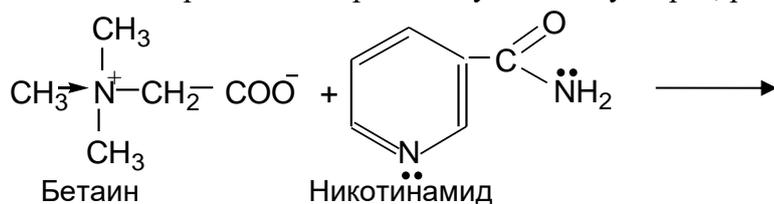
- Получение диэтилового эфира из этанола относят к реакциям
    - $\text{S}_\text{R}$
    - $\text{S}_\text{N}$
    - $\text{S}_\text{E}$
  - Продуктом взаимодействия метанола и этиламина является
    - метиламин и этанол
    - метилэтиловый эфир и аммиак
    - метилэтиламин и вода
  - Согласно правилу Зайцева в реакциях элимирования атом водорода отщепляется
    - от менее гидрированного атома углерода
    - от более гидрированного атома углерода
    - зависит от условий реакции
  - Какие группы требуют кислотного катализатора в реакциях замещения
    - ОН
    - $\text{Cl}$
    - $\text{OPO}_3\text{H}_2$
    - $\text{NH}_2$
  - Бензиловый спирт вступает в реакцию. Соотнесите реагент и тип реакции
 

1. аммиак в кислой среде	А. Элиминирование
2. синильная кислота	Б. Нуклеофильное замещение
3. соляная кислота	
4. серная кислота при нагревании	
- 4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите уравнение реакции, укажите субстрат, реагент и реакционные центры. Приведите механизм процесса.

- получение аминокислоты (глицина) из хлоруксусной под действием аммиака.
  - получение дикаптола (лекарственное средство, применяемое для лечения острых и хронических отравлений соединениями тяжелых металлов) при взаимодействии меркаптида калия  $\text{KSH}$  и 2,3-дихлорпропанола-1
  - получение лакриматора бензилйодида из бензилового спирта в кислой среде.
2. Гидроксикислоты при нагревании в присутствии серной кислоты превращаются в непредельные кислоты. Напишите уравнение реакции дегидратации 2-гидроксипропановой (яблочной) кислоты. Назовите продукт реакции.

3. В приведенной реакции укажите субстрат, реагент. Предскажите ее ход



### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

- Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

- Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.

2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## **Тема 2.4: Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.**

### **Цель:**

Систематизировать знания студентов о реакционной способности карбонильных соединений как основу понимания их роли в биохимических реакциях. *кратко изложить цель изучения темы*

### **Задачи:**

- рассмотреть особенности строения карбонильных соединений.
- установить причинно-следственную связь между природой заместителя и реакционной способностью карбонильного соединения
- изучить основные типы реакций с участием карбонильных соединений
- углубить знания студентов о кислотности органических соединений
- сформировать знания о медико-биологическом значении реакций данного типа

### **Обучающийся должен знать:**

- классификацию и номенклатуру органических соединений, классификацию реакций в органической химии
- понятие «электроотрицательность», «субстрат», «реагент», «реакционный центр»
- строение  $\pi$ -связи в карбонильном соединении, полярность и поляризуемость ковалентной связи, ,
- некоторые направления реакций с участием карбонильных соединений: присоединение аминов, циановодорода восстановление, окисление,
- основные стадии альдольной конденсации карбонильных соединений. Медико-биологическое значение.
- правила техники безопасности в химической лаборатории

### **Обучающийся должен уметь:**

- составлять формулы органических соединений и уравнения реакций, характеризующих реакционную способность карбонильных соединений
- определять реакционные центры в их составе
- называть соединения согласно правилам IUPAC
- проводить эксперимент согласно технике безопасности. проводить наблюдения и строить логически обоснованные выводы

### **Обучающийся должен владеть:**

- номенклатурой органических соединений согласно правилам IUPAC
- навыками определения субстрата и реагента в уравнениях реакций
- навыками обращения с лабораторной посудой, оформления результатов эксперимента в виде протокола лабораторной работы

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

#### **1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Строение  $\pi$ -связи в карбонильных соединениях.
2. Основные стадии нуклеофильного присоединения, влияние заместителей на реакционный центр в молекуле субстрата, примеры реакций нуклеофильного присоединения, их медико-биологическое значение
3. Механизм реакции альдольной конденсации, медико-биологическая роль.

## 2. Практическая работа.

1) Лабораторная работа № 1 «Йодоформная проба»

Цель работы: Ознакомиться с йодоформной пробой на кетоновые тела.

2) Методика выполнения работы

Щелочной раствор йода в присутствии карбонильных соединений образует осадок йодоформа белого цвета

3) Результаты оформлены в виде протокола с обозначением даты проведения, цели, краткого описания методики, уравнения реакции и наблюдаемых явлений.

4) Выводы отображают итог проделанной работы.

## 3. Решить ситуационные задачи

Выполнить задания САРС из методического пособия для аудиторных работ с.29

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Общая характеристика реакционной способности карбонильных соединений (альдегидов и кетонов).

2. Зависимость реакционной способности карбонильных соединений от распределения электронной плотности в их молекулах.

3. Механизм, условия протекания реакции карбонильных соединений с водой, спиртами, аминами, гидридами металлов. Биологическая роль процессов.

- альдольная конденсация и альдольное расщепление;
- йодоформная реакция, ее диагностическое значение.

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны) вступают в реакции

а)  $S_R$       б)  $A_R$       в)  $S_N$       г)  $A_N$

2. В какой реакции образуется полуацеталь

а) пропаналь и бензоаль б) пропанол и бензоаль в) аммиак и бензоаль

3. Альдегиды в сравнении с кетонами

а) более реакционноспособны      в) зависит от условий

б) менее реакционноспособны

4. Соотнесите реагент и продукт реакции с участием этанала

1. Синильная кислота      А. Основание Шиффа (имин)

2. Метиламин      Б. Спирт

3. Водород      В. Карбоновая кислота

4. Гидроксид меди (II) (нагрев)      Г. Цианоспирт

5. OH-ион при альдольной конденсации

а) активирует карбонильную группу

б) активирует СН-кислотный центр

в) способствует образованию непредельных альдегидов

4) *Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.*

1. Напишите уравнение реакции, укажите субстрат, реагент и реакционные центры. Приведите механизм процесса.

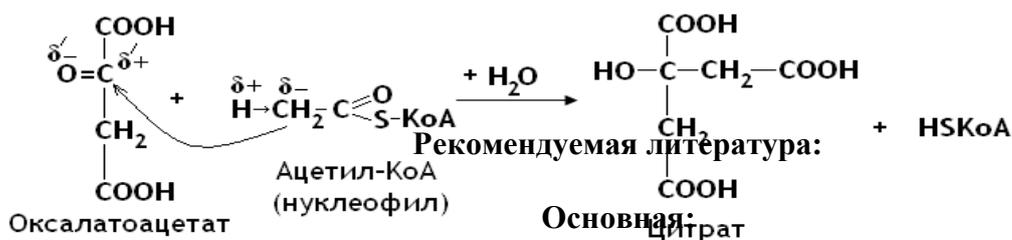
а) получение полуацетала при взаимодействии пропионового альдегида и этанола в кислой среде

б) образование имина при взаимодействии этанала с метиламином

в) внутримолекулярная циклизация  $\gamma$ -гидроксимасляного альдегида

2. Напишите схему альдольной конденсации бензальдегида и уксусного альдегида в присутствии гидроксида натрия. Опишите механизм реакции.

Одной из стадий цикла Кребса является превращение щавелевоуксусной кислоты в лимонную. Этот процесс заключается в конденсации карбонильных соединений. Перепишите схему этой альдольной конденсации.



1. Тюкавкин Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Кукулина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 2.5: Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных.

#### Цель:

Систематизировать знания о реакционной способности карбоновых кислот и их производных как основу понимания их биологической роли *кратко изложить цель изучения темы*

**Задачи:** - рассмотреть причинно-следственную связь между строением карбоксильной группы и реакционной способностью карбоновых кислот и их производных

- изучить механизм нуклеофильного замещения в производных карбоновых кислот
- раскрыть медико-биологическое значение реакций нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах.

#### Обучающийся должен знать:

- формулы карбоновых кислот и названия их солей
- электронное строение карбоксильной группы, влияние заместителей в ней на реакционную способность соединений
- реакции с участием производных
- электронные эффекты заместителей, ЭД или ЭА влияние, сопряжение
- медико-биологическое значение некоторых производных карбоновых кислот и реакций нуклеофильного замещения.

#### Обучающийся должен уметь:

- составлять формулы органических соединений, составлять названия согласно правилам номенклатуры IUPAC
- записывать уравнения реакций с участием карбоновых кислот и их производных, - определять реакционные центры в их составе
- прогнозировать результат реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных

#### Обучающийся должен владеть:

- правилами номенклатуры IUPAC
- навыками составления формул органических веществ, уравнений реакций с указанием промежуточных соединений.

- навыком прогнозирования результатов реакций

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Классы органических соединений – производные карбоновых кислот.
2. Электронное строение карбоксильной группы, реакционные центры.
3. Реакция этерификации: основные этапы реакции, роль катализатора.
4. Реакции с участием производных карбоновых кислот, их медико-биологическое значение.

#### 2. Практическая работа.

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

#### 3. Решить ситуационные задачи

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 33- 35.

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Электронное строение карбоксильной группы.
2. Механизм реакций нуклеофильного замещения на примере реакции этерификации.
3. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, тиоэфиры, ангидриды, амиды – их биологическая роль.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. К производным карбоновых кислот относят

- а) пропаналь                      б) пропионилхлорид                      в) метилпропаноат

2. Реакция между спиртом и карбоновой кислотой относится к реакциям

- а) перегруппировки              б) этерификации                      в) невозможна

3. Гидролиз сложного эфира необратим

- а) в кислой среде              б) в щелочной среде                      в) и в кислой, и в щелочной

4. Какие реакции в карбоновых кислотах идут за счет СН-кислотного центра

- а) галогенирования с белым фосфором              б) этерификации  
в) восстановления                      г\*) образование ацетоацетилКоА

5. Масляная кислота вступает в реакцию. Соотнесите реагент и продукт взаимодействия

1. Метанол                      А. Бутират натрия

2. Аммиак                      Б. Формилбутират

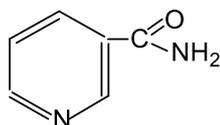
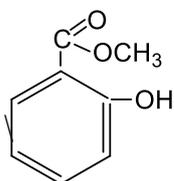
3. Муравьиная кислота              В. Метилбутират

4. Гидроксид натрия              Г. Бутирамида

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите уравнение реакции, укажите субстрат, реагент и реакционные центры. Приведите механизм процесса.

- а) получение метилсалицилата (анальгетик) метилового эфира салициловой кислоты
- б) взаимодействие этилацетата с водным раствором гидроксида калия (щелочной гидролиз)
- в) взаимодействие хлорангидрида уксусной кислоты с аммиаком
- г) щелочной гидролиз амида никотиновой кислоты (витамина РР)



**Рекомендуемая литература:****Основная:**

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

**Дополнительная:**

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

**Тема 2.6: Защита разделов «Основы строения и реакционной способности органических соединений»**

**Цель:** проверить уровень формирования образовательных и культурных компетенций студентов, усвоения теоретических знаний и овладения практическими навыками по изученным разделам

**Задачи:**

Выявить уровень освоения компетенций, сформированности умений и навыков по изученным разделам дисциплины

**Обучающийся должен знать:**

- Принципы классификации органических соединений по строению углеродного скелета и наличию функциональных групп.
- Правила заместительной (систематической), радикально-функциональной, тривиальной номенклатуры отдельных классов органических веществ.
- основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова
- механизм образования и разрыва ковалентной связи в молекулах органических соединений.
- понятия «электроотрицательность», «стереоизомерия», «асимметричный атом», «энантиомер», «диастереомер», «субстрат», «реагент», «нуклеофил», «электрофил», «радикал», «реакционный центр»
- положения протонной теории Бренстеда-Лоури, понятия «кислота» и «основание», «амфолит» в органической химии,
- электронное влияние и характер заместителей в молекуле органических веществ
- классификацию реакций в органической химии по результату превращения субстрата и природе реагента
- механизм образования электрофильной, нуклеофильной и радикальной частиц.
- основные типы реакций с участием углеводородов и их производных: галогенпроизводных, аминов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, производных карбоновых кислот.
- механизм реакции радикального замещения в алканах на примере реакций галогенирования и пероксидного окисления
- формулировку правила Марковникова и Зайцева
- электронное строение карбонильной и карбоксильной групп, механизм реакции этерификации



- реакционные центры в субстрате и реагенте
- тип реакции
- условия протекания реакции (где необходимо)

### Радикальные и электрофильные реакции

- Пероксидное окисление 2-метилбутана.
- Алкилирование бензола метилхлоридом

### Нуклеофильные реакции

- Альдольная конденсация пропаналя
- Пропионовая кислота с метиламином

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

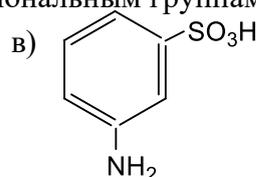
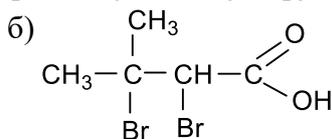
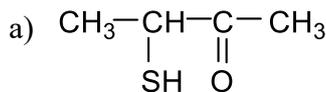
1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

- Принципы классификации органических соединений:
  - по строению углеродной цепи; б) по количеству и типу функциональных групп.
- Номенклатура органических соединений:
  - заместительная; б) радикально - функциональная; в) тривиальная.
- Основные правила систематической номенклатуры IUPAC
- Взаимное влияние атомов в составе органических веществ. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
- Пространственное строение органических соединений. Энантиомеры. Проекционные формулы Фишера.
- Теория кислот и оснований Брэнстеда и Лоури.
- Факторы, влияющие на основность органических молекул.
- Классификация реакций в органической химии, субстрат и реагент в реакциях, реакционный центр.
- Реакции с участием насыщенных и ненасыщенных углеводородов. Правило Марковникова.
- Реакции с участием ароматических углеводородов. Ориентанты 1 и 2 рода.
- Реакции замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода.
- Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах. Альдольная конденсация.
- Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных

3) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Назовите соединение согласно правилам систематической (международной) номенклатуры. Укажите класс соединения по углеродному скелету и функциональным группам:



2 Укажите вид и знак электронных эффектов нитрогруппы в нитроэтене и нитробензоле. Каков характер  $\text{NO}_2$ -группы в каждом случае (ЭД или ЭА)?

3. Изобразите с помощью формул Фишера энантиомеры 2 – гидроксипентаналь.

**В уравнениях реакций заданий 4-7 укажите:**

- субстрат и реагент
- реакционные центры в субстрате и реагенте
- тип реакции
- условия протекания реакции (где необходимо)

**Радикальные и электрофильные реакции**

3. Хлорирование толуола (метилбензола) на свету
4. Гидрохлорирование бутена-1

**Нуклеофильные реакции**

5. Валериановая кислота с метиламином
6. Альдольная конденсация пропаналя

**Рекомендуемая литература:**

**Основная:**

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

**Дополнительная:**

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

**Раздел 3. Окислительно-восстановительные реакции в организме.**

**Тема 3.1: Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (НАД<sup>+</sup>)**

**Цель:** Сформировать знания особенностей окисления и восстановления органических соединений как при нормальной жизнедеятельности организма, так и при нарушении окислительно-восстановительного баланса.

**Задачи:**

- углубить знания об окислительно-восстановительных процессах
- раскрыть особенности протекания реакций данного типа при участии органических веществ
- рассмотреть структуру и механизм работы кофермента дегидрогеназ никотинамида

**Обучающийся должен знать:**

- классификацию и номенклатуру органических соединений
- окисление и восстановление как процессы передачи электронов
- гомолитический разрыв связей, понятие «свободные радикалы»
- особенности окисления и восстановления в организме
- строение и механизм действия кофактора дегидрогеназ НАД<sup>+</sup>, реакции с его участием
- медико-биологическое значение окислительно-восстановительных реакций **Обучающийся**

**должен уметь:**

- составлять формулы органических соединений
- составлять уравнение окислительно-восстановительных реакций с участием НАД<sup>+</sup>

- устанавливать причинно-следственную связь между строением субстрата и путем его превращения

**Обучающийся должен владеть:**

- навыком работы с литературой
- номенклатурой органических соединений согласно правилам IUPAC
- навыками определения доноров и акцепторов протонов в уравнениях реакций
- прогнозирования протекания окислительно-восстановительной реакции

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Понятие «окисление» и «восстановление» в органической химии
2. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия системы «НАД<sup>+</sup> - НАДН + Н<sup>+</sup>»;
3. Медико-биологическое значение реакций окисления и восстановления, особенности протекания ОВР в организме.

**2. Практическая работа.**

Выполнить лабораторную работу: «Окисление органических соединений».

1. Цель работы: Познакомиться с реакциями окисления разных классов органических соединений: алкенов, ароматических соединений, спиртов, с пероксидным окислением.
2. Методика проведения работы: Проводится 1-2 опыта по выбору преподавателя демонстрационно.
3. Результаты оформляются в виде краткого отчета по каждому опыту, в котором указывается наблюдаемый внешний эффект, приводится уравнение реакции и делается краткий вывод.

**3. Решить ситуационные задачи**

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 36 - 37

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

*1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

*2) Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Медико-биологическое значение реакций окисления и восстановления органических соединений, особенности окислительно-восстановительных реакций в организме
2. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание.
3. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия систем:

а)  $\text{НАД}^+ \leftrightarrow \text{НАДН} + \text{Н}^+$ ;

*3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Окисление органического соединения – это

- а) присоединение протонов и электронов от реагента
- б) присоединение протонов и электронов от кофермента
- в) отдача протонов и электронов коферменту

2. Кофермент НАД<sup>+</sup> катализирует превращение в составе органического вещества

а) « $\text{C} = \text{O} \rightarrow \text{CH} - \text{OH}$ »    б) « $-\text{SH} \rightarrow \text{S} - \text{S}$ »    в) « $\text{CH} - \text{NH}_2 \rightarrow \text{C} = \text{NH}$ »

3. Кофермент НАДН + Н<sup>+</sup> катализирует превращение в составе органического вещества

а) « $\text{C} = \text{O} \rightarrow \text{CH} - \text{OH}$ »    б) « $-\text{SH} \rightarrow \text{S} - \text{S}$ »    в) « $\text{CH} - \text{NH}_2 \rightarrow \text{C} = \text{NH}$ »

4. Запись НАДН<sub>2</sub> не является корректной, т.к.

а) только один протон входит в состав никотинамида, второй остается в активном центре кофермента

б) никотинамид присоединяет оба протона, но второй отщепляется спустя некоторое время от аминогруппы

в) запись является корректной

5. Соотнесите превращение субстрата и кофермента

1. пропаналь → пропанол

А. НАДН + Н<sup>+</sup> → НАД<sup>+</sup>

2. иминопропан → пропиламин

Б. НАД<sup>+</sup> → НАДН + Н<sup>+</sup>

3. бутанол-2 → бутанон-2

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Метиловый спирт, попадая в организм, вызывает тяжелое отравление, сопровождаемое потерей зрения. Потеря зрения обусловлена взаимодействием продукта окисления метанола с белками сетчатки глаза. Напишите реакцию окисления метанола в условиях организма.

2. Ментол (2-изопропил-5-метилциклогексанол-1) стимулирует холодовые рецепторы кожи и слизистых, обладает слабыми местноанестезирующими свойствами, входит в состав валидола. При окислении ментола образуется ментон. Напишите реакцию окисления ментола. К какому классу соединений относится продукт реакции.

3. Перепишите формулы кофермента НАД<sup>+</sup> и выучите работу его активного центра

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 3.2: Окислительно-восстановительные реакции в органических молекулах (ФАД)

**Цель:** Сформировать знания особенностей окисления и восстановления органических соединений как при нормальной жизнедеятельности организма, так и при нарушении окислительно-восстановительного баланса.

#### Задачи:

- углубить знания об окислительно-восстановительных процессах
- раскрыть особенности протекания реакций данного типа при участии органических веществ
- рассмотреть структуру и механизм работы кофермента дегидрогеназ флавина

#### Обучающийся должен знать:

- классификацию и номенклатуру органических соединений
- окисление и восстановление как процессы передачи электронов
- гомолитический разрыв связей, понятие «свободные радикалы»
- особенности окисления и восстановления в организме
- строение и механизм действия кофактора дегидрогеназ ФАД, реакции с его участием
- медико-биологическое значение окислительно-восстановительных реакций

#### должен уметь:

- составлять формулы органических соединений
- составлять уравнение окислительно-восстановительных реакций с участием ФАД
- устанавливать причинно-следственную связь между строением субстрата и путем его превращения

#### Обучающийся должен владеть:

- навыком работы с литературой
- номенклатурой органических соединений согласно правилам IUPAC
- навыками определения доноров и акцепторов протонов в уравнениях реакций

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Понятие «окисление» и «восстановление» в органической химии
2. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия системы «ФАД – ФАДН<sub>2</sub>»;
3. Медико-биологическое значение реакций окисления и восстановления, особенности протекания ОВР в организме.

#### 2. Практическая работа.

Выполнить лабораторную работу: «Окисление органических соединений».

1. Цель работы: Познакомиться с реакциями окисления разных классов органических соединений: алкенов, ароматических соединений, спиртов, с пероксидным окислением.
2. Методика проведения работы: Проводится 1-2 опыта по выбору преподавателя демонстрационно.
3. Результаты оформляются в виде краткого отчета по каждому опыту, в котором указывается наблюдаемый внешний эффект, приводится уравнение реакции и делается краткий вывод.

#### 3. Решить ситуационные задачи

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 36 - 37

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

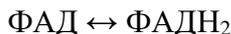
*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Медико-биологическое значение реакций окисления и восстановления органических соединений, особенности окислительно-восстановительных реакций в организме

2. Участие в окислительно-восстановительных процессах и принцип действия системы:



3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Восстановление – это

а) принятие электронов молекулой субстрата

б) отдача протонов и электронов коферментом

в) присоединение протонов и электронов от субстрата к коферменту

2. Кофермент ФАД катализирует превращение в составе органического вещества

а) « $\text{CH} - \text{OH} \rightarrow \text{C} = \text{O}$ »      б) « $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \rightarrow \text{CH} = \text{CH}$ »      в) « $\text{CH} - \text{NH}_2 \rightarrow \text{C} = \text{NH}$ »

3. Кофермент ФАДН<sub>2</sub> катализирует превращение в составе органического вещества

а) « $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \rightarrow \text{CH} = \text{CH}$ »      б) « $\text{S} - \text{S} \rightarrow \text{SH}$ »      в) « $\text{CH} - \text{NH}_2 \rightarrow \text{C} = \text{NH}$ »

4. Соотнесите между собой превращение органического вещества и превращение кофермента

1. Пропаналь → Пропеналь

А. ФАД → ФАДН<sub>2</sub>

2. Этантиол → Диэтилсульфид

Б. ФАДН<sub>2</sub> → ФАД

3. Бутендиовая кислота → Бутандиовая кислота

5. При восстановлении атомы водорода присоединяются к

а) оксогруппам в составе флавина

б) в бензольное кольцо в составе флавина

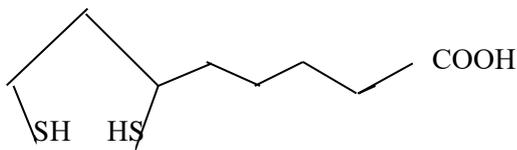
в) к атомам азота в составе флавина

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите уравнение реакции дегидрирования валериановой (гексановой) кислоты при участии кофермента ФАД. В какой части молекулы субстрата наиболее вероятен отрыв атомов водорода. Почему?

Представьте механизм работы активного центра кофермента и назовите продукт реакции.

2. Взаимопревращения липоевой кислоты и гидролипоевой кислот играют важную роль в регулировании липидного и углеводного обмена, а также является одним из антиоксидантных механизмов организма. Напишите схему окисления гидролипоевой (6,8-димеркаптооктановой) кислоты)



3. Перепишите формулы кофермента и выучите работу его активного центра

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## Раздел 4. Биополимеры и их структурные компоненты.

### Тема 4.1: Аминокислоты. Строение и свойства. Важнейшие биологические реакции.

**Цель:** Систематизировать и углубить знания о строении и химических свойствах  $\alpha$ -аминокислот как основу понимания их биологической роли.

#### Задачи:

- систематизировать и углубить знания о биологической роли и химических свойствах аминокислот
- рассмотреть амфотерные свойства аминокислот как основу их буферного действия в составе белков и электрофоретического разделения белков
- изучить основные стадии превращения аминокислот с участием пиридоксальфосфата, их биологическое значение.

#### Обучающийся должен знать:

- классификацию и номенклатуру органических соединений
- формулы  $\alpha$ -аминокислот, входящих в состав белков
- классификацию, оптическую изомерию и номенклатуру  $\alpha$ -аминокислот
- протонную теорию Бренстеда-Лоури
- химические свойства аминов и карбоновых кислот
- реакции, доказывающие амфотерность аминокислот, понятие «изоэлектрическая точка»
- основные стадии биологически важных реакций: окислительного дезаминирования,

декарбоксилирования, трансаминирования, их биологическое значение.

**Обучающийся должен уметь:**

- классифицировать  $\alpha$ -аминокислоты по природе радикала, полярности и биологическому значению
- составлять уравнения реакций с участием аминокислот как гетерофункциональных соединений
- составлять схему кислотно-основных свойств для аминокислот кислого, основного и нейтрального характера, указывать их строение в изоэлектрической точке
- предсказывать по характеру аминокислоты значение изоэлектрической точки.
- записывать уравнения и механизм биологически важных реакций с участием пиридоксаль-фосфата.

**Обучающийся должен владеть:**

- правилами номенклатуры органических соединений IUPAC
- навыками составления оптических изомеров  $\alpha$ -аминокислот с помощью формул Фишера.
- навыком работы с учебной литературой, логического построения ответов.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Классификация аминокислот по природе радикала, полярности и биологическому значению.
2. Структурная и пространственная изомерия аминокислот.
3. Химические свойства аминокислот: амфотерность, образование сложных эфиров, хелатных комплексов, взаимодействие с альдегидами.
4. Биологически важные свойства аминокислот: кислотно-основные, окислительное дезаминирование, декарбоксилирование, трансаминирование.

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с. 44 - 45

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Классификации  $\alpha$  - аминокислот:
2. Стереоиomerия. Кислотно-основные свойства  $\alpha$  - аминокислот.
3. Химические свойства  $\alpha$  - аминокислот.
4. Биологически важные реакции  $\alpha$  - аминокислот: декарбоксилирование и трансаминирование Пиридоксальевый катализ

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Аминокислоты являются соединениями

- а) полифункциональными
- б) гетерофункциональными
- в) монофункциональными

2. при  $\text{pH} < 7$   $\alpha$ -аминокислота тирозин преимущественно находится в виде

- а) катиона            б) аниона            в) биполярной молекулы

3. С гидроксидом меди (II) реагируют

- а) только неполярные аминокислоты
- б) кислые аминокислоты
- в) все аминокислоты

4. Соотнесите  $\alpha$ -аминокислоту и продукт ее декарбоксилирования

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. Серин   | А. $\gamma$ -аминомасляная кислота |
| 2. Тирозин   | Б. коламин                         |
| 3. Глутаминовая кислота                                  | В. оксифениламин                   |
| 1Б, 2В, 3А   |                                    |
| 5. Все $\alpha$ -аминокислоты в составе белков относят к |                                    |
| а) L-ряду  | б) D-ряду                          |
|  | в) и к L-, и к D-ряду              |

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Для аминокислоты треонин приведите:

- название по систематической номенклатуре
- классификацию по природе радикала, количеству групп  $-\text{NH}_2$  и  $-\text{COOH}$
- формулу ее L-изомера
- уравнения реакций, доказывающих ее амфотерность.
- образование зарядов в нейтральной, кислой и щелочной средах.

2. Гистамин – продукт декарбокислирования аминокислоты гистидина – выполняет в организме разнообразные функции.

- а) стимулирует секрецию желудочного сока, слюны;
- б) участвует в формировании воспалительной реакции - вызывает расширение сосудов, покраснение кожи, отёчность ткани;
- в) является медиатором боли

Напишите уравнение реакции образования гистамина. Каким образом осуществляется эта реакция в организме?

3. Аминокислоты в результате окислительного дезаминирования (удаления аминогруппы в виде молекулы аммиака) превращаются в оксокислоты. Какая аминокислота была подвергнута превращению, если в результате образовалась пировиноградная кислота? Напишите уравнение процесса

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

## Тема 4.2: Пептиды. Строение и свойства

### Цель:

Сформировать знания химических основ структурной организации белковых молекул для понимания их биологической и биохимической роли в жизнедеятельности организма.

### Задачи:

- углубить знания о структурной организации белковой молекулы
- продолжить совершенствование знаний о кислотно-основных свойствах белков

### **Обучающийся должен знать**

- формулы  $\alpha$ -аминокислот, классификацию  $\alpha$ -аминокислот по кислотно-основным свойствам, полярности радикала

- кислотно-основные свойства аминокислот, понятие «изоэлектрическая точка»
- уровни организации белковой молекулы
- механизм образования пептидной связи, её свойства
- номенклатуру пептидов

### **Обучающийся должен уметь**

- составлять схему образования пептидной связи, характеризовать её свойства.  
- составлять формулы трипептидов, определять их кислотно-основный характер, составлять названия

- изображать строение трипептидов при заданных значениях рН
- предсказывать кислотно-основные свойства трипептида на основании природы аминокислот в его составе

### **Обучающийся должен владеть**

- навыками составления формул трипептидов
- навыками отображения распределения зарядов в трипептиде в изоэлектрической точке и при разных значениях рН

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

#### **1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Биологическая роль белков как основы жизнедеятельности клетки
2. Первичная структура белка: сущность, стабилизирующие связи.
3. Свойства пептидной связи.
4. Номенклатура трипептидов, кислотно-основные свойства.

#### **2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

#### **3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с.46.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Образование первичной структуры белков. Свойства пептидной связи
2. Номенклатура пептидов
3. Кислотно-основные свойства пептидов. Понятие об изоэлектрической точке.

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Для белков в клетке не характерна функция
  - а) энергетическая
  - б) каталитическая
  - в) транспортная
  - г) терморегулирующая
2. С-конец в пептиде – это
  - а) остаток карбоксильной группы первой аминокислоты
  - б) показатель общего количества аминокислот в пептиде
  - в) карбоксильная группа последней аминокислоты
3. Какое свойство не характерно для пептидной связи
  - а) гидролиз в кислой и щелочной средах
  - б) р-п сопряжение
  - в) прототропная таутомерия
  - г) п-п-сопряжение

4. Трипептид Ala Asp Ser называется  
 а) аланин-аспарагиновая кислота-серин  
 б) аланил-аспарагинил-серин  
 в) аланил-аспартил-серин
5. Трипептид Val-Arg-Thr в нейтральной среде движется  
 а) к аноду      б) к катоду      в) находится в изоэлектрической точке

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1) Напишите формулу трипептида Asp-Val-Gly. Определите его характер (кислый, нейтральный, основной).

К какому электроду он будет перемещаться при  $\text{pH} = 8,0$ ? Изобразите схематично строение пептида при заданной величине  $\text{pH}$

2) Фрагмент нейропептида головного мозга Met-энкефалин имеет следующую аминокислотную последовательность: Gly-Phe-Met. В какой среде будет находиться его изоэлектрическая точка? Напишите его строение при этом значении  $\text{pH}$ .

3) Напишите формулы трипептидов Glu-Cys-Trp ( $\text{pH} = 9$ ) Met-Lys-Leu ( $\text{pH} = 7$ ) Asn-Thr-His ( $\text{pH} = 7$  и  $5$ ), обозначьте С и N-концы, назовите и определите характер. Изобразите строение пептидов при величине  $\text{pH}$ , указанной в скобках

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 4.3: Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Качественные реакции на аминокислоты и пептиды.

#### Цель:

Сформировать знания химических основ структурной организации белковых молекул для понимания их биологической и биохимической роли в жизнедеятельности организма.

#### Задачи:

- углубить знания о структурной организации белковой молекулы
- рассмотреть универсальные и специфические реакции аминокислот в составе белков

#### Обучающийся должен знать

- строение пептидной группы, свойства пептидной связи как основы первичной структуры
- Типы вторичной структуры: сущность, стабилизирующие связи
- Третичная структура: сущность, стабилизирующие связи, влияние природы аминокислот
- Четвертичная структура: сущность, стабилизирующие связи
- Некоторые качественные реакции аминокислот в составе белков
- Физико-химические свойства белков: растворимость, вязкость, электрофорез
- Химические свойства: гидролиз, кислотнo-основные свойства.
- механизм образования водородной связи

- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории
- качественные реакции на некоторые  $\alpha$ -аминокислоты

#### **Обучающийся должен уметь**

- прогнозировать влияние природы аминокислот на формирование вторичной, третичной структуры белка и его свойства
- определять кислотно-основный характер аминокислот, белков
- строить схему образования связей, стабилизирующих структуру белка: водородной, ионной, ковалентной
- проводить эксперимент согласно правилам техники безопасности, оформлять протокол эксперимента, производить наблюдения и строить логически обоснованный вывод.

#### **Обучающийся должен владеть**

- навыком прогнозирования влияния природы аминокислот на структуру белковой молекулы
- навыком составления формул аминокислот и отображения их состояния в нейтральной среде
- навыками обращения с лабораторным оборудованием, проведения химического эксперимента и оформления результатов в виде протокола

#### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

##### **1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Первичная структура белков: сущность, роль пептидной связи в стабилизации.
2. Вторичная структура:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -складчатый лист.
3. Третичная структура белков: стабилизирующие связи, зависимость между природой аминокислот и формой белковой молекулы
4. Четвертичная структура: сущность, стабилизирующие связи
5. Качественные реакции аминокислот в составе белков как основа диагностики патологий.

##### **2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу

*Лабораторная работа* «Качественные (цветные) реакции на  $\alpha$ -аминокислоты, пептиды и белки»

*Цель работы:* Изучить качественные реакции на белки и некоторые  $\alpha$ -аминокислоты в составе белка.

*Методика проведения работы:*

1. Проведение универсальной (биуретовой) реакции с раствором яичного альбумина
2. Проведение специфичных реакций: ксантопротеиновой и реакции Фоля с раствором яичного альбумина

*Результаты:* представлены в виде протокола лабораторной работы с обозначением даты проведения, названия, цели и описания методики. Представлены уравнения реакций образования биурета, взаимодействия азотной кислоты с остатками ароматических аминокислот (на примере тирозина или фенилаланина) и раствора ацетата свинца с сульфид-ионом и описан внешний эффект реакций

*Выводы:* отражают итог проделанной работы

##### **3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 47 - 48

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

- 2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Первичная структура пептидов и белков.
2. Типы вторичной структуры:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -складчатый лист. Связи, стабилизирующие структуру.
3. Третичная структура. Связи, стабилизирующие укладку белковой молекулы в пространстве.
4. Четвертичная структура.

5. Типы белковых молекул (глобулярные и фибриллярные).
6. Качественные реакции на белки.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. В поддержании вторичной структуры участвуют
  - а) гидрофобное взаимодействие                      в) водородные связи
  - б) ионные связи    г) дисульфидные мостики
2. В поддержании третичной структуры не участвуют
  - а) гидрофобное взаимодействие                      в) водородные связи
  - б) ионные связи    г) пептидные связи
3. Гидролиз белков проводят в
  - а) нейтральной среде                                      в) щелочной среде
  - б) сильноокислой среде                                  г) среде с ионами тяжёлых металлов
4. В раствор белка была добавлена соль, белок выпал в осадок. При добавлении растворителя осадок не растворился. Какой процесс произошел
  - а) высаливание    б) электрофорез                                  в) денатурация
5. Соотнесите уровень организации белка и стабилизирующую его связь
 

1. Третичная	А. Ковалентная
2. Первичная	Б. Водородная
3. Вторичная	В. Пептидная

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Какие связи возникнут между остатками аминокислот
  - а) Arg и Tyr    б) Thr и Ser    в) Val и Leu    г) Asp и His на этапе третичной структуры. Изобразите схематично
2. Какие цветные реакции характерны для пептидов, структура которых
  - а) Asp-Val-Gly    в) Ala-Pro-Met
  - б) Glu-Cys-Trp    г) His-Thr-Leu
 напишите формулы этих пептидов, укажите N и C-концевые аминокислоты. Оцените их способность растворяться в воде. Обоснуйте свой вывод  
 Одинакова ли величина рН этих пептидов, при которых их растворимость, диффузия и вязкость их растворов одинакова?

#### Рекомендуемая литература:

##### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

##### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

#### Тема. 4.4.Моносахариды. Стереизомерия, таутомерия, свойства. Качественные реакции.

##### Цель:

Сформировать знания о строении, стереоизомерии и химических свойствах моносахаридов

как участников биохимических реакций.

Привить навыки проведения реакций на обнаружение глюкозы и фруктозы в биологических жидкостях.

**Задачи:**

- углубить и систематизировать знания о строении, химических свойствах моносахаридов
- установить причинно-следственную связь между пространственным строением моносахаридов и их биологической роли
- рассмотреть качественные реакции на основные глюкозу и фруктозу как имеющие важное клинико-диагностическое значение

**Обучающийся должен знать:**

- классификацию моносахаридов по длине углеродного скелета и характеру карбонильной группы, биологическую роль моносахаридов
- стереоизомерию моносахаридов, понятия «ассиметричный атом», «эпимер», «энантиомер»
- формулы открытых и циклических форм моносахаридов
- химические свойства моносахаридов как гетерофункциональных соединений: окисление и нуклеофильное присоединение по карбонильной группе, образование хелатного комплекса и нуклеофильное замещение за счет спиртовых групп
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории
- качественные реакции на фруктозу и глюкозу

**Обучающийся должен уметь:**

- пользоваться учебной и научной литературой
- указывать ассиметрические атомы в составе углеводов
- составлять формулы открытых и циклических форм моносахаридов, их названия
- составлять уравнения биологически важных реакций с участием моносахаридов: восстановление, окисление, присоединение циановодорода
- проводить химический эксперимент согласно правилам техники безопасности, составлять протокол лабораторной работы, проводить наблюдения, составлять логически связанный вывод.
- проводить качественные реакции на глюкозу и фруктозу

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками составления формул стереоизомеров углеводов
- навыками составления формул и уравнений химических реакций с участием моносахаридов
- навыками обращения с лабораторным оборудованием, составлением протокола лабораторной работы, проведения наблюдений и формулирования логически связанных выводов

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Биологическая роль углеводов, моносахаридов
2. Классификация углеводов, моносахаридов.
3. Стереоизомерия моносахаридов, биологическое значение.
4. Цикло- и оксо-таутомерия моносахаридов. Проекционные формулы Фишера и циклические формулы Хеуорса. Мутаротация в растворах моносахаридов.
5. Основные направления химических реакций моносахаридов:
  - реакции по спиртовым группам,
  - реакции нуклеофильного присоединения,
  - окисление и восстановление.

**2. Практическая работа.**

1) Сделать практическую работу

*Лабораторная работа «Качественные реакции моносахаридов»*

*Цель работы:*

1. Рассмотреть химические свойства моносахаридов на примере глюкозы.
2. Познакомиться с качественной реакцией на фруктозу.

*Методика проведения работы:*

- 1) Образование хелатного комплекса при реакции с гидроксидом меди (II)
- 2) Окисление глюкозы гидроксидом меди (II) в щелочной среде при нагревании
- 3) Реакция Селиванова на фруктозу

*Результаты:* представлены в виде протокола лабораторной работы с обозначением даты проведения, названия, цели, краткого описания методики. Приведены уравнения реакций взаимодействия гидроксида меди (II) со спиртовыми группами в составе глюкозы с образованием хелатного комплекса, а также реакция окисления глюкозы до глюконовой кислоты. Описаны внешние изменения

При проведении реакции Селиванова отмечается разность во времени изменения окраски в растворах глюкозы и фруктозы как важный диагностический признак идентификации моносахаридов.

*Выводы:* отражают итог проделанной работы.

### **3. Решить ситуационные задачи**

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 37-38.

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Классификация моносахаридов:

- а) по характеру карбонильной группы;
- б) по длине углеродной цепи.

2. Стереоизомерия моносахаридов. D- и L- стереоизомеры.

3. Открытые и циклические формы моносахаридов. Проекционные формулы Фишера и циклические формулы Хеуорса. Цикло- оксо- таутомерия.  $\alpha$ - и  $\beta$ - аномеры. Мутаротация.

4. Химические свойства:

- а) образование гликозидов;
- б) алкилирование и ацилирование;
- в) окисление и восстановление.

5. Строение и биологическая роль производных моносахаридов (дезокси-, аминопроизводные, аскорбиновая кислота).

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Углеводы не выполняют функцию в клетке

- а) структурную
- в) запасющую
- б) энергетическую
- г) каталитическую

2. Глюкоза является

- а) альдопентозой
- в) альдогексозой
- б) кетопентозой
- г) кетогексозой

3. Определение моносахарида к оптическому ряду основывается на положении функциональной группы у

- а) первого асимметричного атома
- б) последнего асимметричного атома
- в) всех асимметричных атомов

4. Глюкоза и галактоза по отношению друг к другу являются

- а) эписимерами
- б) энантиомерами
- в) аномерами

5. Рибоза вступает в реакцию окисления. Соотнесите продукт реакции и реагент

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Аммиачный раствор гидроксида серебра    | А. Рибуроновая кислота |
| 2. Раствор азотной кислоты                 | Б. Рибоновая кислота   |
| 3. Бактериологическое окисление кислородом | В. Рибаровая кислота   |

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите строение энантиомеров рибозы и галактозы. По конфигурации какого хирального центра соединение относится к D-или L-стереохимическим рядам?

2. Изобразите с помощью формул Фишера и Хеурса образование циклических форм D-маннозы. Как называется возникающая гидроксигруппа при C-1 атоме?

3. Глюкоза и фруктоза имеют одинаковую структурную формулу  $C_6H_{12}O_6$ . Какими реакциями можно отличить внешне одинаковые бесцветные растворы этих соединений. Можно ли подобным образом отличить глюкозу от маннозы?

4. Напишите возможные случаи окисления D-галактозы. Назовите продукты реакций.

5. Какие продукты образуются при взаимодействии  $\alpha$ -D-глюкопиранозы с метанолом в безводной кислой среде? Напишите схему реакции с помощью формул Хеурса

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 4.5: Дисахариды. Получение и свойства. Качественные реакции.

**Цель:** Сформировать знания основ строения и химических превращений важнейших дисахаридов во взаимосвязи с их биологическими функциями

#### Задачи:

- рассмотреть строение, химические свойства и биологические функции важнейших дисахаридов – сахарозы, лактозы, мальтозы
- познакомить с номенклатурой дисахаридов
- обучить правилам построения названий дисахаридов

#### Обучающийся должен знать:

- понятие «цикло-оксотаутомерия», «мутаротация»
- химическое строение, классификацию, номенклатуру и цикло-оксотаутомерию дисахаридов

- химические свойства дисахаридов: лактоза, мальтоза, целлобиоза, сахароза (гидролиз, образование хелатов, простых и сложных эфиров)

- восстановительные свойства дисахаридов: лактозы и мальтозы

- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории

#### Обучающийся должен уметь:

- изображать химическое строение дисахаридов с помощью проекционных формул Хеурса
- строить названия дисахаридов согласно правилам международной номенклатуры
- предсказывать проявление химических свойств дисахаридов на основе их строения
- составлять схему цикло-оксотаутомерного превращения для восстанавливающих дисахаридов
- составлять уравнения химических реакций с участием дисахаридов

- проводить эксперимент в соответствии с правилами техники безопасности, проводить наблюдения, формулировать логически связанные выводы и оформлять протокол лабораторной работы

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками работы с учебной литературой
- навыками составления формул дисахаридов и уравнений реакций с их участием
- навыками работы с лабораторным оборудованием, проведения эксперимента и оформления результатов в форме протокола лабораторной работы.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Дисахариды: образование, классификация на восстанавливающие и невосстанавливающие, основы номенклатуры
2. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Структура, номенклатура
3. Цикло-оксотавтомерия восстанавливающих дисахаридов, химические свойства (гидролиз, окисление, образование простых эфиров, хелатов)
4. Невосстанавливающий дисахарид - сахароза. Состав, строение, номенклатура, химические свойства (гидролиз, образование хелатов)

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу

*Лабораторная работа «Химические свойства дисахаридов»*

*Цель работы:* Изучить восстанавливающую способность дисахаридов.

*Методика проведения работы:*

- 1) Доказательство присутствия гидроксильных групп в составе сахарозы путем образования хелатного комплекса с гидроксидом меди (II)
- 2) Отсутствие восстановительных свойств в сахарозе
- 3) Доказательство присутствия гидроксильных групп в составе лактозы путем образования хелатного комплекса с гидроксидом меди (II)
- 4) Окисление лактозы гидроксидом меди (II) при нагревании как доказательство восстановительных свойств

*Результаты:* оформлены в виде протокола лабораторной работы с обозначением даты проведения, названия лабораторной работы, цели, краткого описания методики. Представлены уравнения реакций взаимодействия лактозы и сахарозы с раствором гидроксида меди (II), цикло-оксотавтомерного равновесия в молекуле лактозы и реакция образования лактобионовой кислоты. Описаны изменения в окраске растворов

*Выводы:* отражают итог проделанной работы

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с.40

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

- 1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*
- 2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*
  1. Образование дисахаридов. Биологическая роль
  2. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Химическое строение, номенклатура, цикло- оксо- таутомерия, восстановительные свойства.
  2. Невосстанавливающий дисахарид сахароза. Состав, строение, номенклатура.
- 3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*
  1. Лактоза является
    - а) моносахаридом
    - б) дисахаридом
    - в) гомополисахаридом
    - г) гетерополисахаридом
  2. Какой моносахарид не входит в состав лактозы



**Обучающийся должен знать:**

- биологическую роль полисахаридов, понятие «полимер», «мономер»
- классификацию полисахаридов на основании строения элементарного звена
- химическое строение, природу связей в гомополисахаридах: клетчатке, крахмале – и их биологическое значение
- химическое строение и природу связей в гликогене как основном «депо» глюкозы в животном организме
- химическое строение, природу связей в гетерополисахаридах: хондроитинсульфате, гиалуроновой кислоте – и их биологическое значение
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории

**Обучающийся должен уметь:**

- отображать строение элементарного звена полисахаридов с помощью проекционных формул Хеуорса, определять тип связи между моносахаридными остатками
- предсказывать проявление химических свойств на основании химической формулы полисахаридов
- проводить эксперимент в соответствии с правилами техники безопасности, проводить наблюдение, формулировать логически связанные выводы, оформлять результаты эксперимента в виде протокола лабораторной работы

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками составления формул Хеуорса
- навыками обращения с лабораторным оборудованием, проведения наблюдений и оформления протокола лабораторной работы

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:****1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Полисахариды как природные полимеры, классификация.
2. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Структурный состав, типы гликозидных связей, биологическое значение
3. Гетерополисахариды соединительной ткани: хондроитинсульфат, гиалуроновая кислота. Структурный состав, типы связей, физиологические функции.

**2. Практическая работа.**

1) Сделать практическую работу

*Лабораторная работа. «Йодкрахмальная проба»*

*Цель работы:* Изучить особенности проведения качественной реакции на крахмал – йодкрахмальную пробу

*Методика проведения работы:*

Обратимое образование окрашенного соединения-включения между растворами крахмала и йода в йодиде калия

*Результаты:* оформлены в виде протокола лабораторной работы с обозначением даты проведения, названия лабораторной работы, цели, краткого описания методики. Показана схема образования соединения-включения между макромолекулой амилозы и молекулами йода, указана обратимость процесса. Описаны изменения в окраске растворов

*Выводы:* отражают итог проделанной работы

**3. Решить ситуационные задачи**

Выполнение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 42 - 43

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля (привести вопросы для самоконтроля)*

1. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Структурный состав, типы гликозидных связей, биологическое значение.

2. Гетерополисахариды соединительной ткани: хондроитинсульфат, гиалуроновая кислота. Структурный состав, типы связей, физиологические функции.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. Гомополисахариды – это

- а) полисахариды, состоящие из мономеров одного и того же моносахарида
- б) полисахариды, в которых одинаков порядок соединения мономеров
- в) полисахариды, состоящие из мономеров разных моносахаридов
- г) полисахариды, получаемые из одного и того же источника

2. К гомополисахаридам не относят

- а) целлюлоза
- б) крахмал
- в) гликоген
- г) мальтоза

3. Какое соединение встречается и в гиалуроновой кислоте и хондроитин-сульфате

- а)  $\beta$ -D-глюкуроновая кислота
- в)  $\alpha$ -D-глюкуроновая кислота
- б)  $\beta$ -D-галактуриновая кислота
- г)  $\alpha$ -D-галактуриновая кислота

4. Какой тип гликозидной связи в гиалуроновой кислоте

- а)  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 1)
- в)  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 2)
- б)  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 3)
- г)  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)

5. Соотнесите признаки, характерные для крахмала и гликогена

- 1. образованы остатками  $\alpha$ -D-глюкопиранозы А. гликоген
- 2. тип гликозидной связи  $\alpha$ - (1 $\rightarrow$ 6) Б. крахмал
- 3. Линейное строение В. и крахмал, и гликоген
- 4. Разветвленное строение
- 5. Откадывается в растительной клетке
- 6. Откадывается в животной клетке

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

- 1. Полисахариды: крахмал, целлюлоза, гликоген. Почему их называют гомополисахаридами. Приведите строение элементарного звена этих природных полимеров, укажите виды связи между остатками моносахаридов в них.
- 2. Объясните, почему при снижении веса в рацион рекомендуют включать пищу, богатую клетчаткой.
- 3. Полисахариды: хондроитин-сульфаты, гиалуроновая кислота, гепарин. Почему их называют гетерополисахаридами. Приведите строение элементарного звена этих природных полимеров, укажите типы связей между остатками моносахаридов в них.

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

- 1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

- 1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
- 2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
- 3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
- 4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема Защита разделов «Белки. Углеводы»

**Цель:** выявить уровень усвоения знаний и сформированности компетенций по изученным разделам курса.

### **Задачи:**

- выявить уровень усвоения знаний о строении  $\alpha$ -аминокислот, белков, моно-, ди- и полисахаридов
- выявить уровень усвоения знаний о структуре, биологически важных химических свойствах и биологической роли изученных классов органических соединений
- выявить уровень освоения навыка химического языка

### **Обучающийся должен знать:**

- структурные формулы  $\alpha$ -аминокислот, карбоновых кислот, моно-, ди- и полисахаридов,
- пространственное строение аминокислот, углеводов
- уровни организации белковой молекулы, природу стабилизирующих связей
- цикло-оксотаутомерия углеводов (моно- и дисахаридов)
- биологически важные химические свойства аминокислот: амфотерность, реакции пиридоксалевого катализа, дезаминирование, хелатообразование, образование пептидов
- реакции окисления и восстановления моносахаридов, хелатообразование, ацилирование
- правила номенклатуры IUPAC
- качественные реакции на глюкозу, фруктозу, аминокислоты в составе белков

### **Обучающийся должен уметь:**

- изображать с помощью формул Фишера пространственное строение аминокислот и моносахаридов, определять оптический класс веществ
- изображать в виде формул Хеурса структуру ди- и полисахаридов, характеризовать тип связи между звеньями.
- составлять формулы трипептидов, называть их согласно правилам номенклатуры, определять кислотно-основный характер, отображать распределение зарядов в аминокислотах и пептидах при разных значениях pH
- составлять уравнения реакций с участием изученных классов веществ, в том числе биологически значимых, с указанием промежуточных стадий

### **Обучающийся должен владеть:**

- навыками номенклатуры согласно правилам IUPAC
- навыками прогнозирования кислотно-основных свойств аминокислот и пептидов, исходя из их качественного состава.
- навыком составления уравнений химических реакций.
- основными понятиями по данной теме

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

#### **1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Стереизомерия.
2. Основные типы классификации  $\alpha$ -аминокислот, входящих в состав белков.
3. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот из кетоникислот. Реакция восстановительного аминирования и трансаминирования. Пиридоксальный катализ.
4. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образования иминов.
5. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции окислительного дезаминирования и гидроксирования.
6. Декарбокислирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов, и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота).

7. Пептиды и белки. Первичная структура белков. Строение и свойства пептидной группы. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структуре.
8. Углеводы Классификация моносахаридов. Стереоизомерия. D- и L- стереохимические ряды.
9. Открытые и циклические формы моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо-таутомерия.
10. Строение биологически важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза); гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза); дезоксисахаров (2-дезоксирибоза); аminosахаров (глюкозамин). Взаимопревращения альдоз и кетоз.
11. Химические свойства моносахаридов. Алкилирование, ацилирование, восстановление, окисление.
12. Окислительно-восстановительные свойства аскорбиновой кислоты.
13. Дисахариды, восстанавливающие и невосстанавливающие. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Состав, строение, восстановительные свойства.
14. Полисахариды. Классификация. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Состав, строение, биологическая роль.
15. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат. Состав, строение, типы связей, биологическая роль.

## 2. Решить ситуационные задачи

Комплект контрольных заданий 18 вариантов по 5 заданий

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

*1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

*2) Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Стереоизомерия.
2. Основные типы классификации  $\alpha$ -аминокислот, входящих в состав белков.
3. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот из кетоникислот. Реакция восстановительного аминирования и трансаминирования. Пиридоксальевый катализ.
4. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образования иминов.
5. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции окислительного дезаминирования и гидроксирования.
6. Декарбокислирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов, и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота).
7. Пептиды и белки. Первичная структура белков. Строение и свойства пептидной группы. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структуре.
8. Углеводы Классификация моносахаридов. Стереоизомерия. D- и L- стереохимические ряды.
9. Открытые и циклические формы моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо-таутомерия.
10. Строение биологически важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза); гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза); дезоксисахаров (2-дезоксирибоза); аminosахаров (глюкозамин). Взаимопревращения альдоз и кетоз.
11. Химические свойства моносахаридов. Алкилирование, ацилирование, восстановление, окисление.
12. Окислительно-восстановительные свойства аскорбиновой кислоты.
13. Дисахариды, восстанавливающие и невосстанавливающие. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Состав, строение, восстановительные свойства.

14. Полисахариды. Классификация. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Состав, строение, биологическая роль.
15. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат. Состав, строение, типы связей, биологическая роль.

3) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Образование  $\alpha$  - аминокислот из  $\alpha$  - кетокислот на примере получения глутаминовой кислоты путем восстановительного аминирования  $\alpha$  - кетоглутаровой кислоты.
2. Напишите трипептид из Gln, Lys, His. Назовите его. Куда он будет двигаться в поле постоянного тока при pH = 7,0 ? Какие цветные реакции он дает.
3. Напишите уравнение реакции ацилирования  $\alpha$  - D- галактопиранозы.
4. Напишите уравнение реакции мальтозы с метанолом.
5. Целлюлоза. К каким полисахаридам она относится? Изобразите её структурный фрагмент, укажите состав, тип связей и биологическую роль

### Рекомендуемая литература

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 4.7 и 4.8. Омыляемые липиды. Триглицериды. Строение. Свойства, биологические

#### Цель:

Систематизировать и углубить знания о строении омыляемых липидов, определяющих их физиологические функции.

Рассмотреть структуру и основные направления превращения триацилглицеридов

#### Задачи:

- рассмотреть биологическое значение и классификацию липидов
- систематизировать знания о строении и свойствах триацилглицеридов
- рассмотреть классификацию и химическое строение жирных кислот и омыляемых липидов
- раскрыть механизм биологически важных процессов: гидролиз триацилглицеридов, пероксидное окисление и  $\beta$ -окисление жирных кислот в составе триацилглицеридов

#### Обучающийся должен знать:

- биологическое значение триацилглицеридов, их классификацию, номенклатуру триацилглицеридов
- структурные формулы жирных кислот
- биологически важные химические свойства триглицеридов: гидролиз, иодирование, окисление.
- основные стадии реакции пероксидного окисления в молекуле ненасыщенных жирных кислот
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории

- качественные реакции на многоатомный спирт и жирные кислоты

**Обучающийся должен уметь:**

- составлять формулы триацилглицеридов, называть их согласно номенклатуре
- составлять уравнения биологически важных реакций, характеризующих химические свойства триацилглицеридов и жирных кислот в их составе, называть продукты реакций
- прогнозировать некоторые физико-химические свойства триацилглицеридов, исходя из структурной формулы
- проводить эксперимент согласно правилам техники безопасности, проводить наблюдения, формулировать логически построенные выводы, оформлять результаты эксперимента в виде протокола лабораторной работы
- определять в продуктах гидролиза простого липида многоатомный спирт и жирную кислоту
- пользоваться учебной и научной литературой

**Обучающийся должен владеть:**

- навыком составления формул триацилглицеридов
- навыком работы с лабораторным оборудованием, проведения эксперимента и оформления результатов в виде протокола лабораторной работы, формулирования логически построенного вывода

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Биологическая роль и классификация липидов
2. Омыляемые липиды. Классификация. Биологическая роль.
3. Строение высших жирных кислот.
4. Простые липиды. Нейтральные жиры, масла, воска. Биологическая роль.
5. Химические свойства простых липидов: гидролиз, окисление, реакции присоединения (гидрирование, галогенирование). Йодное число.

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу

*Лабораторная работа «Свойства омыляемых липидов»*

*Цель работы*

1. Изучить процесс гидролиза (омыления) жира.
2. Исследовать продукты гидролиза жира.

*Методика проведения работы:*

- 1) Щелочной гидролиз растительного липида (подсолнечное масло)
- 2) Открытие продуктов гидролиза (глицерин, жирные кислоты)

*Результаты:* оформлены в виде протокола лабораторной работы с обозначением даты проведения, названия лабораторной работы, цели, краткого описания методики. Показана схема образования продуктов гидролиза. Приведены уравнения реакций щелочного гидролиза, взаимодействия гидроксида меди (II) с многоатомным спиртом и осаждения жирной кислоты из раствора её соли. Описаны внешние эффекты реакции.

*Выводы:* отражают итог проделанной работы

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с.50 - 51

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

- 1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*
- 2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*
  1. Липиды. Классификация. Биологическая роль
  2. Структура высших жирных кислот.
  3. Простые липиды. Нейтральные жиры, масла, воска. Биологическая роль.

4. Образование и биологическая роль триацилглицеридов
5. Химические свойства простых липидов: гидролиз, окисление, реакции присоединения (гидрирование, галогенирование). Йодное число.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. К омыляемым липидам относится
  - а) лецитин
  - б) ретинол
  - в) холестерин
  - г) холекальциферол
2. Какая кислота не входит в состав природного триглицерида
  - а) стеариновая
  - б) линоленовая
  - в) олеиновая
  - г) масляная
3. К насыщенным жирным кислотам относится
  - а) олеиновая
  - б) линолевая
  - в) валериановая
  - г) пальмитиновая
4. Соотнесите кислоту и местонахождение  $\pi$ - связей в её молекуле
 

1. Стеариновая	А С9 С12
2. Линолевая	Б. С9
3. Олеиновая	В. нет $\pi$ - связей
4. Линоленовая	Г. С9, С12, С15
5. На каком свойстве основано моющее действие мыл
  - а) дифильное строение
  - б) образует коллоидный раствор
  - в) при гидролизе рН раствора  $> 7$
  - г) нет верного ответа
6. Как называется реакция получения мыла из триглицерида
  - а) омыление
  - б) гидрирование
  - в) окисление
  - г) йодирование
7. Какое число отражает содержание ненасыщенных кислот в липиде
  - а) липидное
  - б) йодное
  - в) кислотное
  - г) омыления
8. В ненасыщенных жирных кислотах углеводородные радикалы имеют
  - а) транс-положение
  - б) цис-положение
  - в) и цис-, и транс-положение
9. Какую функцию не выполняют липиды в клетке
  - а) энергетическую
  - б) терморегуляторную
  - в) каталитическую
  - г) защитную

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите уравнение реакции получения диолеиллиноленоилглицерина. По какому механизму она протекает?
2. Напишите уравнение реакции гидролиза 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерина в присутствии гидроксида натрия. Назовите продукты реакции. Какие реакции доказывают присутствие в растворе продуктов гидролиза?
  1. Напишите реакцию гидрирования 1,2-дилинолеилстеароилглицерина
  2. Напишите уравнение реакции йодирования 1-олеоил-2-линоленоил-3-пальмитоилглицерина. Что такое йодной число?
  3. напишите уравнение одного цикла  $\beta$ -окисления пальмитиновой кислоты
  4. Напишите уравнение реакции пероксидного окисления линолевой кислоты.

**Рекомендуемая литература:**

**Основная:**

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

**Дополнительная:**

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

#### **Тема 4.9. Сложные липиды. Фосфолипиды. Строение и свойства.**

**Цель:** Систематизировать и углубить знания о строении и свойствах глицерофосфолипидов.

**Задачи:**

- сформировать знания о химической структуре фосфолипидов
- рассмотреть химические свойства фосфолипидов
- углубить знания о биологических функциях фосфолипидов ....

**Обучающийся должен знать:**

- химическое строение и биологическое значение фосфолипидов, некоторые физико-химические свойства

- структурные формулы жирных кислот
- последовательность реакций синтеза фосфолипидов
- химические свойства омыляемых липидов: гидролиз, иодирование, окисление жирных кислот

ЛОТ

**Обучающийся должен уметь:**

- составлять формулы фосфолипидов, называть их согласно правилам номенклатуры
- составлять уравнения реакций, характеризующих химические свойства фосфолипидов (гидролиз, окисление, галогенирование)
- предсказывать физико-химические свойства фосфолипидов, исходя из их химического строения.

**Обучающийся должен владеть:**

- навыком написания химических формул и уравнений реакций, правилами номенклатуры IUPAC

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Сложные липиды. Классификация, примеры.
2. Фосфолипиды: структура молекулы, биологическая роль.
3. Синтез фосфолипидов: основные стадии.
4. Химические свойства глицерофосфолипидов: кислотный и щелочной гидролиз, реакции за счет ацильных радикалов.

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторной работы с. 50 - 51

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Сложные липиды. Классификация, примеры.
2. Фосфолипиды: структура молекулы, биологическая роль.

3. Синтез фосфолипидов: основные стадии.
4. Химические свойства глицерофосфолипидов: кислотный и щелочной гидролиз, реакции за счет ацильных радикалов.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. Основной функцией фосфолипидов в организме является

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| а) регуляторная   | в) структурная    |
| б) энергетическая | г) каталитическая |

2. Какой компонент фосфолипида образует полярную часть

- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| а) остаток насыщенной кислоты   | в) остаток фосфата         |
| б) остаток ненасыщенной кислоты | г) азотсодержащее вещество |

3. Пероксидное окисление быстрее происходит в

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| а) остатке насыщенной кислоты     | в) в составе азотсодержащего вещества |
| б) в остатке ненасыщенной кислоты |                                       |

4. Соотнесите составные части фосфолипида и его местонахождение

- |                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Фосфат                      | А С1 в глицерине  |
| 2. насыщенная жирная кислота   | Б С2 в глицерина  |
| 3. Ненасыщенная жирная кислота | В. С3 в глицерина |
| 4. Азотсодержащий компонент    |                   |

5. Сколько моль гидроксида калия затрачивается на гидролиз 1 моль фосфолипида (остатки кислот неионизированы)

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| а) 3 | б) 4 | в) 5 | г) 6 |
|------|------|------|------|

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите последовательность реакций синтеза кефалина (фосфатидилсерина), содержащего стеариновую и линоленовую кислоты. Укажите полярную и неполярную части молекулы.

2. Напишите уравнение реакции кислотного гидролиза фосфатидилэтаноламина, содержащего остатки линолевой и пальмитиновой кислот. Назовите продукты реакции.

3. Фосфолипид лецитин содержит пальмитиновую и линолеовую кислоты, холин. Напишите уравнения реакций, доказывающих присутствие ненасыщенной жирной кислоты в его составе.

4. Каким образом в одну стадию можно получить из фосфатидилсерина фосфатидилэтаноламин? Напишите уравнение этой реакции и укажите, какой кофермент необходим для её протекания

#### Рекомендуемая литература:

##### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

##### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

#### Тема 4.11. Неомыляемые липиды.

##### Цель:

Сформировать знания принципов строения важных классов низкомолекулярных биорегуляторов - терпенов и стероидов....

**Задачи:** (рассмотреть..., обучить..., изучить..., сформировать...)

- продолжить формирование знаний о биологическом значении липидов

- рассмотреть химическое строение и биологическую роль неомыляемых липидов

- познакомиться с некоторыми путями их метаболизма

**Обучающийся должен знать:**

- классификацию неомыляемых липидов, их биологическое значение
- формулы стероидных гормонов, желчных кислот, холестерина, жирорастворимых витаминов и их биологическую роль
- формулы  $\beta$ -каротина и эргостерина
- биологическое значение витаминов А и D
- химические свойства спиртов, карбоновых кислот, аминокислот

**Обучающийся должен уметь:**

- пользоваться учебной и научной литературой
- изображать формулы отдельных представителей неомыляемых липидов, объяснять их биологическое значение
- составлять уравнения реакций, отражающих образование витаминов А и D, сложных эфиров холестерина, конъюгацию желчных кислот

**Обучающийся должен владеть:**

- навыком использования научной и учебной литературы,
- навыком написания уравнений химических реакций,

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Неомыляемые липиды. Общая характеристика.
2. Каротиноиды ( $\beta$  - каротин, витамин А<sub>1</sub>). Биологическая роль.
3. Стероиды. Основы строения и биологическая роль
4. Стероидные гормоны.
5. Желчные кислоты.
6. Стерины. Холестерин. Витамин D.

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

Решение заданий САРС из методического пособия для аудиторных работ с. 52 - 53

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

1) *Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

2) *Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Неомыляемые липиды. Общая характеристика.
2. Каротиноиды ( $\beta$  - каротин, витамин А<sub>1</sub>). Биологическая роль.
3. Стероиды. Основы строения и биологическая роль
4. Стероидные гормоны.
5. Желчные кислоты.
6. Стерины. Холестерин. Витамин D.

3) *Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

1. Какой углеводород лежит в основе холестерина
  - а) холан
  - б) холестан
  - в) андростан
  - г) прегнан
2. Какое соединение способствует эмульгированию липидов в ЖКТ
  - а) холестерин
  - б) альдостерон
  - в) холевая кислота
  - г) тестостерон
3. Ретинол (витамин А<sub>1</sub>) образуется из
  - а) эстрадиола
  - б) холестерина
  - в)  $\beta$ -каротина
  - г) тестостерона

4. Соотнесите между собой биологически активное вещество и его предшественник

- |                |               |
|----------------|---------------|
| 1) тестостерон | А. эргостерин |
| 2) эстрон      | Б. прегнан    |
| 3) альдостерон | В. андростан  |
| 4) кальциферол | Г. эстран     |

5. Гликохолевая кислота образуется при взаимодействии глицина и

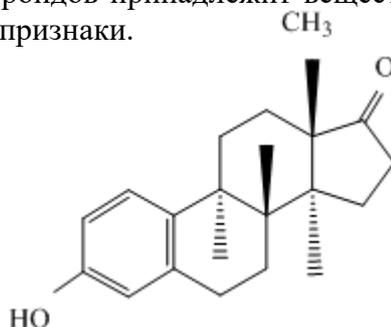
- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| а) холина       | в) холестерина     |
| б) ацетилхолина | г) холевой кислоты |

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

1. Напишите уравнение получения витамина А<sub>1</sub> из β - каротина.

2. К какой группе стероидов принадлежит вещество, структура которого приведена ниже.

Укажите его отличительные признаки.



3. Приведите строение предельных углеводов, лежащих в основе женских и мужских половых гормонов.

4. Приведите строение и название предельного углеводорода, лежащего в основе кортикостероидов, пронумеруйте его углеродный скелет.

5. Приведите формулу холестерина. Какой углеводород лежит в его основе? Напишите его формулу и дайте название.

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 4.12. Нуклеозиды, нуклеотиды. Структурные компоненты. Строение и свойства.

**Цель:** Сформировать знания о строении нуклеозидов и нуклеотидов как основы для построения разных уровней организации ДНК и РНК

#### Задачи:

- рассмотреть химическое строение нуклеозидов и нуклеотидов
- установить причинно-следственную связь между природой связи в нуклеозидах и структурой нуклеиновых кислот
- обучить основам номенклатуры нуклеозидов и нуклеотидов, познакомить с понятием «макроэргическое соединение».

#### Обучающийся должен знать:

- понятие «таутомерия», виды таутомерных превращений: цикло-оксотаутомерия моносахаридов, амино-иминная, лактим-лактаминная
- структурные формулы пурина и пиримидина, пуриновых и пиримидиновых оснований, D-рибозы и 2-дезоксид-рибозы
- таутомерные превращения азотистых оснований и моносахаридов
- природу связи в нуклеозидах и нуклеотидах, основы номенклатуры нуклеозидов и нуклеотидов

- биологическое значение нуклеозидполифосфатов. Понятие «макроэргическая связь

**Обучающийся должен уметь:**

- составлять таутомерные формы азотистых оснований и моносахаридов
- составлять уравнения реакций образования нуклеозидов и нуклеотидов, указывать тип связи между компонентами.
- составлять названия нуклеозидам и нуклеотидам согласно правилам номенклатуры
- пользоваться учебной и справочной литературой

**Обучающийся должен владеть:**

- навыком использования учебной и справочной литературой
- навыком прогнозирования между природой связи в нуклеотиде и нуклеозиде и способностью вступать в процессы метаболизма
- правилами номенклатуры IUPAC
- навыками составления уравнений таутомерных превращений азотистых оснований и образования нуклеозидов и нуклеотидов

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Структурные компоненты нуклеозидов и нуклеотидов.
2. Характеристика пуриновых и пиримидиновых нуклеиновых оснований.
3. Лактим-лактаминная таутомерия пиримидиновых и пуриновых оснований.
4. Строение и состав рибонуклеозидов и дезоксирибонуклеозидов.
5. Образование нуклеотидов.

**2. Практическая работа.**

- 1) Сделать практическую работу - разобрать обучающие задачи
- 2) Цель работы: овладеть навыками написания уравнений реакций

**3. Решить ситуационные задачи**

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

*1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

1. Характеристика пуриновых и пиримидиновых нуклеиновых оснований.
2. Лактим-лактаминная таутомерия пиримидиновых и пуриновых оснований
3. Строение и состав рибонуклеозидов и дезоксирибонуклеозидов: природа связи, номенклатура
4. Рибонуклеотиды и дезоксирибонуклеотиды: природа связи, номенклатура
5. Нуклеозидмоно - и полифосфаты. Биологическая роль.

*3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля*

- 1) Какой гетероцикл лежит в основе азотистого основания цитозин
 

а) пиррол	в) пурин
б) пиримидин	г) фуран
- 2) Какой гетероцикл лежит в основе азотистого основания гуанин
 

а) пиррол	в) пурин
б) пиримидин	г) фуран
3. Какое название соответствует нуклеозиду U
 

а) урозин	в) уридин
-----------	-----------

б) дезоксиуридин г) урацил

4. Дезоксирибонуклеозиду тимидин соответствует запись

а) Т б) Td в) dT

5. В нуклеотиде рG соотнесите природу связи и компонент

1) углевод и азотистое основание А. N-гликозидная  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 1)

2) углевод и остаток фосфата Б. сложноэфирная

В. N-гликозидная  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 9)

Г. пептидная

6. Каков характер связи между компонентами в нуклеозиде С

а) водородная в) N-гликозидная  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 9) д) N-гликозидная  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 1)

б) пептидная г) сложноэфирная

4) *Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.*

а) Напишите таутомерные превращения для тимина и гуанина. Какая форма входит в состав нуклеиновых кислот?

б) Напишите реакцию образования аденозина, укажите в нем N-гликозидную связь

в) Напишите формулу нуклеотида, входящего в состав только РНК. Назовите его и укажите природу связи между компонентами.

г) АТФ как полифосфатнуклеотид. Строение, биологическая роль

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.

2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с

3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с

4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

### Тема 4.13. Нуклеиновые кислоты. Принцип комплементарности, структуры ДНК и РНК.

**Цель:** Систематизировать знания об уровнях организации и биологическом значении нуклеиновых кислот.

Раскрыть природу связи на различных уровнях организации РНК и ДНК

#### Задачи

- систематизировать и углубить знания о строении и функции нуклеиновых кислот

#### Обучающийся должен знать:

- структурные формулы пурина и пиримидина, пуриновых и пиримидиновых оснований, D-рибозы и 2-дезоксид-рибозы, фосфорной кислоты

- таутомерию пуриновых и пиримидиновых оснований, моносахаридов

- природу связи в нуклеотидах, основы номенклатуры нуклеотидов

- механизм образования водородной и сложноэфирной связей

- биологическое значение и структурную организацию РНК и ДНК, природу стабилизирующих связей в них

- формулировку правил Чаргаффа

#### Обучающийся должен уметь:

- составлять формулы нуклеотидов, их названия согласно номенклатуре



6. Какие азотистые основания образуют три водородные связи

а) U A      б) A T      в) C G      г) C U

4) Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

а) Представьте последовательность соединения нуклеотидов  
- РНК G-U - ДНК d(A-C)

Укажите природу связи между компонентами.

б) Какая из двух комплементарных пар азотистых оснований: U-A или T-A входит в состав ДНК? Напишите строение этой пары. Покажите образование стабилизирующей связи

### Рекомендуемая литература:

#### Основная:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

#### Дополнительная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

**Тема: Защита разделов «Липиды. Нуклеиновые кислоты».**

**Цель:** выявить уровень усвоения знаний и сформированности компетенций по изученным разделам курса.

#### Задачи:

- выявить уровень усвоения знаний о структуре, биологически важных химических свойствах и биологической роли изученных классов органических соединений

- выявить уровень освоения навыка химического языка

#### Обучающийся должен знать:

- структурные формулы природных жирных кислот, стероидных гормонов, желчных кислот, холестерина, витаминов D и A<sub>1</sub>, пуриновых и пиримидиновых оснований

- структуру фосфолипидов, нуклеозидов и нуклеотидов, природу связи в них

- таутомерные превращения азотистых оснований

- уровни организации молекул нуклеиновых кислот и природу стабилизирующих связей

- биологически важные химические свойства омыляемых липидов: гидролиз, реакции окисления, галогенирования, гидрирования

- биологически важные химические свойства неомыляемых липидов: синтез витаминов D и A<sub>1</sub>, образование эфиров холестерина, конъюгацию желчных кислот

- правила номенклатуры IUPAC

- качественные реакции на глицерин, жирные кислоты

#### Обучающийся должен уметь:

- отображать с помощью структурных формул химическое строение омыляемых и неомыляемых липидов, нуклеотидов, нуклеозидов.

- определять характер химической связи в нуклеозидах и нуклеотидах
- составлять уравнения реакций с участием изученных классов веществ, в том числе биологически значимых.
- составлять названия соединений согласно правилам номенклатуры IUPAC

**Обучающийся должен владеть:**

- навыками номенклатуры согласно правилам IUPAC
- навыком составления уравнений химических реакций.
- основными понятиями по данной теме

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Липиды. Классификация, строение. Природные жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.
2. Омыляемые липиды. Жиры как смесь триацилглицеринов. Биологическая роль. Химические свойства: реакции гидролиза, окисления, гидрирования, галогенирования. Йодное число.
3. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин. Биологическая роль.
4. Неомыляемые липиды. Терпены. Изопреноиды. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.
5. Стероиды. Стероидные гормоны. Прегнан, кортикостерон, андростан, андростерон, эстран, эстрадиол.
6. Желчные кислоты. Холевая кислота.
7. Стерины. Холестерин. Витамины группы D.
8. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот: пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин). Лактам-лактимная таутомерия.
9. Нуклеозиды. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком. Гидролиз.
10. Нуклеотиды – структурные единицы нуклеиновых кислот. Строение, номенклатура, гидролиз.
11. Нуклеозидмоно- и полифосфаты – АМФ, АДФ, АТФ. Понятие о макроэргических связях.
12. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
13. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей между комплементарными пиримидиновыми и пуриновыми основаниями.

**3. Решить ситуационные задачи**

Комплект контрольных заданий 18 вариантов по 3 задания

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

*1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.*

*2) Ответить на вопросы для самоконтроля*

1. Липиды. Классификация, строение. Природные жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.
2. Омыляемые липиды. Жиры как смесь триацилглицеринов. Биологическая роль. Химические свойства: реакции гидролиза, окисления, гидрирования, галогенирования. Йодное число.
3. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин. Биологическая роль.

4. Неомыляемые липиды. Терпены. Изопреноиды. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.
5. Стероиды. Стероидные гормоны. Прегнан, кортикостерон, андростан, андростерон, эстран, эстрадиол.
6. Желчные кислоты. Холевая кислота.
7. Стерины. Холестерин. Витамины группы D.
8. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот: пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин). Лактам-лактимная таутомерия.
9. Нуклеозиды. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком. Гидролиз.
10. Нуклеотиды – структурные единицы нуклеиновых кислот. Строение, номенклатура, гидролиз.
11. Нуклеозидмоно- и полифосфаты – АМФ, АДФ, АТФ. Понятие о макроэргических связях.
12. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
13. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей между комплементарными пиримидиновыми и пуриновыми основаниями.
  - 3) *Выполнить другие задания, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.*
    1. Напишите уравнение синтеза 1-стеарил-2-олеилфосфатидилхолина
    2. Тестостерон. Строение, биологическое значение
    3. Напишите формулу дезоксирибонуклеозида dA, укажите типы связей. Укажите название

#### **Рекомендуемая литература:**

##### **Основная:**

1. Тюкавкина Н.А., Бауков. Ю.И. Биоорганическая химия. - М.: ГЭОТАР Медиа. - 2015. - 527 с.

##### **Дополнительная:**

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб.пособие для студентов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168с.
2. Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
3. Общая и биоорганическая химия: учебник для студентов высшего медицинского проф. образования /ред . Попков В.А., Берлянд А.С./ . – 2011. – 368с.Оганесян Э.Т. Органическая химия. М. Академия, 2011. – 432с
4. Тестовые задания по курсу биоорганической химии. Руководство для самостоятельной подготовки студентов к аудиторным занятиям и курсовому экзамену / Сост. Орлова О.Ю., Куклина С.А. - Киров: КГМА - 2009. - 100 с.

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кировский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра химии

**Приложение Б к рабочей программе дисциплины**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

**для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине**

**«Основы биоорганической химии»**

Специальность 31.05.02 Педиатрия  
Направленность (профиль) ОПОП - Педиатрия

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Код компетенции	Содержание компетенции	Результаты обучения			Разделы дисциплины, при освоении которых формируется компетенция	Номер семестра, в котором формируется компетенция
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОК – 1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	З2. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	У2. Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	В2. Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	1-4	1 и 2
ОПК - 7	готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественно-научных понятий и методов при решении	З1. Закономерности протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате совмещения равновесий разных типов.	У1. Решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и результат химических превращений	В1. Навыки безопасной работы в химической лаборатории и умение обращаться с едкими, ядовитыми веществами	1-4	1 и 2

	профессиональных задач					
		32. Физико-химические аспекты важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретические основы биоэнергетики, факторы, влияющие на смещение равновесия биохимических процессов. Строение и химические свойства основных классов биологически важных соединений	У2. Уметь писать уравнения химических реакций.	В2. Самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы	1-4	1 и 2
ПК-20	готовность к анализу и публичному представлению медицинской информации на основе доказательной медицины	33. Методы анализа результатов эксперимента.	У3. Планировать и осуществлять научно-исследовательский эксперимент. Анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента. Узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях. Работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента.	В3. Навыками планирования и осуществления научно-исследовательского эксперимента. Навыками представления результатов работы в письменной и устной форме. Навыками публичных выступлений.	. 2 и 4	1 и 2

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Показатели оценивания	Критерии и шкалы оценивания				Оценочное средство	
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	Для текущего контроля	Для промежуточной аттестации
<i>ОК-1</i>						
Знать	Не знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	Не в полном объеме знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает существенные ошибки	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает ошибки	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, защита разделов	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
Уметь	Не умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	Частично освоено умение анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	Правильно использует полученную информацию, проводит её анализ и обобщение, ставит цель и формулирует задачи по её достижению, допускает ошибки	Самостоятельно использует полученную информацию, проводит её анализ и обобщение, ставит цель и формулирует задачи по её достижению	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, защита разделов	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
Владеть	Не владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Не полностью владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Способен использовать навык письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по	компьютерное тестирование, собеседование по

					письменное, защита разделов	ситуационным задачам
<i>ОПК-7(2)</i>						
Знать	Фрагментарные знания физико-химических аспектов важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретических основ биоэнергетики, факторов, влияющих на смещение равновесия биохимических процессов. Строения и химических свойств основных классов биологически важных соединений.	Общие, но не структурированные знания физико-химических аспектов важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретических основ биоэнергетики, факторов, влияющих на смещение равновесия биохимических процессов. Строения и химических свойств основных классов биологически важных соединений.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических аспектов важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретических основ биоэнергетики, факторов, влияющих на смещение равновесия биохимических процессов. Строения и химических свойств основных классов биологически важных соединений.	Сформированные систематические знания физико-химических аспектов важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретических основ биоэнергетики, факторов, влияющих на смещение равновесия биохимических процессов. Строения и химических свойств основных классов биологически важных соединений.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование письменное, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам, оценка портфолио
Уметь	Частично освоено умение записывать уравнения химических реакций, проводить расчеты по химическим уравнениям, решать задачи по термохимии, кинетике, свойствам растворов.	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение записывать уравнения химических реакций, проводить расчеты по химическим уравнениям, решать задачи по термохимии, кинетике, свойствам растворов.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение записывать уравнения химических реакций, проводить расчеты по химическим уравнениям, решать задачи по термохимии, кинетике, свойствам растворов.	Сформированное умение записывать уравнения химических реакций, проводить расчеты по химическим уравнениям, решать задачи по термохимии, кинетике, свойствам растворов.	собеседование по ситуационным задачам, тестирование письменное, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам, оценка

						порт- фолио
Владеть	Фрагментарное применение навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; ведения поиска и формулирования обобщающих выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; ведения поиска и формулирования обобщающих выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; ведения поиска и формулирования обобщающих выводов	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; ведения поиска и формулирования обобщающих выводов	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам, оценка порт-фолио
<i>ОПК-7 (3)</i>						
Знать	Фрагментарные знания закономерностей протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате смещения равновесий разных типов	Общие, но не структурированные знания закономерностей протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате смещения равновесий разных типов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания закономерностей протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате смещения равновесий разных типов	Сформированные систематические знания закономерностей протекания физико-химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате смещения равновесий разных типов	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
Уметь	Частично освоено умение решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и результат химических превращений.	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и результат	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и	Сформированное умение решать типовые практические задачи. Прогнозировать результаты физико-химических процессов, направление и результат	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным

		химических превращений.	результат химических превращений.	химических превращений.		задачам
Владеть	Фрагментарное применение навыков безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с едкими, ядовитыми веществами.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с едкими, ядовитыми веществами	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с едкими, ядовитыми веществами	Успешное и систематическое применение навыков безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с едкими, ядовитыми веществами	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, .	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
<i>ПК- 20</i>						
Знать	Фрагментарные знания о сущности научно-исследовательского эксперимента; методах анализа результатов эксперимента	Общие, но не структурированные знания о сущности научно-исследовательского эксперимента; методах анализа результатов эксперимента	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о сущности научно-исследовательского эксперимента; методах анализа результатов эксперимента.	Сформированные систематические знания сущности научно-исследовательского эксперимента; методов анализа результатов эксперимента	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменному, расчетные задачи, написание реферата и выступление на конференции, отчеты по лабораторным работам.	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам

Уметь	Частично освоенное умение планировать и осуществлять научно-исследовательский эксперимент; анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента; узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях; работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение планировать и осуществлять научно-исследовательский эксперимент; анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента; узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях; работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и осуществлять научно-исследовательский эксперимент; анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента; узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях; работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента	Сформированное умение планировать и осуществлять научно-исследовательский эксперимент; анализировать результаты научно-исследовательского эксперимента; узнавать и применять знакомые закономерности в новых ситуациях; работать в группе при проведении поставленного научно-исследовательского эксперимента	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменное, , написание реферата и выступление на конференции, отчеты по лабораторным работам.	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам
Владеть	Фрагментарное применение навыков планирования и осуществления научно-исследовательского эксперимента; навыками представления результатов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования и осуществления научно-исследовательского эксперимента; навыками представления результатов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования и осуществления научно-исследовательского эксперимента; навыками представления результатов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений	Успешное и систематическое применение навыков планирования и осуществления научно-исследовательского эксперимента; навыками представления результатов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений	собеседование по ситуационным задачам, тестирование по письменное, , написание реферата и выступление на конференции,	компьютерное тестирование, собеседование по ситуационным задачам

					от- четы по ла- бора- тор- ным рабо- там.	
--	--	--	--	--	--	--

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы

#### 3.1. Примерные вопросы к экзамену, критерии оценки (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

1. Классификация органических соединений по структуре углеродного скелета, по характеру функциональных групп. Функциональные группы, характерные для биологически важных соединений.
2. Принципы международной номенклатуры органических соединений.
3. Сопряженные системы с открытой цепью сопряжения,  $\pi$ - $\pi$  и  $p$ - $\pi$  - сопряжение.
4. Ароматические системы. Критерий ароматичности. Правило Хюккеля.
5. Ковалентные,  $\sigma$ - и  $\pi$  - связи. Их электронное строение. Поляризация связей. Индуктивный и мезомерный эффекты заместителей. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
6. Пространственное строение органических соединений. Стереизомерия хиральных молекул (энантиомерия). Асимметрический атом углерода. Формулы Фишера, D- и L- изомеры.
7. Классификация органических реакций: по конечному результату, по характеру разрыва ковалентных связей. Понятия: субстрат, реагент, реакционный центр. Механизм реакции.
8. Кислотно-основные свойства органических соединений по теории Бренстеда и Лоури.  $\text{C}_\text{N}$ ,  $\text{S}_\text{H}$ ,  $\text{N}_\text{H}$ ,  $\text{O}_\text{H}$ - кислоты. Факторы, определяющие кислотно-основные свойства.
9. Реакции радикального замещения в алканах – галогенирование, пероксидное окисление. Понятие о цепных процессах.
10. Реакции электрофильного присоединения в алкенах – гидрогалогенирование, гидратация. Правило Марковникова.
11. Реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях – галогенирование, алкилирование. Роль катализатора в образовании электрофильной частицы. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление реакции.
12. Нуклеофильное замещение и элиминирование у насыщенного атома углерода на примере гидроксильных соединений.
13. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах. Присоединение воды, спиртов, тиолов, аминов, альдольная конденсация.
14. Карбоновые кислоты. Классификация. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Зависимость кислотных свойств от природы радикала.
15. Реакции нуклеофильного замещения в карбоксильной группе – образование ангидридов, сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов.
16. Пероксидное окисление  $\text{C}-\text{H}$  связи. Его биологическое значение. Окисление  $\text{C}=\text{C}$  связи, бензола и его гомологов.
17. Методы защиты живого организма от активных форм кислорода.
18. Особенности окислительно-восстановительных реакций органических соединений. Окисление кислород-, азот- и серусодержащих соединений.
19. Механизм действия активных центров коферментов оксидоредуктаз (НАД; ФАД). Биологически важные производные пиридина – никотинамид, пиридоксаль.
20. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Имидазол, пиримидин, пурин. Биологическая роль.
21. Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Стереизомерия.
22. Основные типы классификации  $\alpha$ -аминокислот, входящих в состав белков.
23. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот из кетонокислот. Реакция восстановительного аминирования и трансаминирования. Пиридоксальный катализ.

25. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образования иминов.
26. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции окислительного дезаминирования и гидроксирования.
27. Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов, и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота).
28. Пептиды и белки. Первичная структура белков. Строение и свойства пептидной группы. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структуре.
29. Углеводы Классификация моносахаридов. Стереоизомерия. D- и L- стереохимические ряды.
30. Открытые и циклические формы моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо-таутомерия.
31. Строение биологически важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза); гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза); дезоксисахаров (2-дезоксирибоза); аминсахаров (глюкозамин). Взаимопревращения альдоз и кетоз.
32. Химические свойства моносахаридов. Алкилирование, ацилирование, восстановление, окисление.
33. Дисахариды, восстанавливающие и невосстанавливающие. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Состав, строение, восстановительные свойства.
34. Полисахариды. Классификация. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Состав, строение, биологическая роль.
35. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат. Состав, строение, типы связей, биологическая роль.
36. Липиды. Классификация, строение. Природные жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.
37. Омыляемые липиды. Жиры как смесь триацилглицеринов. Биологическая роль. Химические свойства: реакции гидролиза, окисления, гидрирования, галогенирования. Йодное число.
38. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин. Биологическая роль.
39. Неомыляемые липиды. Терпены. Изопреноиды. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.
40. Стероиды. Стероидные гормоны. Прегнан, кортикостерон, андростан, андростерон, эстран, эстрадиол.
41. Желчные кислоты. Холевая кислота.
42. Стерины. Холестерин. Витамины группы D.
43. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот: пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин). Лактам-лактимная таутомерия.
44. Нуклеозиды. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком. Гидролиз.
45. Нуклеотиды – структурные единицы нуклеиновых кислот. Строение, номенклатура, гидролиз.
46. Нуклеозидмоно- и полифосфаты – АМФ, АДФ, АТФ. Понятие о макроэргических связях.
47. Строение НАД, НАДФ и ФАД, механизм переноса электронов и протонов.
48. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
49. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей между комплементарными пиримидиновыми и пуриновыми основаниями.

#### Критерии оценки:

*Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.*

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение в образовательной организации высшего образования и приступить к изучению последующих дисциплин.

### 3.2. Примерные тестовые задания, критерии оценки

#### 1 уровень

1. К гетероциклическим соединениям относится (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) бензол
  - б) фенол
  - в) этанол
  - г) пиррол
2. Согласно правилам систематической номенклатуры аспарагиновая кислота (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) бутандиовая кислота
  - б) пентандиовая кислота
  - в) 3-аминобутандиовая кислота
  - г) 2-аминобутандиовая кислота
3. По какому механизму протекает образование имина в реакции между аминокислотой и пиридоксальфосфатом (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а)  $S_R$
  - б)  $S_E$
  - в)  $A_N$
  - г)  $S_N$
4. К какому типу реагентов относится аммиак (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) радикал
  - б) нуклеофил
  - в) электрофил
5. Какая реакция не доказывает амфотерные свойства аспарагиновой кислоты (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а)  $Asp + HCl$
  - б)  $Asp + KOH$
  - в)  $Asp + CH_3OH$
  - г)  $Asp \rightarrow Asp^- + H^+$
6. Аминокислота валин в нейтральной среде (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) двигается к катоду
  - б) двигается к аноду
  - в) никуда не двигается
7. Прочность пептидной связи обусловлена (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) транс-расположением радикалов аминокислот
  - б) способностью образовывать внутри и межмолекулярные водородные связи
  - в) р-π сопряжением между атомами кислорода, азота и углерода
8. При декарбоксилировании какой аминокислоты образуется этаноламин (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) треонин
  - б) серин
  - в) глутаминовая кислота
  - г) тирозин
9. Обратимое превращение открытых форм углеводов в циклические полуацетали называется (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)
  - а) коагуляция
  - б) таутомерия

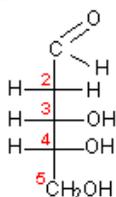
б) эпимеризация г) конденсация

10. Какой моносахарид входит в состав крахмала и гликогена (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) бета-D-глюкопираноза в) бета-D-галактопираноза

б) альфа-D-галактопираноза г) альфа-D-глюкопираноза

11. В соединении укажите номер атома углерода, относительно которого оно относится к D или L-оптическому ряду (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)



а) 2 в) 4

б) 3 г) 5

12. Какое расположение относительно плоскости двойной связи имеют углеводородные радикалы в природных полиненасыщенных кислотах (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) орто в) цис

б) мета г) транс

13. Какое соединение не входит в состав простого липида (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) жирная кислота в) фосфорная кислота

б) жирный спирт г) глицерин

14. Какое соединение способствует эмульгированию жиров в ЖКТ (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) холестерин в) тестостерон

б) альдостерон г) холевая кислота

15. Укажите тип связи между азотистым основанием и углеводом в нуклеозиде аденозин (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) сложноэфирная в) водородная

б) O-гликозидная г) N-гликозидная

16. Укажите правильное обозначение рибонуклеотида дезоксиаденозин (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) Ad в) dA

б) Da г) DA

17. Какой тип связи стабилизирует двойную спираль ДНК. (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) ионная в) водородная

б) гликозидная г) сложноэфирная

18. Укажите правильную запись последовательности нуклеотидов в ДНК (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) d(C-G-U -T) в) (C-G-U-T)

б) d(C-G- A -T) г) (C-G-A-T)

19. Универсальной реакцией для белков является реакция (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) ксантопротеиновая в) биуретовая

б) Фоля г) йодоформная

20. Какой реагент позволяет отличить пропанол и глицерин (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

а) раствор перманганата калия в) азотная кислота

б) бромная вода г) гидроксид меди (II)

## 2 уровень

1. Соотнесите вещество и тип сопряжения в нем (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

1. Бромбензол А. пл

2. Пропеналь Б. рл

3. Аминоэтен В. нет сопряжения

2. Пропионовый альдегид вступает в реакцию. Установите соответствие между реагентом и классом продукта (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

1. Циановодород А. альдол

2. Уксусный альдегид Б. основание Шиффа (имин)

3. Этанол В. цианоспирт

4. Этиламин Г. полуацеталь

3. Соотнесите аминокислоту и характер её углеводородного радикала (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

- |              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| 1. триптофан | А. алифатический                   |
| 2. серин     | Б. алифатический гетероциклический |
| 3. тирозин   | В. ароматический гетероциклический |
| 4. пролин    | Г. ароматический                   |

4. Установите соответствие между дисахаридом и характером гликозидной связи в нём (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

- |               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| 1. мальтоза   | А $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4)  |
| 2. лактоза    | Б $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 2) |
| 3. сахароза   | В $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 4) |
| 4. целлобиоза | Г. $\beta$ (1 $\rightarrow$ 2) |

5. Соотнесите ненасыщенную жирную кислоту и месторасположение двойных связей в её молекуле (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

- |                |  |
|----------------|--|
| 1. линоленовая | А C <sub>9</sub>                                 |
| 2. олеиновая   | Б C <sub>9</sub> C <sub>12</sub>                 |
| 3. линолевая   | В C <sub>9</sub> C <sub>12</sub> C <sub>15</sub> |

### 3 уровень

1. В трипептиде Pro-Phe-Met

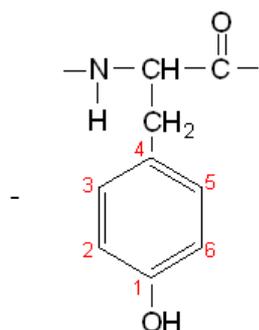
а) Напишите название  $\alpha$ -аминокислоты, которую можно обнаружить с помощью ксантопротеиновой реакции

б) К какому типу относится ксантопротеиновая реакция

- универсальная                      - специфичная

(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

2. Одной из стадий синтеза тироксина (гормона щитовидной железы) является иодирование остатков аминокислоты тирозин



а) по какому механизму протекает реакция иодирования

- S<sub>R</sub>   - A<sub>N</sub>   - S<sub>E</sub>   - S<sub>N</sub>

б) укажите места вступления атомов йода в бензольное кольцо

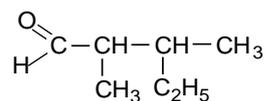
- 1 и 3   - 2 и 3                      - 2 и 6                      - 1, 2, 3, 4, 5

(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

3. Органическое соединение имеет следующую структуру

а) правильное название соединения

- 2-амино-3-этилбутановая кислота
- 2-амино-3-этилбутаналь
- 2-амино-3-метилпентаналь
- 2-амино-3-метилпентановая кислота



б) по структуре углеродного скелета оно является

- а) ненасыщенным линейным
- б) насыщенным разветвленным
- в) ненасыщенным разветвленным

(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

### **Критерии оценки**

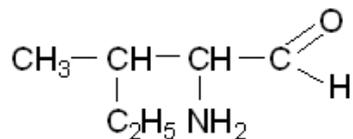
«зачтено» ставится при выполнении более 71% заданий

«не зачтено» при выполнении менее 70% заданий

### 3.3. Примерные ситуационные задачи, критерии оценки

#### *Раздел 1 Основы строения и реакционной способности органических соединений.*

1. Назовите соединение по международной (заместительной) номенклатуре; укажите класс соединения по углеродному скелету и функциональным группам:



(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- представлена классификация органического соединения а) по характеру углеродного скелета, б) по характеру связи между атомами углерода в) по количеству функциональных групп
- углеродный скелет пронумерован согласно правилам IUPAC
- приведено название органического соединения согласно правилам **систематической** номенклатуры IUPAC

**оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям (см. выше)
- допущена 1 ошибка или 1-2 недочета

**оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если**

- работа выполнена согласно требованиям не менее, чем на 60% или допущено 2 ошибки

**оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, если**

- работа содержит более, чем 2 ошибки
- обучающийся не знает принципов классификации органических соединений, правил нумерации и номенклатуры согласно правилам IUPAC
- обучающийся не владеет правилами номенклатуры IUPAC

2. Укажите вид и знак электронных эффектов в этилаmine  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$

и винилаmine:  $\text{CH}_2=\text{CH-NH}_2$

(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**оценка «отлично» ставится обучающемуся, если**

- приведены формулы обоих соединений
- графически верно отображено влияние функциональных групп в двух соединениях, указаны частичные заряды, возникающие в результате перераспределения электронов в молекуле органического вещества
- верно определен вид и знак индуктивного и мезомерного эффектов в двух соединениях
- верно определено влияние функциональной группы в каждом из двух соединений.

**оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям не менее, чем на 60% или допущено 2 ошибки

**оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- обучающийся не владеет навыками составления формул органических соединений
- обучающийся не знает о механизме влияния заместителей в составе органического соединения и не владеет навыками графического отображения этого влияния
- обучающийся не знает о видах заместителей в органических соединениях

3. Изобразите с помощью формулы Фишера D-изомер 2-гидроксипропаналя.

(ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлена структурная формула соединения, указан ассиметричный атом углерода в его составе

- проекционная формула Фишера составлена согласно правилам, обозначено положение функциональной группы у асимметричного атома углерода

- обозначен оптический класс соединения

**оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки

**оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена менее, чем на 60%

- обучающийся не владеет навыками составления структурных и проекционных формул

- обучающийся не знает понятий «асимметричный атом», «оптическая изомерия»

4. Объясните, какое соединение этанол или 2- бромэтанол обладает более сильными кислотными свойствами (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлена структурная формула соединения, обозначен кислотный центр

- графически обозначено влияние радикалов на кислотный центр

- приведено сравнение по кислотным свойствам, обозначено более кислотное соединение

- приведено логически построенное обоснование выбора

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена менее, чем на 60%

- обучающийся не владеет навыками составления структурных формул

- обучающийся не знает понятий «кислота» и «основание»

- не владеет навыками сравнения веществ по кислотным свойствам, представления логически обоснованного ответа в письменном или устном виде

5. Какое соединение – аммиак или этиламин - обладает более сильными основными свойствами (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлена структурная формула соединения, обозначен основной центр

- графически обозначено влияние радикалов на основной центр

- приведено сравнение по основным свойствам, обозначено соединение с большими основными свойствами

- составлено логически построенное письменное обоснование выбора

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена менее, чем на 60%

- обучающийся не владеет навыками составления структурных формул

- обучающийся не знает понятий «кислота» и «основание»

- не владеет навыками сравнения веществ по основным свойствам, представления логически обоснованного ответа в письменном или устном виде

**Раздел 2. Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.**

Напишите уравнение реакции, укажите субстрат, реагент, реакционные центры. По какому

механизму протекает данная реакция, укажите при необходимости условия протекания (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

1. Пероксидное окисление 2-метилбутана.
2. Взаимодействие фенола с азотной кислотой
3. Взаимодействие бутанола-1 и хлорэтана
4. Альдольная конденсация этанала
5. Взаимодействие пропионовой кислоты с метиламином

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлено уравнение химической реакции
- указан субстрат и реагент
- указаны реакционные центры в составе субстрата и реагента
- указан тип химической реакции согласно классификации реакций в органической химии
- указаны условия протекания реакции

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- составлено уравнение химической реакции
- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

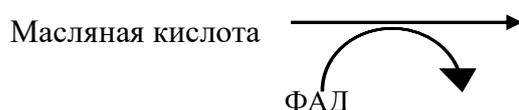
- составлено уравнение химической реакции
- работа выполнена согласно требованиям допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

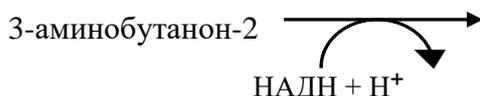
- работа выполнена менее, чем на 60%
- обучающийся не владеет навыками составления химических уравнений
- обучающийся не знает классификацию реакций в органической химии
- обучающийся не знает условий протекания реакций с участием классов органических веществ
- обучающийся не владеет навыками определения субстрата и реагента в реакции, реакционных центров

### Раздел 3 Окислительно-восстановительные реакции в организме. Гетерофункциональные соединения

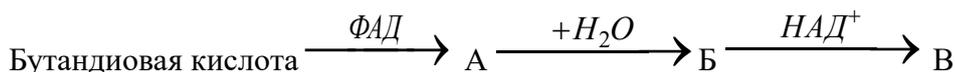
1. Допишите уравнение реакции, представьте работу активного центра кофермента (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)



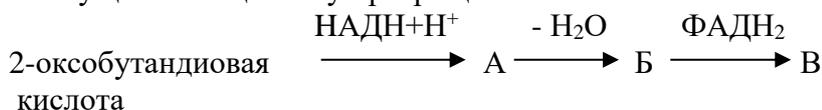
2. Допишите уравнение реакции, представьте работу активного центра кофермента (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)



3. Осуществите цепочку превращений. Назовите конечный продукт (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)



4. Осуществите цепочку превращений. Назовите конечный продукт (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)



**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлено уравнение химической реакции
- указаны формы субстрата и кофермента (окисленная или восстановленная)
- представлен механизм работы кофермента
- в цепочке превращений представлена нумерация этапов

- приведена последовательность превращения соединения, указаны условия протекания реакций (где необходимо)

- приведено название веществ согласно номенклатуре IUPAC

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- выполнено не менее 80% работы согласно требованиям

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- выполнено не менее 70% работы согласно требованиям

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- выполнено менее 60% работы

- обучающийся не знает понятий «окисление» и «восстановление» в органической химии

- обучающийся не владеет навыком составления уравнений реакций с участием коферментов

- обучающийся не знает механизма работы коферментов

-

**Раздел 4 Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды.**

1. Приведите уравнения реакций окисления **D** – галактозы. Назовите продукты (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- представлена структурная формула углевода в виде проекционной формулы Фишера

- составлены уравнения реакций окисления D-галактозы, указаны условия протекания, приведены названия продуктов превращения

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- обучающийся не знает структурной формулы D-галактозы

- обучающийся не знает химических свойств моносахаридов

2. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования аминокислоты серин. Представьте механизм реакции (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлено уравнение реакции декарбоксилирования аминокислоты

- приведено название продукта реакции (или класс – биогенный амин)

- представлен механизм пиридоксалевого катализа, показаны отдельные стадии, указаны обратимые стадии процесса.

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям не менее, чем на 80% или допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- обучающийся не знает формул аминокислот

- обучающийся не владеет навыком составления уравнений реакций с участием аминокислот

- обучающийся не владеет навыком применения теоретических знаний для решения конкретной ситуационной задачи

3. Напишите структурную формулу трипептида Met, Gln, Ala. Подчеркните N- и C-концы, выделите пептидные группы. Приведите его заряды в нейтральной среде и при pH = 4? Куда он будет перемещаться в поле постоянного тока при этом значении. Какие цветные реакции он дает? (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлена формула трипептида, обозначены N- и C-концы, приведено название трипептида согласно правилам

- приведена схема образования зарядов в аминокислотах при заданных величинах рН, показана схема кислотно-основных свойств.
- определен общий заряд трипептида, указано его значение и направление движения к электроду в электрическом поле при заданных значениях рН
- указаны характерные качественные реакции для трипептида

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям на 90% или допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена не менее, чем на 80% согласно требованиям или допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- обучающийся не владеет навыком составления формул трипептидов, не знает правил номенклатуры для трипептидов
- обучающийся не знает сущности кислотно-основных свойств пептидов, не владеет навыком построения схем электрофореза
- обучающийся не знает качественных реакций на аминокислоты в составе пептидов

4. Напишите уравнение реакции синтеза **1-стеароил-2-линоленоил-фосфатидилхолина**. (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- реакции синтеза фосфолипида составлены в правильной последовательности
- указаны условия протекания реакций
- составлена структурная формула фосфолипида с правильным расположением остатков жирных кислот в остатке глицерина

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена не менее, чем на 70% согласно требованиям
- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена менее, чем на 60%
- обучающийся не знает структуру фосфолипида, формул жирных кислот и ОН-содержащего компонента в его составе
- обучающийся не владеет навыком написания уравнения реакции синтеза фосфолипида
- обучающийся не владеет навыком применения теоретических знаний для решения конкретной ситуационной задачи

5. Напишите формулу холестерина. Выделите структуру углеводорода, лежащего в его основе. Напишите уравнение взаимодействия холестерина с олеиновой кислотой. (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если**

- составлена структурная формула холестерина, выделена структура углеводорода холестана, приведено его название
- составлено уравнение реакции между холестерином и карбоновой кислотой, указаны условия протекания, тип реакции и её обратимый характер
- в карбоновой кислоте указан ненасыщенный характер и местоположение двойной связи

**Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущена 1 ошибка
- работа выполнена не менее, чем на 90%

**Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена согласно требованиям, допущено 2 ошибки
- работа выполнена не менее, чем на 70%

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если**

- работа выполнена менее, чем на 60%
- обучающийся не знает структурную формулу холестерина и олеиновой кислоты
- обучающийся не знает структурных формул родоначальных структур стероидов и их названия
- обучающийся не владеет навыком применения теоретических знаний для решения конкретной ситуационной задачи

### 3.4 Примерный перечень практических навыков, критерии оценки (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

Обучающийся должен знать

1. Принципы классификации органических соединений, правила номенклатуры IUPAC.
2. Современные представления о природе химической связи в молекулах органических соединений, взаимном влиянии атомов и их групп, пространственном строении органических веществ.
3. Механизмы реакций с участием органических соединений. Отдельные стадии реакций свободнорадикального замещения и нуклеофильного замещения как биологически значимых процессов
4. Особенности протекания окислительно-восстановительных процессов *in vivo* и *in vitro*, строение и механизм действия коферментов дегидрогеназ (НАД, ФАД, убихинон) и их биологическое значение.
5. Химическое и пространственное строение, физические и химические свойства углеводов (моно-, ди- и полисахаридов), аминокислот, белков, омыляемых и неомыляемых липидов,
6. Химическое строение и правила номенклатуры нуклеозидов и нуклеотидов во взаимосвязи с их биологическими функциями. Строение и биологическое значение нуклеиновых кислот.
7. Правила техники безопасности в химической лаборатории, приёмы обращения с химической посудой и приборами.

Обучающийся должен уметь

1. Пользоваться различными источниками информации (учебной, научной, справочной литературой) для решения теоретических и практических задач
2. Составлять названия биологически важных органических природных и синтетических соединений на основе номенклатуры IUPAC.
3. Грамотно отображать пространственное и химическое строение органического вещества, прогнозировать его кислотность или основность, реакционную способность.
4. Находить реакционные центры в составе органических молекул, записывать уравнения химических реакций, характерных для определённого класса органических веществ.
5. Объяснять биологическую роль отдельных классов органических веществ (предельные, непредельные и ароматические углеводороды, углеводы, аминокислоты), составлять уравнения химических реакций с их участием, предполагать направления превращения органических соединений
6. Проводить химический эксперимент согласно правилам техники безопасности, интерпретировать результат на основании современной научной картины мира, выявлять причинно-следственную связь между теоретическими положениями и наблюдаемыми явлениями, планировать ход исследования, составлять протокол
7. Оказывать первую помощь при получении ожога кислотой или щелочью, пореза стеклом

Обучающийся должен владеть

1. Навыком работы с химической посудой, приборами и реактивами.
2. Навыком работы с учебной, справочной и научной литературой, сетью Интернет
3. Навыками использования современных теоретических знаний в решении качественных и ситуационных задач по предмету «Основы биоорганической химии»

4. Навыком химического языка в построении формул, отображении химических реакций с участием органических соединений
5. Навыком представления результатов практического исследования в виде логически построенного и завершённого протокола с применением таблиц, схем, графиков или публичного выступления

- **«зачтено»** - обучающийся обладает теоретическими знаниями и владеет методикой выполнения практических навыков, демонстрирует их выполнение, в случае ошибки может исправить при коррекции их преподавателем;

- **«не зачтено»** - обучающийся не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

### 3.5 Примерное задание к формированию портфолио (ОК-1, ОПК-7, ПК-20)

**Портфолио обучающегося включает в себя материалы, отражающие выполнение следующих заданий (портфолио работ) по основным разделам курса:**

#### I. Основы строения и реакционной способности органических соединений.

- представить классификацию органического соединения по структуре углеродного скелета, характеру связи и наличию функциональной группы. Назвать согласно правилам номенклатуры IUPAC
- изобразить с помощью формулы Фишера оптический изомер органического соединения
- изобразить графически влияние заместителя в составе органического соединения, определить его характер

#### II. Общие закономерности реакционной способности органических соединений разных классов как химическая основа их биологического функционирования.

Написать уравнение реакции, указать субстрат, реагент, реакционные центры.

- реакции радикального замещения в насыщенных углеводородах
- реакции электрофильного присоединения с участием ненасыщенных углеводородов
- реакции электрофильного замещения в производных бензола
- реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода;
- реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах
- реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах;

#### III Окислительно-восстановительные реакции в организме.

Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции, представьте механизм работы активного центра коферментов ФАД или НАД<sup>+</sup>

#### IV. Биополимеры и их структурные компоненты.

##### 1. Углеводы:

- моносахариды (стереоизомерия, цикло-оксотаутомерия)
- ди- и полисахариды (состав, структура, тип связей).

2. Аминокислоты: (кислотно-основные свойства, механизм реакций декарбоксилирования, окислительного дезаминирования).

3. Пептиды, белки: (структура, кислотно-основные свойства, уровни организации).

##### 4. Липиды:

- омыляемые липиды (строение триглицерида и фосфолипида, реакции пероксидного окисления ненасыщенных жирных кислот и  $\beta$ -окисления насыщенных жирных кислот);
- стероиды: (структурные формулы, биологическое значение).

5. Нуклеиновые кислоты: (структура нуклеотида и динуклеотида, номенклатура).

#### Критерии оценки:

- оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если

1. портфолио оформлено в виде отдельной папки на листах формата А4. Имеет титульный лист, оглавление в том числе каждого раздела, нумерацию страниц
2. Содержит аккуратно выполненные задания по перечисленным разделам курса, согласно требованиям задания.
3. В разделе II в схемах и реакциях указаны субстрат, реагент, их реакционные центры, распределение зарядов в молекулах органических соединений, указан тип реакции.
4. В разделе IV приведены полные структурные формулы коферментов НАД и ФАД, указан механизм работы активных центров
5. Для биологически важных соединений в разделе IV: углеводов, аминокислот, белков, липидов, нуклеиновых кислот приведено строение, указан состав, природа связей, приведены химические реакции, раскрывающие биологическую значимость данных классов соединений.

-оценка «не зачтено» выставляется студенту, если

1. Не выполнены требования по оформлению портфолио, выполнено менее 70% заданий или допущено большое количество ошибок, портфолио не представлено преподавателю на проверку на этапе приема практических навыков.
2. Отсутствует в полном объеме информация по блоку биологически важных веществ: структура, биологически значимые реакции (аминокислоты, белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты)

### **3.6 . Примерные темы докладов по дисциплине**

- 1 Пространственное строение и биологическая активность органических веществ.
- 2 Пероксидное окисление липидов. Медико-биологическое значение.
3. Биологическая роль фосфолипидов.
4. Желчные кислоты. Биологическое значение
5. История открытия нуклеиновых кислот.
6. Медико-биологическое значение холестерина.
7. Биологическая роль гормонов щитовидной железы.
8. Витамин Д и его биологическая роль
9. Значение витамина Д для детского организма
10. Влияние этанола на организм человека
11. Окислительно-восстановительные процессы в организме.
12. Биологическая роль аденозинтрифосфорной кислоты.

### ***Критерии оценки***

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если

1. работа оформлена в печатном (или электронном) виде, имеет титульный лист, где отражено название работы, Ф.И. и группа исполнителя и Ф.И. и должность проверяющего, оглавление, нумерацию страниц, вывод и список литературы
2. Текст имеет четкую логику изложения, каждая глава начинается на отдельном листе и имеет название
3. В работе отражена актуальность темы, содержится анализ и обобщение литературных данных, основное внимание уделено медико-биологическим аспектам биоорганической химии;
4. Рисунки, схемы или таблицы имеют нумерацию и подпись согласно правилам ГОСТа
5. имеется обобщающий вывод
2. доклад представлен в виде презентации;
  - презентация имеет титульный слайд с указанием учебного учреждения, названия доклада, исполнителей и научного руководителя;
  - текст структурирован;
  - рисунки, диаграммы или таблицы пронумерованы и имеют названия;
  - приведены химические формулы, которые соответствуют тексту;
  - слайды не перегружены информацией, информация легко читается;
  - шрифт легко воспринимается и просматривается на фоне слайда;

3. доклад сделан грамотным литературным языком, с соблюдением интонации;  
-соблюден регламент выступления 7-8мин.

- «не зачтено» выставляется студенту, если

1. содержание доклада не соответствует названию, материал не систематизирован, не отражено медико-биологическое значение темы. Объем доклада незначительный, изложение ненаучно;

2. презентация оформлена не в соответствии с требованиями, объем текста на слайде более 60%, отсутствует структурирование, не приведены химические формулы, отсутствуют поясняющие надписи к таблицам, рисункам.

3. докладчик не владеет материалом, монотонно читает, не отрываясь от текста.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1. Методика проведения тестирования**

**Целью этапа** промежуточной аттестации по дисциплине «Основы биоорганической химии», проводимой в форме тестирования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины).

##### **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

##### **Субъекты, на которых направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину «Основы биоорганической химии».. В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

##### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины на последнем занятии. Место и время проведения тестирования предварительно согласуется учебным доцентом кафедры с информационно-вычислительным центром, составляется график прохождения тестирования, где указывается время, аудитория проведения этапа. Информация о времени и сроках тестирования доводится до сведения обучающихся и вывешивается на информационных стендах.

##### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Аудитория (компьютерный класс) должны быть оснащены компьютерами, подключенными к сети Интернет и иметь доступ к банку разработанных тестов Университета. Посадочное рабочее место должно быть доступно для одного студента, иметь естественное освещение.

##### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль).

##### **Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк тестовых заданий. Преподаватели кафедры разрабатывают задания для тестового этапа зачёта, утверждают их на заседании кафедры и передают в информационно-вычислительный центр в электронном виде вместе с копией рецензии. Минимальное количество тестов, составляющих фонд тестовых заданий, рассчитывают по формуле: трудоемкость дисциплины в з.е. умножить на 50.

Тесты включают в себя задания 3-х уровней:

- ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)
- ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)
- ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)

##### **Соотношение заданий разных уровней и присуждаемые баллы**

	Вид промежуточной аттестации
--	------------------------------

	экзамен
Количество ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)	30
Кол-во баллов за правильный ответ	1
Всего баллов	<b>30</b>
Количество ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)	15
Кол-во баллов за правильный ответ	2
Всего баллов	<b>30</b>
Количество ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)	5
Кол-во баллов за правильный ответ	8
Всего баллов	<b>40</b>
Всего тестовых заданий	<b>50</b>
Итого баллов	<b>100</b>
Мин. количество баллов для аттестации	70

### **Описание проведения процедуры:**

Для проведения тестирования используется программа INDIGO. Обучающемуся предлагается выполнить 50 тестовых заданий разного уровня сложности. Время, отводимое на тестирование, составляет не более полутора академических часов..

Студент проходит тест на этапе приёма практических навыков, в случае получения оценки «не зачтено» в день проведения этапа собеседования (устно-письменного экзамена)

### **Результаты процедуры:**

Результаты тестирования на компьютере или бумажном носителе имеют качественную оценку «зачтено» – «не зачтено». Оценки «зачтено» по результатам тестирования являются основанием для допуска обучающихся к собеседованию. При получении оценки «не зачтено» за тестирование обучающийся к собеседованию не допускается и по результатам промежуточной аттестации выставляется оценка «не зачтено»

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в журнале, а затем - в экзаменационные ведомости в соответствующую графу.

## **4.2 Методика проведения приема практических навыков**

**Цель этапа** промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме приема практических навыков является оценка уровня приобретения обучающимся умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины «Основы биоорганической химии»

### **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

### **Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину. В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины «Основы биоорганической химии» на последнем занятии или в день проведения собеседования.

### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Учебная аудитория должна быть снабжена учебной мебелью, представлены методические пособия для аудиторных работ, наборы реактивов и посуды для проведения лабораторного эксперимента. Остальные требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину, в случае проведения в день собеседования – дежурный преподаватель.

#### **Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки умений и навыков. Банк оценочных материалов включает перечень практических навыков, которые должен освоить обучающийся для будущей профессиональной деятельности.

#### **Описание проведения процедуры:**

Оценка уровня освоения практических умений и навыков может осуществляться на основании положительных результатов текущего контроля при условии обязательного посещения всех занятий семинарского типа.

Для прохождения этапа проверки уровня освоения практических навыков обучающийся должен предоставить лекционные записи по дисциплине, сдать на проверку полностью выполненные индивидуальные задания, оформленные в папку портфолио и протоколы лабораторных работ.

Этап приёма практических навыков также включает прохождение компьютерного теста по дисциплине в программе INDIGO

#### **Результаты процедуры:**

Результаты проверки уровня освоения практических умений и навыков имеют качественную оценку «зачтено» – «не зачтено». Этап считается зачтенным при получении оценки «зачтено» за портфолио (примерные задания и критерии оценки портфолио см. п.3.5. приложения Б), а также полностью оформленных и зачтенных протоколов лабораторных работ, отсутствия пропусков занятий и неудовлетворительных текущих оценок

Оценки «зачтено» по результатам проверки уровня освоения практических умений и навыков являются основанием для допуска обучающихся к собеседованию.

При получении оценки «не зачтено» за освоение практических умений и навыков обучающийся к собеседованию не допускается и по результатам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «не зачтено».

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в экзаменационные ведомости в соответствующую графу.

### **4.3. Методика проведения устного собеседования (экзамена)**

**Целью процедуры** промежуточной аттестации по дисциплине «Основы биоорганической химии», проводимой в форме устного собеседования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины).

#### **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

#### **Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину «Основы биоорганической химии». В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

#### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины в соответствии с приказом о проведении промежуточной аттестации

График проведения промежуточной аттестации составляется учебным отделом в соответствии с учебным планом, состав экзаменационной комиссии утверждается учебным отделом по представлению кафедры, который затем утверждается приказом.

#### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Аудитория имеет естественное освещение, имеются отдельные посадочные места для студентов, места для членов экзаменационной комиссии.

### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

### **Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает вопросы, как правило, открытого типа, перечень тем, выносимых на опрос, типовые задания. Из банка оценочных материалов формируются печатные бланки индивидуальных заданий (билеты). Количество вопросов, их вид (открытые или закрытые) в бланке индивидуального задания определяется преподавателем самостоятельно.

### **Описание проведения процедуры:**

Обучающийся в присутствии комиссии самостоятельно путем случайного выбора получает бланк оценочных материалов (экзаменационный билет), а также лист формата А4 со штампом образовательного учреждения для ответов.

После получения бланка индивидуального задания и подготовки ответов обучающийся должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенции дать устные развернутые ответы на поставленные в задании вопросы и задания в установленное преподавателем время. Продолжительность проведения процедуры определяется преподавателем самостоятельно, исходя из сложности индивидуальных заданий, количества вопросов, объема оцениваемого учебного материала, общей трудоемкости изучаемой дисциплины (модуля) и других факторов.

Собеседование проводится по вопросам билета и (или) по ситуационной(ым) задаче(ам). Результат собеседования определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», о чем делается соответствующая запись в экзаменационной ведомости.

### **Результаты процедуры:**

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и экзаменационные ведомости и представляются в деканат факультета, за которым закреплена образовательная программа..

По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.