

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет _____ **Лечебный** _____

Кафедра _____ **Морфологии** _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине _____ **Б1.О.11 Биоорганическая химия** _____

**по направлению подготовки
(специальности)** _____ **31.05.01 Лечебное дело
(с элементами английского языка)** _____

**квалификация (степень)
выпускника** _____ **Врач-лечебник** _____

форма обучения _____ **Очная** _____

год начала подготовки _____ **2021** _____

Майкоп

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по специальности 31.05.01 Лечебное дело (с элементами английского языка).

Составитель рабочей программы:

Старший преподаватель

(должность, ученое звание, степень)

(подпись)

Овчарова Ю.А.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

Морфологии

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой
«23» 08 2021 г.

(подпись)

Савенко В.О.

(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией факультета

(где осуществляется обучение)

«23» 08 2021 г.

Председатель
научно-методического
совета специальности
(где осуществляется обучение)

Куанова И.Д.

(Ф.И.О.)

Декан факультета
(где осуществляется обучение)
«24» 08 2021 г.

(подпись)

Намитоков Х.А.

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМУ

«25» 08 2021 г.

Чудесова Н.Н.

(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой
по направлению (специальности)

Куанова И.Д.

(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

Цель дисциплины: формирование системных знаний о строении, свойствах и реакционной способности основных классов органических соединений, лежащих в основе физико-химической сущности и процессов, происходящих в организме человека на молекуларном и клеточном уровнях.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о строении и свойствах основных классов органических соединений;
- обучение умениям выявлять свойства веществ органической природы, определяющих особенности их поведения в химических реакциях и процессах жизнедеятельности;
- формирование практических умений постановки и выполнения экспериментальной работы;
- формирование навыков изучения научной литературы и официальных статистических обзоров.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП по специальности.

Дисциплина «Биоорганическая химия» входит в перечень базовой части ОПОП подготовки специалистов по специальности 31.05.01 Лечебное дело (с элементами английского языка).

Обучение студентов осуществляется на основе преемственности знаний и умений, полученных в курсе «Химия» общеобразовательных учебных заведений. Является предшествующей для изучения дисциплин: биохимия; гистология, эмбриология, цитология; нормальная физиология; патофизиология, клиническая патофизиология; фармакология; гигиена; микробиология, вирусология; клинические дисциплины.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы – компетенции обучающихся, установленные образовательным стандартом:

В результате изучения учебной дисциплины у обучающегося формируется общепрофессиональная компетенция:

Наименование категории общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Дескрипторы
Диагностические инструментальные методы обследования	ОПК-4 Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента	ОПК-4.1 – Готов применить алгоритм медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.	знать: методику полного физикального исследования пациента; методы лабораторных и инструментальных исследований для оценки состояния здоровья, медицин-

	<p>с целью установления диагноза.</p>	<p>ские показания к проведению исследований, правила интерпретации их результатов.</p> <p>уметь: осуществлять сбор жалоб, анамнеза жизни и заболевания пациента и анализировать полученную информацию;</p> <p>владеть: проведением полного физикального обследования пациента.</p>
	<p>ОПК-4.2 – Готов применить медицинские изделия, лекарственные препараты, в том числе иммунобиологические, и иные вещества и их комбинации при решении профессиональных задач.</p>	<p>знать: этиологию, патогенез и патоморфологию, клиническую картину, дифференциальную диагностику, особенности течения, осложнения и исходы заболевания внутренних органов.</p> <p>уметь: проводить полное физикальное обследование пациента и интерпретировать его результаты; обосновывать необходимость и объем лабораторного и инструментального обследования пациента; интерпретировать данные, полученные при лабораторном и инструментальном обследовании пациента.</p> <p>владеть: проведением полного физикального обследования пациента, формулированием предварительного диагноза и состав-</p>

			ление плана лабораторных и инструментальных обследований пациента.
		ОПК-4.3 – Оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.	<p>знать: закономерности функционирования здорового организма и механизмы обеспечения здоровья с позиции теории функциональных систем; особенности регуляции функциональных систем организма человека при патологических процессах.</p> <p>уметь: осуществлять раннюю диагностику заболеваний внутренних органов; проводить дифференциальную диагностику заболеваний внутренних органов от других заболеваний.</p> <p>владеть: проведением дифференциальной диагностики с другими заболеваниями/ состояниями, в том числе неотложными.</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине - знания, умения и навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные понятия и теоретические основы биоорганической химии; основные свойства органических соединений и их практическое значение в медицине; основные биологические, физические и химические закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека; основы строения и реакционной способности органических соединений; биологически важные реакции монофункциональных органических соединений; поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности; биополимеры и их структурные компоненты, низкомолекулярные регуляторы.

уметь: классифицировать органические соединения, исходя из структурных особенностей; составлять в соответствии с правилами номенклатуры ИЮПАК названия органи-

ческих соединений по их структурной формуле и, наоборот, по названию приводить структурную формулу; находить связь между строением вещества и его химическими возможностями; пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет; проводить элементарную статистическую обработку данных; обобщать различные источники информации с целью приобретения новых профессиональных знаний.

владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, поиск в сети Интернет; навыками вести поиск и делать обобщающие выводы; навыками безопасной работы в химической лаборатории и умениями обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.

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

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр	
		2	
Контактные часы (всего)	48,4/1,34	48,4/1,34	
В том числе:			
Лекции (Л)	16/0,44	16/0,44	
Практические занятия (ПЗ)	-	-	
Семинары (С)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	32/0,89	32/0,89	
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	0,4/0,01	0,4/0,01	
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	-	-	
Самостоятельная работа (СР) (всего)	33/0,92	33/0,92	
В том числе:			
Расчетно-графические работы	-	-	
Реферат	-	-	
<i>Другие виды СР (если предусматриваются, приводится перечень видов СР)</i>			
1. Составление плана-конспекта, работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	33/0,92	33/0,92	
Курсовой проект (работа)	-	-	
Контроль (всего)	26,7/0,74	26,7/0,74	
Форма промежуточной аттестации: (экзамен)	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость (часы/ з.е.)	108/3	108/3	

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

Заочная форма обучения ФГОС ВО по специальности не предусмотрена

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

№ п/п	Раздел дисциплины	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	ЛЗ	КРАТ	СРП	Контроль	СР		
2 семестр										
1.	The history of the development of bioorganic chemistry. The role of bioorganic chemistry in the theoretical training of a doctor.	1	1	-	-	-	-	-	Беседа, групповое мероприятие	
2.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	1-4	4	10	-	-	-	10	Опрос, выполнение кейс-задач	
3.	Monofunctional organic compounds of biological interests.	5-7	3	6	-	-	-	6	Опрос, выполнение кейс-задач	
4.	Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.	8-10	3	6	-	-	-	6	Опрос, выполнение кейс-задач	
5.	Biopolymers and their structural constituents.	11-15	5	10	-	-	-	11	Опрос, выполнение кейс-задач	
	Промежуточная аттестация	По расписанию	-	-	0,4	-	26,7	-	Экзамен в устной форме	
	Итого		16	32	0,4	-	26,7	33		

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

Заочная форма обучения ФГОС ВО по специальности не предусмотрена

5.3. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Биоорганическая химия», образовательные технологии

Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоем- кость (ча- сы/з.ед.)	Содержание	Формируе- емые компе- тенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образова- тельные технологии
1	2	3	4	5	6	7
2 семестр						
1.	The history of the development of bioorganic chemistry. The role of bioorganic chemistry in the theoretical training of a doctor.	1/0,03	Formation of bioorganic chemistry as a science. Bioorganic chemistry today. Prospects for the development of bioorganic chemistry. The main sections of bioorganic chemistry. Subject and object of study of bioorganic chemistry. The tasks of bioorganic chemistry. The role of bioorganic chemistry in the theoretical training of a doctor.	ОПК-4: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	знать: историю, успехи, современные достижения и перспективы биоорганической химии в раскрытии тайн живой природы. уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности. владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности.	Слайд-лекция
2.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	4/0,11	Introduction into bioorganic chemistry. Classification of organic compounds. Nomenclature of organic compounds. Configuration and conformations of organic substances. The theory of the chemical structure of organic compounds. isom-	ОПК-4: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	знать: критерии классификации органических соединений, основные классы органических соединений, функциональные группы, основные правила систематической но-	Слайд-лекция

		<p>erism and its types. Configuration and conformation of open-chain organic compounds. Conformation of cyclic compounds.</p> <p>Conjugated and aromatic systems. Conjugated systems. Aromatic systems. Inductive and resonance effects. Organic Reaction Terminology.</p> <p>Classification and mechanism of organic reactions. Classification of reagents involved into the chemical reactions. Classification of chemical reactions in organic chemistry.</p> <p>Hydrocarbons. Radical substitution at sp^3-hybridized carbon atom. Halogenation of alkanes. The mechanism of electrophilic addition to a multiple bond - A_E. Electrophilic addition to alkenes and alkynes. The addition of unsymmetrical reagents to unsymmetrical alkenes and alkynes. Electrophilic addition to conjugated systems. The mechanism of electrophilic aromatic substitution - S_E. Ring-activating and ring-deactivating substituents. Electrophilic aromatic substitution in polycyclic aromatic hydrocarbons. Electrophilic substitution in heteroaromatic compounds.</p>	<p>менклатуры ИЮПАК, термины – родоначальная структура, заместители, характеристические группы; понятие об изомерии органических соединений и ее разновидности, типы гибридизации атомных орбиталей углерода, виды ковалентных связей, их основные характеристики, электронное строение систем с открытой и замкнутой цепью сопряжения, сопряжение как фактор стабильности, электронные эффекты заместителей и их влияние на распределение электронной плотности в молекуле; гомолитический (радикальный) и гетероклитический (ионный) разрыв химической связи, термины – субстрат, реагент, реакционный центр, электронной строение свободных радикалов, карбкатионов, карбанионов и факторы, обуславливающие их термодинамическую стабильность, свободнорадикальные реакции в алканах, цепной характер этих реакций, реакции электрофильного присоединения в алкенах,</p>
--	--	--	---

общий механизм, кислотный катализ, причины региоселективности, правило Марковникова, реакции электрофильного замещения в аренах, общий механизм, алкилирование, галогенирование и сульфирование бензола и его производных, правила ориентации заместителей и их влияние на реакционную способность производных бензола, реакции окисления двойных углерод-углеродных связей в зависимости от условий и реакции окисления гомологов бензола.

уметь: определять по строению углеродного скелета принадлежность органических соединений к соответствующим классификационным группам, устанавливать по структурной формуле наличие функциональной группы в молекуле и относить органическое соединение к определенному классу, составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикало-функциональной) и, наоборот, по названию со-

ставлять структурную формулу, представлять возможные структурные изомеры конкретного органического соединения; определять тип гибридизации атома углерода в насыщенных, ненасыщенных и ароматических соединениях, изображать графически электронное строение одинарных и двойных углерод-углеродных связей, определять влияние индуктивного и мезомерного эффектов электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на формирование в молекуле потенциальных реакционных центров; приводить уравнения реакций радикального замещения для алканов, реакции электрофильного присоединения для алkenов, реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения для алкинов, реакции электрофильного и радикального присоединения для диенов, реакции электрофильного замещения для аренов, использовать правила ориентирующего влияния заместителей

					для реакций электрофильного замещения в производных аренов, экспериментально проводить качественные реакции на углеводороды. владеть: навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; навыками безопасной работы в химической лаборатории и умениями обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.	
3.	Monofunctional organic compounds of biological interests.	3/0,08	<p>Nucleophilic substitution and elimination in competition. General concepts. nucleophilic aliphatic substitution. Elimination reactions.</p> <p>Aldehydes and ketones. General characteristics of aldehydes and ketones. Nucleophilic addition to carbonyl group – A_N. Reduction and oxidation of carbonyl compounds.</p> <p>Carboxylic acids. Carboxylic acids. Chemical properties of carboxylic acids - S_N. Esters and their hydrolysis.</p>	ОПК-4: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	знать: влияние функциональных групп на формирование реакционных центров в молекулах спиртов, тиолов, аминов, кислотные и основные свойства спиртов, фенолов и тиолов, основные свойства аминов, нуклеофильное замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген, участие спиртов в реакциях О-алкилирования, участие аминов в реакциях N-алкилирования, участие тиолов и сульфидов в реакциях S-алкилирования, реакции внут-	Слайд-лекция

римолекулярной дегидратации спиртов, реакции окисления спиртов и тиолов; электронное строение карбонильной группы и ее влияние на образование других реакционных центров в молекуле, механизм реакций нуклеофильного присоединения, реакции альдольной и кротоновой конденсации, реакции окисления и восстановления; электронное строение карбоксильной группы и ее влияние на образование других реакционных центров в молекуле, механизм реакций нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода карбоксильной группы, реакции карбоновых кислот со спиртами, тиоспиртами, аминами и их производными, причины различной ацилирующей способности функциональных производных карбоновых кислот.

уметь: выделять реакционные центры в молекулах спиртов, фенолов, тиолов и аминов, приводить схемы реакций нуклеофильного замещения с

участием спиртов, тиолов, аминов, приводить схемы реакций окисления спиртов и тиолов, приводить схемы реакций элиминирования спиртов, экспериментально проводить реакции, подтверждающие кислотные свойства фенолов и основные свойства аминов; определять реакционные центры в молекулах альдегидов и кетонов, приводить схемы реакций карбонильных соединений с образованием полуацеталей, ацеталей, иминов, гидразонов и реакции гидролиза, приводить схемы реакций альдольной и кротоновой конденсации, приводить схемы реакций окисления и восстановления альдегидов, экспериментально проводить качественные реакции на карбонильные соединения с объяснением получаемого результата; определять реакционные центры в молекулах карбоновых кислот, приводить схемы реакций образования солей, сложных эфиров, амидов, ангидридов и реакций гидролиза, обосновывать

					сравнительную ацилирующую способность карбоновых кислот и их функциональных производных, экспериментально проводить качественные реакции открытия карбоновых кислот в виде нерастворимых солей, реакцию декарбоксилирования и этерификации с объяснением химической основы наблюдаемых результатов. владеть: навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; навыками безопасной работы в химической лаборатории и умениями обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.	
4.	Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.	3/0,08	Specific properties of aliphatic poly- and heterofunctional compounds. General concepts. Optical isomerism. Specific properties of heterofunctional compounds. Amino alcohols and their biological functions. Lipids. Classification of the lipids. Simple saponifiable lipids. Complex saponifiable lipids. Chemical properties of saponifiable	ОПК-4: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	знать: типичную реакционную способность и специфические свойства многоатомных спиртов, аминоспиртов, гидроксиальдегидов, дикарбоновых кислот, гидрокси-, оксо- и аминокислот, функциональные производные угольной кислоты (уретаны, уре-	Слайд-лекция

		<p>lipids. Nonsaponifiable lipids. Terpenes. Steroids.</p>	<p>иды, мочевина), функциональные производные параминобензойной, салициловой и сульфаниловой кислот; природные высшие жирные кислоты и высшие спирты, входящие в состав липидов, строение и свойства триацилглицеринов, жиры и масла, строение важнейших представителей фосфатидов, строение сфингозина и его производных (церамидов), строение и свойства терпенов и стероидов.</p> <p>уметь: приводить схемы специфических реакций многоатомных спиртов, аминоспиртов, гидроксиальдегидов, дикарбоновых кислот, гидрокси-, оксо- и аминокислот, приводить структурные формулы пара-аминобензойной, салициловой, сульфаниловой кислот и распознавать формулы их производных, используемых в качестве лекарственных средств; приводить общие и структурные формулы, названия по систематической номенклатуре высших жирных кислот, входящих в со-</p>	
--	--	--	--	--

					став липидов, приводить строение по названию и давать название по формуле для отдельных представителей триацилглицеринов, приводить общую формулу фосфатидовых кислот и представителей фосфатидов, приводить строение сфингозина и распознавать его структурный фрагмент в церамидах, распознавать фрагмент церамида в структуре сфингомиелинов, приводить строение и давать название по формуле для отдельных представителей терпенов и стероидов, приводить схемы реакций терпенов и стероидов. владеть: навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; навыками безопасной работы в химической лаборатории и умениями обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.	
5.	Biopolymers and their structural constituents.	5/0,14	Carbohydrates. Monosaccharides. Structure and stereoisomerism. Cyclic forms of	ОПК-4: ОПК-4.1	знать: строение, название и виды стереоизомерии важ-	Слайд-лекция

		<p>monosaccharides. Cyclo-oxo tautomerism. Derivatives of monosaccharides. Chemical properties of monosaccharides. Disaccharides. Polysaccharades. Homopolysaccharides. Heteropolysaccharides.</p> <p>Amino acids, peptides and proteins. Proteinogenic α-amino acid. Naturally occurring amino acids. Stereoisomerism of α-amino acids. Biosynthesis of α-amino acids. The acid-base properties of amino acids. Chemical properties of α-amino acids. Biologically important chemical reactions of α-amino acids. Peptides and proteins. Electron structure of the peptides bond. primary structure of proteins determination. Strategy of peptide synthesis. The spatial structure of proteins. Test reactions on α-amino acids and proteins.</p> <p>Heterofunctional aromatic and heteroaromatic compounds. Heterofunctional aromatic compounds. Aromatic heterocycles with one nitrogen atom. Aromatic Heterocycles with two nitrogen atoms.</p> <p>Nucleotides and nucleic acids. General structure of nucleic acids. Nucleosides. Mononucleotides. Primary and secondary structure of nucleic acids. Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD). Adenosine triphosphate.</p>	<p>ОПК-4.2 ОПК-4.3</p>	<p>нейших моносахаридов, принципы построения проекционных формул Фишера, формул Хеуорса, цикло-оксо таутомерные превращения моносахаридов, реакционную способность функциональных групп моносахаридов и их производных, причины проявления моносахаридами восстанавливающих свойств в качественных пробах с реактивами Фелинга и Толленса, принципиальные типы связывания моносахаридных остатков в ди- и полисахаридах с помощью гликозидных связей, состав, структуру и стереоизомерию важнейших дисахаридов, способность восстанавливающих дисахаридов к таутомерным превращениям, реакции получения сложных эфиров дисахаридов и реакции гидролиза ди- и полисахаридов, принципиальные схемы построения макромолекулярных цепей важнейших гомо- и гетерополисахаридов; строение и стереоизомерию важнейших α-аминокислот, входящих в состав пептидов и</p>
--	--	--	----------------------------	--

белков, их сокращенные обозначения, используемые при записи строения пептидных цепей, химическую основу осуществляемых в организме реакций – трансаминирование, восстановительное аминирование, декарбоксилирование, окисление тиольных групп, принцип построения пептидной цепи, электронное строение и пространственное расположение пептидной группы, строение и номенклатуру на примере простейших представителей пептидов, первичную и вторичную структуру белков; электронное строение пиридинового и пиррольного атомов азота и участие их электронов в π,π - и π,ρ -сопряженных системах ароматических гетероциклов, основные, кислотные и амфотерные свойства, обусловленные пиридиновым, пиррольным или одновременно присутствием этих атомов азота в составе гетероциклов, лактим-лактамную таутомерию представителей гидроксипроизводных пиrimидина и пурина

(урацил, тимин, цитозин, гуанин), таутомерные формы барбитуровой кислоты и ее производных – барбитуратов, строение мочевой кислоты и ее солей – уратов, структурные формулы кофеина, теофиллина, теобромина, никотина, никотиновой кислоты, атропина, морфина, эфедрина; пиримидиновые и пуриновые нуклеиновые основания и их сокращенные обозначения, строение нуклеозидов, строение нуклеотидов и их названия ка фосфатов, принцип строения полинуклеотидной цепи (первичная структура ДНК и РНК), комплементарность нуклеиновых оснований как причину стабилизации двойной спирали ДНК; полинуклеозидфосфаты и их участие в биохимических процессах переноса фосфатных групп.

уметь: определять принадлежность моносахаридов к D- и L-стереохимическому ряду по их проекционным формулам, приводить схему циклоксигно-таутомерии моносахари-

дов и восстанавливающих дисахаридов с объяснением причин взаимного перехода различных форм, проводить экспериментально качественные реакции открытия моносахаридов и восстанавливающих дисахаридов растворах с объяснением наблюдаемого результата, представлять схему построения полимерных цепей гомополисахаридов и гетерополисахаридов; приводить модели осуществляемых в организме реакций (трансаминирование, восстановительное аминирование, декарбоксилирование) и образования дисульфидных связей, записывать фрагменты первичной структуры полипептидов в виде последовательно связанных трех-четырех аминокислотных остатков с указанием на наличие пептидных групп, боковых радикалов, N- и C-концевых аминокислот, применять номенклатуру пептидов, экспериментально проводить реакцию дезаминирования α -аминокислот, цветные реакции обнаружения с объ-

яснением получаемого результата; проводить доказательства наличия ароматической системы в пиридине, пирроле, пиrimидине и пурине, выделять основный и кислотный центры в молекулах гетероциклических соединений, экспериментально проводить реакцию образования солей мочевой кислоты; приводить строение, входящих в состав нуклеиновых кислот пиrimидиновых и пуриновых нуклеиновых оснований в лактамной форме и их трехбуквенные обозначения, приводить строение нуклеозидов, названия и их трехбуквенные обозначения, изображать формулы отдельных представителей нуклеотидов с приведением их названий как фосфатов и указанием на наличие сложноэфирной и N-гликозидной связей, записывать фрагменты первичной структуры ДНК и РНК.

владеть: навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать

					обобщающие выводы; навыками безопасной работы в химической лаборатории и уменьшениями обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.	
	Итого	16/0,44				

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
2 семестр			
1.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	Topic 1: Classification and nomenclature of organic compounds.	2/0,05
2.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	Topic 2: Chemical bond structure and electronic effects in the organic molecules.	2/0,05
3.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	Topic 3: Isomerism and its types.	2/0,05
4.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	Topic 4: Structure, properties and reactivity of saturated and unsaturated aliphatic hydrocarbons.	2/0,05
5.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.	Topic 5: Structure, properties and reactivity of aromatic hydrocarbons.	2/0,05
6.	Monofunctional organic compounds of biological interests.	Topic 6: Structure, properties and reactivity of alcohols, phenols, amines and halogenated organic compounds.	2/0,05
7.	Monofunctional organic compounds of biological interests.	Topic 7: Structure, properties and reactivity of carbonyl compounds.	2/0,05
8.	Monofunctional organic compounds of biological interests.	Topic 8: Structure, properties and reactivity of carboxylic acid and their derivatives.	2/0,05
9.	Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.	Topic 9: Structure, properties and reactivity of poly- and heterofunctional compounds.	2/0,05
10.	Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.	Topic 10: Structure, properties and reactivity of saponifiable lipids.	2/0,05
11.	Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.	Topic 11: Structure, properties and reactivity of nonsaponifiable lipids.	2/0,05
12.	Biopolymers and their structural constituents.	Topic 12: Structure, properties and reactivity of monosaccharides.	2/0,05
13.	Biopolymers and their	Topic 13: Structure, properties and reactivity of	2/0,05

	structural constituents.	oligo- and polysaccharides.	
14.	Biopolymers and their structural constituents.	Topic 14: Structure, properties and reactivity of α -amino acids, peptides and proteins.	2/0,05
15.	Biopolymers and their structural constituents.	Topic 15: Structure, properties and reactivity importance of heterofunctional aromatic and heteroaromatic compounds.	2/0,05
16.	Biopolymers and their structural constituents.	Topic 16: Purine and pyrimidine bases. Nucleosides. Nucleotides. Nucleic acids.	2/0,05
Итого			32/0,89

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

5.7. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
2 семестр				
1.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds. Topic 1: Classification and nomenclature of organic compounds.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	1 неделя	2,0/0,05
2.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds. Topic 2: Chemical bond structure and electronic effects in the organic molecules.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	2 неделя	2,0/0,05
3.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds. Topic 3: Isomerism and its types	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	3 неделя	2,0/0,05
4.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds. Topic 4: Structure, properties and reactivity of saturated and	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	4 неделя	2,0/0,05

	unsaturated aliphatic hydrocarbons.			
5.	General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds. Topic 5: Structure, properties and reactivity of aromatic hydrocarbons.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	5 неделя	2,0/0,07
6.	Monofunctional organic compounds of biological interests. Topic 6: Structure, properties and reactivity of alcohols, phenols, amines and halogenated organic compounds.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	6 неделя	2,0/0,05
7.	Monofunctional organic compounds of biological interests. Topic 7: Structure, properties and reactivity of carbonyl compounds (aldehydes and ketones).	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	7 неделя	2,0/0,05
8.	Monofunctional organic compounds of biological interests. Topic 8: Structure, properties and reactivity of carboxylic acid and their derivatives.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	8 неделя	2,0/0,05
9.	Poly- and he-terofunctional organic compounds in living systems. Topic 9: Structure, properties and reactivity of poly- and heterofunctional compounds.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	9 неделя	2,0/0,05
10.	Poly- and he-terofunctional organic compounds in living systems. Topic 10: Structure, properties and reactivity of saponifiable lipids.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий	10 неделя	2,0/0,05
11.	Poly- and he-terofunctional organic compounds in living systems. Topic 11: Structure, properties and reactivity of nonsaponifiable lipids.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	11 неделя	2,0/0,05
12.	Biopolymers and their structural constituents. Topic 12: Structure, properties and reactivity of monosaccharides.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	12 неделя	2,0/0,05
13.	Biopolymers and their structural constituents. Topic 13: Structure, properties and reactivity of oligo- and pol-	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	13 неделя	2,0/0,05

	ysaccharides.			
14.	Biopolymers and their structural constituents. Topic 14: Structure, properties and reactivity of α -amino acids, peptides and proteins.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	14 неделя	2,0/0,05
15.	Biopolymers and their structural constituents. Topic 15: Structure, properties and reactivity importance of heterofunctional aromatic and heteroaromatic compounds.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	15 неделя	2,5/0,07
16.	Biopolymers and their structural constituents. Topic 16: Purine and pyrimidine bases. Nucleosides. Nucleotides. Nucleic acids.	Работа с дополнительной литературой, выполнение кейс-заданий.	16 неделя	2,5/0,07
Итого				33/1,0

5.8. Календарный график воспитательной работы по дисциплине (модулю)

Модуль 3. Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность

Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Апрель, 2022 г. ФГБОУ ВО «МГТУ»	Лекция-беседа «The history of the development of bioorganic chemistry. The role of bioorganic chemistry in the theoretical training of a doctor»	Групповая	Овчарова Ю.А.	Сформированность ОПК-4: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3

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

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Отсутствуют

6.2. Литература для самостоятельной работы

- Зурабян, С.Э., Fundamentals of bioorganic chemistry = Основы биоорганической химии [Электронный ресурс]: учебник / Zurabyan S.E. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 304 с.
– ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434437.html>

2. Davydov, V.V. Principles of Medical Biochemistry. Tutorial on biochemistry for foreign students of medical department of higher education institutions / V.V. Davydov, E.R. Grabovetskaya. - Ryazan; Saint Petersburg: Eco-Vector LLC, 2016. - 552 p.

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

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

Этапы формирования компетенции (номер семестра согласно учебному плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
	ОПК-4: Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза.
	ОПК-4.1 – Готов применить алгоритм медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.
	ОПК-4.2 – Готов применить медицинские изделия, лекарственные препараты, в том числе иммунобиологические, и иные вещества и их комбинации при решении профессиональных задач.
	ОПК-4.3 – Оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.
2	Биоорганическая химия
3,4	Биохимия
8	Оториноларингология
7	Офтальмология
7,8,9,А	Акушерство и гинекология
5,6	Пропедевтика внутренних болезней, лучевая диагностика
5,6	Общая хирургия, лучевая диагностика
С	Онкология, лучевая терапия
В	Репродуктология
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности на должностях среднего медицинского персонала (помощник палатной медицинской сестры)
6	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности на должностях среднего медицинского персонала (помощник процедурной медицинской сестры)
8	Практика акушерско-гинекологического профиля
8	Практика хирургического профиля
8	Практика терапевтического профиля
А	Практика общеврачебного профиля (помощник врача)
А	Практика диагностического профиля
А	Практика по неотложным медицинским манипуляциям

C

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства	
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично		
ОПК-4: Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза.						
ОПК-4.1 – Готов применить алгоритм медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.						
ОПК-4.2 – Готов применить медицинские изделия, лекарственные препараты, в том числе иммунобиологические, и иные вещества и их комбинации при решении профессиональных задач.						
ОПК-4.3 – Оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач.						
Знать: основные биологические, физические и химические закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Опрос, кейс-задания, коллоквиум, экзамен в устной форме	
Уметь: проводить элементарную статистическую обработку данных; обобщать различные источники информации с целью приобретения новых профессиональных знаний.	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения		
Владеть: навыками вести поиск и делать обобщающие выводы.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков		

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

Кейс-задания для текущего контроля (коллоквиум)

1. Write a structural formula for each of the following compounds:
 - a) 1,1,2-trichloroethene;
 - b) 4-methylpentanol-2;
 - c) 4-aminobenzoic acid;
 - d) 2,6-diaminohexanoic acid.
2. Write all possible conformations by means of Newman projections for the following compounds.
 - a) ethane;
 - b) butane;
 - c) butanedioic acid.
3. Write D- and L-isomers by means of Fisher projections for the following compounds:
 - a) 2-aminopropanoic acid;
 - b) 2-hydroxybutanedioic acid;
 - c) 2-amino-3-hydroxybutanoic acid (2 chiral centers).
4. Write R- and S-isomers for the 2-hydroxypropanoic acid.
5. Compare acidity of compound in the following groups:
 - a) ethanol and ethanethiol;
 - b) acetic and monochloroacetic acids;
 - c) ethanoic and ethanedioic acids;
 - d) propanoic and propenoic acid.
6. Compare basicity of compound in the following groups:
 - a) ethylamine and aniline;
 - b) ethylamine and diethylamine.
7. Write the ethanol oxidation reaction *in vivo*.
8. Describe the mechanism of the following free radical reactions:
 - a) bromination of propane;
 - b) chlorination of cyclohexane.
9. Describe the reaction mechanism of interaction of the following compounds:
 - a) ethene and HCl;
 - b) propene and HCl;
 - c) ethene and H₂O;
 - d) propenoic acid and H₂O;
 - e) butene-2-oic acid and H₂O.
10. Write the mechanism of the following reactions:
 - a) chlorination of benzene (AlCl₃ as catalyst);
 - b) nitration of benzene;
 - c) alkylation of toluene with CH₃Cl (AlCl₃ as catalyst);
11. Write reaction schemas of ethanal reduction *in vivo* and *in vitro*.
12. Write down the reduction reaction of 2-oxopropanoic acid with NADH·H⁺.
13. Describe the mechanism of acetalization reaction:
 - a) ethanal with methanol;
 - b) methanal with propanol-2.
14. Describe the mechanism of intramolecular acetalization reaction to form cyclic hemiacetal:
 - a) 5-hydroxyhexanal;
 - b) 4-hydroxypentanal.

15. Describe the mechanism of interaction of ethanal and methylamine.
16. Write the schema of aldol condensation reaction on an example of 2-methylpropanal.
17. Describe the mechanism of disproportionation reaction for the formaldehyde.
18. Compare the acidity of ethanoic and ethanedioic acids. Write the reaction of salt formation of the stronger acid with $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
19. Write down the decarboxylation reaction of the following compounds:
 - a) malonic acid;
 - b) 2-aminopentanedioic acid.
20. Write the esterification reactions of the methanoic acid with propanol-2.
21. Write down the hydrolysis reaction of methyl ethanoate:
 - a) acidic hydrolysis;
 - b) alkaline hydrolysis (with NaOH);
22. Write schema of oxidation reaction *in vivo* of:
 - a) lactic acid;
 - b) malic acid.
23. Write down the tautomeric forms of oxaloacetic acid.
24. Write down the formulas of ketone bodies.
25. Write the schemas of acetylsalicylic acid formation reaction.
26. Write the structures of:
 - a) para-aminobenzoic acid;
 - b) novocaine.
27. Write down the salt formation reaction of HCl with:
 - a) novocaine;
 - b) ultracaine;
 - c) lidocaine.
28. Write a structural formulas of the following triglycerides:
 - a) 1-linoleoyl 2-palmitoyl 3-stearoylglycerol;
 - b) 1,3-dioleoyl-2-linoleoylglycerol.
29. Write the alkaline hydrolysis (saponification) reaction of 1-lynolenoyl-2-arachidonoyl-3-stearoylglycerol. What is the soaps?
30. Draw the structural formulas of the following compounds:
 - a) 1-stearoyl-2-oleoylphosphatidylserine;
 - b) 1-stearoyl-2-linoleoylphosphatidylcholine;
 - c) 1-palmitoyl-2-arachidonoylphosphatidylethanolamine.
31. Write the all tautomeric forms of D-glucose (according to Fisher and Haworth).
32. Show the chair conformations of the following monoses: α , D-glucopyranose, β , D-glucopyranose.
33. Write the interaction reaction between β , D-glucopyranose and ethanol at HCl presence.
34. Write the formula of the glucuronic acid.
35. Write down the structures of glucose-6-phosphate, fructose-1,6-diphosphate.
36. Write the formulas of 2-deoxy-2-amino- β -D-glucopyranose.
37. Write down the acidic hydrolysis reaction of:
 - a) α -maltose;
 - b) β -lactulose;
 - c) sucrose;
 - d) β -lactose.
38. Show the structure of disaccharide, fragment of amilose.
39. Show the amylopectin fragment containing $\alpha(1 \rightarrow 4)$ and $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glycosidic bonds.
40. Explain why cellulose can provide structural function in the plant organisms? Show the fragment of cellulose structure.
41. Write down the fragment of dextrane. Designate the types of bonds.

42. Show the structure of alanine according to the R, S-nomenclature
43. Write the oxidation reaction of cysteine.
44. Write down the schemas of biologically important reactions:
a) pyruvic acid with Glu;
b) decarboxylation of His;
c) decarboxylation of Glu;
d) hydroxylation of Phe.
45. Describe the formation reaction of peptide alanyllysine.
46. Describe the acidic hydrolysis reaction of dipeptide Thr-Phe.
47. Write down the schema of hydrolysis reaction of the following peptides:
a) Pro-Gln;
b) Asp-His.
48. Show the following peptides in the ionized form:
a) Gln-Asp-Ile;
b) Met-Pro-Glu.
49. Write the glutathione structure and its oxidation reaction.
50. Write down the heterocyclic bases: uracil, thymine, guanine, adenine, cytosine. What types of tautomerism are characterized for each of them? Write tautomeric forms?
51. Write the structural formulas showing the hydrogen bonds in complementary base pairs of DNA and RNA:
a) uracil – adenine;
b) cytosine – guanine;
c) thymine – adenine.
52. Write the formulas of the following nucleosides:
a) guanosine;
b) thymidine;
c) deoxyadenosine.
53. Write the alkaline hydrolysis reaction of ATP to obtain ADP.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

1. Conformations. Newman projections. Types of strains. Energetic characteristic of eclipsed, gauche and staggered conformations (butane). Conformational structure of hydrocarbon radicals of fatty acids (palmitic and stearic acids).
2. Cyclohexane conformations.
3. Configuration of organic compounds. Stereoisomerism. Fischer projections. Relative configuration and D, L-convention. Glyceraldehyde as the configurational standard.
4. Stereoisomerism of molecules with one chiral centre (lactic acid as an example). Enantiomers. Optic activity. Racemic mixtures.
5. Absolute configuration of stereoisomers. R, S-convention. Relationship of spatial structure with biological activity.
6. Electronic effects in organic molecules (inductive and mesomeric), their role in the reactivity centers in the molecule. Electron donors and withdrawers.
7. Conjugation (π,π - and p,π - conjugations). Conjugated systems with open chain (butadiene-1,3).
8. Conjugated systems with close chain. Aromaticity, criteries of aromaticity, Hückel's rule (benzene, naphthalene, phenanthrene).
9. Heterocyclic aromatic compounds (pyrrol, pyridine). Pyrrol and pyridine nitrogen atoms.
10. Acidity and basicity of organic compounds; Brønsted and Lewis theories.
11. Acidic properties of organic compounds (alcohols, phenols, thiols, carboxylic acids, amides). Factors of anion stability.

12. Basic properties of organic compounds (alcohols, ethers, thioesters, amines). Comparing of basic properties of aliphatic and aromatic amines; salt formation.
13. Classification of organic reactions (substitution, addition, elimination, isomerisation, redox, acid-basic interaction).
14. Classification of organic reactions on the mechanism of covalent bond cleavage (radical and ionic). Electronic and spatial structure of free radicals, carbocations and carboanions.
15. Oxidation reactions of organic compounds (alcohols, thiols). Antioxidants (2,3-dimercaptopropanol, ascorbic acid, phenols and others).
16. Radical substitution reactions. Propane chlorination as an example of free radical substitution. Initiators of radical reactions. Antioxidants.
17. Electrophilic addition reactions of alkenes. Hydration reactions of alkenes.
18. Electrophilic substitution reactions of aromatic hydrocarbons.
19. Oxidation and reduction reactions of carbonyl compounds. Visual tests on the aldehyde group (silver mirror test, Trommer test). Reduction reactions *in vivo*.
20. Nucleophilic addition reactions of aldehydes and ketones; addition of water and alcohols.
21. Addition of amines to carbonyl compounds, mechanism. Schiff's bases.
22. Electronic and spatial structure of the carboxylic group. Acidic properties of the carboxylic acids: mono-, dicarboxylic, aliphatic saturated, aliphatic unsaturated, aromatic carboxylic acids.
23. Nucleophilic substitution at sp₂-hybridized carbon atom in the carboxylic group: esterification reaction. Properties of esters, hydrolysis.
24. Polyfunctional compounds and their characteristics. Polyols: ethylene glycol, glycerol, inositol, xylitol, sorbitol. Visual test on the diol fragment.
25. Dicarboxylic acids and their properties. Decarboxylation reactions and anhydride formation.
26. Diatomic phenols: hydroquinone, resorcinol, catechol. Oxidation of diatomic phenols. Phenols as antioxidants. Adrenaline.
27. Heterofunctional compounds and their characteristics. Intramolecular and intermolecular reactions of nucleophilic substitution in the amino acids and hydroxyl acids. Elimination reactions.
28. Citric acid (2-hydroxypropane-1,2,3-tricarboxylic acid). Decomposition reactions. Citrates.
29. Oxo acids (pyruvic acid, acetoacetic acid, oxaloacetic acid, α -ketoglutaric acid). Transamination reactions of α -oxo acids.
30. Keto-enol tautomerism. Reactions on the enol fragment.
31. β -Hydroxy butyric acid, β -oxo butyric acid, acetone as representatives of ketone bodies, their biological and diagnostic significance (visual tests on the acetone).
32. Anesthesia and novocain as ester of p-aminobenzoic acid. Novocain chloride. Modern anesthetics: lidocaine, ultracaine.
33. Salicylic acid, acetylsalicylic acid.
34. Properties of fatty acids. Saturated and unsaturated fatty acids.
35. Lipids. Properties. Triacylglycerols: structures, biological role.
36. Phospholipids as amphiphilic molecules.
37. Carbohydrates. Classification, biological properties. Monosaccharides. D, L-stereochemical rows.
38. Tautomeric forms of monosaccharides: open chain and cyclic forms. The Fischer projection formulas and Haworth formulas of glucose and galactose. Conformations of cyclic forms of glucose.
39. Ring-chain tautomerism of fructose. Furanoses and pyranoses; α - and β -anomers.
40. Structure and tautomeric forms of important representatives of pentoses (ribose and deoxyribose). Their biological role.

41. Nucleophilic substitution at the anomeric centre in the cyclic forms of monosaccharides. O- and N-glycosides. Hydrolysis of glycosides.
42. Oxidation of monosaccharides. Biological role of glycuronic acids.
43. Ascorbic acid as water soluble antioxidant.
44. Reducing disaccharides (maltose, lactose, cellobiose). Structure, ring-chain tautomerism.
45. Lactose: structure, ring-chain tautomerism. Reducing properties. Hydrolysis. Role of oligosaccharides of lactose group in the nonpathogenic intestinal flora necessary for normal digestion. Lactulose.
46. Sucrose as representative of nonreducing disaccharides (the Haworth formula). Hydrolysis of sucrose. Invert sugar.
47. Starch. Structure (amylose and amylopectin), properties, hydrolysis reactions. Biological role.
48. Cellulose. Structure, properties, application, role in nutrition.
49. Glycogen is reserve homopolysaccharide of animals and human (the Haworth structure). Biological significance of branched structure of glycogen.
50. Dextran as representative of bacterial origin homopolysaccharides. The Haworth structure. Partial hydrolysis products of dextran and their medical application.
51. Proteinogenic amino acids. Structure, nomenclature, acid-basic properties, bipolar structure. Stereoisomerism of natural α -amino acids with one and two chiral centres.
52. Biologically important reactions of α -amino acids. Deamination reactions (oxidative and non-oxidative). Hydroxylation reactions (phenylalanine – tyrosine, tryptophane – 5-hydroxytryptophane).
53. Decarboxylation reaction of α -amino acids – way to formation of biogenic amines and bioregulators (colamine, histamine, γ -amino butyric acid).
54. Peptides. Electronic and spatial structure of peptide bond.
55. Representatives of peptides and their biological significance (glutathione, neuropeptides, insulin).
56. Proteins. Organization levels of protein molecules and types of interactions in the stabilization. Primary, secondary (α -helix and β -conformation) and tertiary protein structures.
57. Pyridine and purine heterocyclic bases, their aromaticity as reason of high stability.
58. Nucleotides. Structure of mononucleotides forming nucleic acids. Nomenclature. Hydrolysis of nucleotides.
59. Primary structure of nucleic acids. Phosphodiester bond. Ribonucleic and deoxyribonucleic acid. Nucleotide composition of RNA and DNA. Hydrolysis of nucleic acids.

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

Требования к проведению опроса

Опрос - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Критерии оценки знаний при проведении опроса:

Оценка «отлично» - студент полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

Оценка «хорошо» - студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» - студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» - студент обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Требования к проведению коллоквиума

Коллоквиум - средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Критерии оценки знаний при проведении собеседования:

Оценка «отлично» - глубокое и прочное усвоение программного материала; полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; правильно обоснованные принятые решения; владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» – знание программного материала; грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; правильное применение теоретических знаний; владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Оценка «удовлетворительно» – усвоение основного материала; при ответе допускаются неточности; при ответе недостаточно правильные формулировки; нарушение последовательности в изложении программного материала; затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» – не знание программного материала; при ответе возникают ошибки; затруднения при выполнении практических заданий.

Требования к проведению кейс-заданий

Кейс-задание - проблемное задание, в котором обучающемуся предлагаются осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Сущность данного метода состоит в том, что учебный материал подается студентам виде реальных профессиональных проблем (кейсов) характерных для определенного вида профессиональной деятельности. Работая над решением кейса, студент приобретает профессиональные знания, умения, навыки в результате активной творческой работы. Он самостоятельно формулирует цели, находит и собирает различную информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации. Процесс решения, промежуточные и итоговый результаты работы студента по решению кейса подлежат контролю.

Критерии оценки знаний при проведении кейс-заданий:

Оценка «отлично» - правильное решение кейса, подробная аргументация своего решения, хорошее знание теоретических аспектов решения кейса.

Оценка «хорошо» - правильное решение кейса, достаточная аргументация своего решения, определенное знание теоретических аспектов решения кейса.

Оценка «удовлетворительно» - частично правильное решение кейса, недостаточная аргументация своего решения.

Оценка «неудовлетворительно» - неправильное решение кейса, отсутствие необходимых знаний теоретических аспектов решения кейса.

Требования к проведению экзамена

Экзамен по дисциплине (модулю) преследуют цель оценить работу студента за курс (семестр), полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач

Критерии оценки знаний при проведении экзамена

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

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

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

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

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

8.1. Основная литература

1. Зурабян, С.Э., Fundamentals of bioorganic chemistry = Основы биоорганической химии [Электронный ресурс]: учебник / Zurabyan S.E. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 304 с.
– ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434437.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Davydov, V.V. Principles of Medical Biochemistry. Tutorial on biochemistry for foreign students of medical department of higher education institutions / V.V. Davydov, E.R. Grabovetskaya. - Ryazan; Saint Petersburg: Eco-Vector LLC, 2016. - 552 p.

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>.
2. Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru/>.

3. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.
4. Научная электронная библиотека [www.eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru/) – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
5. Электронный каталог библиотеки – Режим доступа:// <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fol2>.
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Вопросы, выносимые на лабораторные занятия

2 семестр

Section 1. General aspects of chemical structure and reactivity of organic compounds.

Topic 1: Classification and nomenclature of organic compounds.

Problems for discussion:

1. Introduction into bioorganic chemistry: the definition of subject, objects learned by bioorganic chemistry.
2. Classification of organic compounds:
 - a) according to the carbon chain structure;
 - b) according to the functional groups.
3. Nomenclature of organic compounds:
 - a) trivial (or common) nomenclature
 - b) systematic nomenclature IUPAC.

Topic 2: Chemical bond structure and electronic effects in the organic molecules.

Problems for discussion:

1. An electronic and dimensional structure of sp₂-hybridized carbon atom.
2. Conjugated systems. Conjugation energy.
3. Cyclic conjugated systems. Aromaticity. Huckel's rule. Aromaticity of benzoic and non-benzoic systems.
4. Aromaticity of heterocyclic systems (pyrrole, pyridine).
5. Inductive effect.
6. Mesomeric (or resonance) effect.
7. Electron donating and electron withdrawing substituents.

Topic 3: Isomerism and its types.

Problems for discussion:

1. Isomerism and its types
2. Stereoisomerism. Classification of stereoisomers.
3. A spatial structure of a sp₃-hybridized carbon atom. Configuration. Stereochemical formulas. Molecular models.
4. Ethane configuration and conformations, torsion strain. Newman projections.
5. Butane conformations. Van der Waals strain. Long-chain compound conformations.
6. Carbocyclic compound conformations, angle strain. Cyclohexane conformations. A cyclohexane ring in the biologically important compounds.
7. Chiral and achiral molecules. Chiral centers. Optical activity is the property inherent chiral molecules.
8. Fisher's projective formulas. Enantiomers.

9. Relative D-, L-nomenclature of stereoisomers. Glyceraldehyde as the configuration standard. R, S-system of a configuration designation.
10. Racemic mixtures. Methods of racemic substance division.
11. Diastereoisomerism. Stereoisomers of tartaric acid.
12. Cys-, trans-isomerism. Stereoisomers of butenedioic and oleic acids.

Topic 4-5: Structure, properties and reactivity of hydrocarbons.

Problems for discussion:

1. Organic reaction mechanism definition. Homolytic and heterolytic mechanisms of bond cleavage. Classification of reagents in organic reactions.
2. Organic reactions classification according to the direction and result of reaction.
3. Reactions of radical substitution (S_R). Alkanes and cycloalkanes.
4. Electrophilic addition (A_E) to alkenes: hydrogenation, halogenation, hydrohalogenation and hydration reactions. The Markovnikov's rule.
5. Mechanism of electrophilic substitution reactions (S_E) in aromatic compounds. I and II sort directing substituents.
6. The formulas of ethane, propane, butane, hexane, benzene, methylbenzene, benzoic acid and their isomers.

Section 2. Monofunctional organic compounds of biological interests.

Topic 6: Structure, properties and reactivity of alcohols, phenols, amines and halogenated organic compounds.

Problems for discussion:

1. The dependence of the acidity of alcohols, phenols on carbon chain length and on type of substitute.
2. The dependence of the basicity of amines and phenols on carbon chain length and on type of substitute.
3. The mechanism of nucleophilic substitution (S_N) beside the nonsaturated carbon atom in halogenated organic compounds. Interaction with a base, ammonia, amines (formation of primary, secondary, tertiary amines and quaternary bases).
4. The mechanism of nucleophilic substitution (S_N) in alcohols. Interaction with a halogenated. The mechanism of elimination reaction of alcohols.
5. The formulas to know: propanol, isopropanol, butanol, isobutanol, phenol and its derivative; primary, secondary, tertiary and quaternary bases, colamine, aniline.

Topic 7: Structure, properties and reactivity of carbonyl compounds.

Problems for discussion:

1. An electronic structure of a carbonyl group. The reactionary centers in aldehydes and ketones.
2. Mechanism of nucleophilic addition reaction (A_N). Addition of water and alcohols. Reactions of aldehydes and ketones with amines. Reduction reactions.
3. Reaction of CH-acidic center. Aldol condensation reactions. Haloform reactions.
4. Oxidation reactions are qualitative tests on aldehyde group. Oxidation reactions of ketones. Disproportionation reactions.
5. Formaldehyde. Application in medicine. Toxicity.

Topic 8: Structure, properties and reactivity of carboxylic acid and their derivatives.

Problems for discussion:

1. Reactions sites of carboxylic acids and derivatives.
2. Acidic properties of carboxylic acids.
3. Decarboxylation reaction. Biogenic amines. Cyclic anhydrides.

4. Nucleophilic substitution reactions. Esterification reaction.
5. Amides, acyl chlorides, anhydrides. Their hydrolysis.

Section 3. Poly- and heterofunctional organic compounds in living systems.

Topic 9: Structure, properties and reactivity of poly- and heterofunctional compounds.

Problems for discussion:

1. Polyfunctional compounds: classification, chemical properties.
2. Heterofunctional compounds: classification, a role in biological processes.
3. Aminoalcohols: their biological role.
4. Hydroxyacids. A structure, typical and specific properties of α -, β -, γ - hydroxyl and amino acids.
5. A citric acid: a structure, properties. Citrates.
6. Oxoacids. Acid properties and reactivity. Ketone bodies.
7. Keto-enol tautomerism.
8. Amides of carbonic acid. Urea.
9. Salicylic acid, its derivatives.
10. Para-aminobenzoic acid, its derivatives.

Topic 10-11: Structure, properties and reactivity of saponifiable and nonsaponifiable lipids.

Problems for discussion:

1. Classification of lipids, their biological role.
2. Fatty acids, their structure, properties and nomenclature. Alcohols which form fats and lipids.
3. Waxes, their composition and role.
4. Triacylglycerols, their structure, nomenclature, properties.
5. Phospholipids, their structure, nomenclature, physicochemical properties.
6. Sphingolipids, biological role.
7. The lipid peroxidation of cell membranes. Antioxidants.
8. Nonsaponifiable lipids. Terpenes. Steroids.

Topic 12: Structure, properties and reactivity of monosaccharides.

Problems for discussion:

1. Carbohydrates: definition, biological role.
2. Monosaccharides, definition, classification, stereoisomerism. Epimers.
3. Monosaccharide tautomerism. Anomers. Tautomeric forms of D-glucose, Dgalactose, D-fructose, D-ribose, 2-deoxy-D-ribose. Fisher and Haworth formulas. Conformations of cyclic forms.
4. Chemical properties of monosaccharides. Glycosides (O- and N-glycosides).
5. Monosaccharide esters. A biological role of monosaccharide phosphates.
6. Monosaccharide oxidation: aldonic, aldaric and uronic acids.
7. Monosaccharide reduction. Xylitol and sorbitol.
8. Aminosugars. Their structure, properties and a biological role.
9. Ascorbic acid (vitamin C) as water-soluble antioxidant.

Topic 13: Structure, properties and reactivity of oligo- and polysaccharides.

Problems for discussion:

1. Classification of polysaccharides.
2. Disaccharides: maltose, cellobiose, lactose, lactulose, sucrose. Their structures and properties.

3. Starch: structure, biological role. Glycogen.
4. Cellulose: structure, biological role.
5. Dextrane as a source to obtain plasma substitutes.
6. Heteropolysaccharides.

Topic 14: Structure, properties and reactivity of α -amino acids, peptides and proteins.

Problems for discussion:

- 1.Biogenic amino acids. Proteinogenic amino acids: classification, structures, stereochemistry.
- 2.Amphoteric properties of amino acids.
- 3.Reactions of amino acids on the carboxylic group.
- 4.Reactions of amino acids on the amino group.
- 5.Biologically important reactions of amino acids: deamination, transamination, decarboxylation hydroxylation reactions.
6. Peptides: structure and functions. Gluthathion, aspartam, insulin.
7. Peptide bond.
8. Proteins. Primary structure of peptides and proteins.
9. Artificial peptide synthesis.
10. Secondary structure of proteins.
11. Tertiary and quaternary structures of proteins. Hemoglobin.
12. Denaturation of proteins.

Topic 15: Structure, properties and reactivity of heterocyclic compounds.

Problems for discussion:

1. General characteristics of heterocyclic systems. Classification and nomenclature.
2. General aspects of **reactivity** of aromatic heterocycles. Aromaticity of pyridine and pyrrole. Substitution reactions in heterocycles.
3. Five-membered rings with one nitrogen.
4. Six-membered rings with one heteroatom. Nitrogen-containing heterocycles. Oxygen-containing heterocycles.
5. Rings with more than one heteroatom. Imidazole and pyrazole. Pyrimidine derivatives. Purine derivatives.

Topic 16: Purine and pyrimidine bases. Nucleosides. Nucleotides. Nucleic acids.

Problems for discussion

1. Structural components of nucleic acids: heterocyclic bases, pentoses.
2. Nucleosides, nucleotides: their structure and properties.
3. Primary structure of DNA and RNA.
4. Secondary structure of DNA.
5. Nucleotide derivatives: cyclic AMP, cyclic GMP, ATP.
6. NAD^+ coenzyme.

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

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015.

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC Media Player»;
2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-Lite Codec»;
3. Офисный пакет «WPS Office»;
4. Программа для работы с архивами «7Zip»;
5. Программа для работы с документами формата PDF «Adobe Reader».

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем

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

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru/>)
2. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

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

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>).
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>).
3. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)
4. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>).
5. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>).

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

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения		
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: 385000, Российская Федерация, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Крестьянская, д. 2, лекционный зал. Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 385000, Российская Федерация, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул.	Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, компьютерный класс на 15 посадочных мест, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015. Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC Media Player»; 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-Lite Codec»; 3. Офисный пакет «WPS Office»;

Крестьянская, д. 2, ауд. 4-129.		4. Программа для работы с архивами «7Zip»; 5. Программа для работы с документами формата PDF «Adobe Reader».
Помещения для самостоятельной работы		
Учебные аудитории для самостоятельной работы: Читальный зал: 385000, Российская Федерация, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, 3 этаж.	Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, компьютерный класс на 15 посадочных мест, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015. Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC Media Player»; 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-Lite Codec»; 3. Офисный пакет «WPS Office»; 4. Программа для работы с архивами «7Zip»; 5. Программа для работы с документами формата PDF «Adobe Reader».

12. Дополнения и изменения в рабочей программе
за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) _____
(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

«____» _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) _____
(Ф.И.О.)