

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

Факультет _____ **Лечебный** _____

Кафедра _____ **Морфологии** _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине _____ **Б1.Б.12 Биохимия** _____

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

по профилю подготовки _____ **Лечебное дело (с элементами английского языка)** _____

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

программа подготовки _____ **Специалитет** _____

форма обучения _____ **Очная** _____

год начала подготовки _____ **2019** _____

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по специальности 31.05.01 Лечебное дело.

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

«12» 05 2019г.



(подпись)

Савенко В.О.

(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией факультета
(где осуществляется обучение)

«12» 05 2019г.

Председатель

научно-методического

совета специальности

(где осуществляется обучение)



(подпись)

Дударь М.М.

(Ф.И.О.)

Декан факультета

(где осуществляется обучение)

«13» 05 2019г.



(подпись)

Хатхохи М.Г.

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМУ

«29» 05 2019г.



(подпись)

Чудесова Н.Н.

(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой

по направлению (специальности)



(подпись)

Дударь М.М.

(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля, практики, ГИА).

Цель дисциплины: сформировать знания об основных закономерностях протекания метаболических процессов, определяющих состояние здоровья и адаптации человека на молекулярном, клеточном и органном уровне целостного организма и умение применять полученные знания при решении клинических задач.

Задачи дисциплины:

- изучение и приобретение знаний о химической природе веществ, входящих в состав живых организмов, их превращениях, связи этих превращений с деятельностью органов и тканей, регуляции метаболических процессов и последствиях их нарушения;
- формирование умений пользоваться лабораторным оборудованием и реактивами с соблюдением правил техники безопасности, анализировать полученные данные результатов биохимических исследований и использовать полученные знания для объяснения характера возникающих в организме человека изменений и диагностики заболевания;
- формирование навыков аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями, диагностическими методами исследованиями.

2. Место дисциплины (модуля, практики, ГИА) в структуре ОПОП по направлению подготовки (специальности).

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

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины «Биохимия», формируются при изучении математических и естественно-научных дисциплин (физика, математика, химия, биология, анатомия, гистология, эмбриология, цитология, нормальная физиология).

Дисциплина «Биохимия» является предшествующей для изучения дисциплин: патофизиология, клиническая патофизиология; фармакология; микробиология, вирусология; иммунология; профессиональные дисциплины.

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

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

ОПК-1 готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-7 – готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественно-научных понятий и методов при решении профессиональных задач;

ОПК-9 – способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач;

ПК-5 - готовность к сбору и анализу жалоб пациента, данных его анамнеза, результатов осмотра, лабораторных, инструментальных, патологоанатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания.

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:

- правила работы и техники безопасности в химических лабораториях, с реактивами, приборами, животными;
- строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов;
- основные метаболические пути их превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики;
- роль клеточных мембран и их транспортных систем в обмене веществ в организме человека;
- химико-биологическую сущность процессов, происходящих на молекулярном и клеточном уровнях в организме человека;
- основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов;
- диагностически значимые показатели биологических жидкостей (плазмы крови и мочи) у здорового человека.

уметь:

- пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности, лабораторным оборудованием (физическим, химическим, биологическим);
- правильно оценивать современные теоретические концепции в биологической химии, молекулярной биологии и клинической биохимии;
- проводить статистическую обработку полученных данных;
- использовать знания для анализа сущности общепатологических процессов и механизма действия лекарственных препаратов;
- применять полученные знания при изучении последующих медико-биологических клинических дисциплин, в дальнейшем – в лечебно-профилактической деятельности.
- интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека;

владеть:

- базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности;
- приемами работы с медико-технической аппаратурой;
- медико-анатомическим понятийным аппаратом;
- методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей;
- навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.

**4. Объем дисциплины (модуля, практики, ГИА) и виды учебной работы.
Общая трудоемкость дисциплины**

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Контактные часы (всего)	119,6/3,32	51,25/1,43	68,35/1,89
В том числе:			

Лекции (Л)	34/0,94	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	85/2,35	34/0,94	51/1,41
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,35/0,01	-	0,35/0,01
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25/0,01	0,25/0,01	-
Самостоятельная работа (СР) (всего)	33,75/0,93	20,75/0,57	13/0,36
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	33,75/0,93	20,75/0,57	13/0,36
Курсовой проект (работа)	-	-	-
Контроль (всего)	26,65/0,75	-	26,65/0,75
Форма промежуточной аттестации: (зачет, экзамен)	экзамен	зачет	экзамен
Общая трудоемкость (часы/ з.е.)	180/5	72/2	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	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	С/ЛЗ	КРАТ	СРП	Контроль	СР	
3 семестр									
1.	Section 1. Introduction in biochemistry.	1	1	2	-	0,05	-	1	Опрос, коллоквиум.
2.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	2-6	5	10	-	0,05	-	6	Опрос, коллоквиум.
3.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	7-10	4	8	-	0,05	-	5	Опрос, коллоквиум.
4.	Section 4. Biochemistry of lipids.	11-14	4	8	-	0,05	-	5	Опрос, коллоквиум.
5.	Section 5. Biochemistry of nutrition.	15-17	3	6	-	0,05	-	3,75	Опрос, коллоквиум.

6.	Промежуточная аттестация	По расписанию				-			Зачет в устной форме
	Итого 3 семестр		17	34	-	0,25	-	20,75	
4 семестр									
6.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	1-4	4	12	-	-	-	3	Опрос, коллоквиум.
7.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	5-8	4	12	-	-	-	3	Опрос, коллоквиум.
8.	Section 8. Biochemistry of hormones.	9-12	4	12	-	-	-	3	Опрос, коллоквиум.
9.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	13-17	5	15	-	-	-	4	Опрос, коллоквиум.
10.	Промежуточная аттестация	По расписанию	-	-	0,35	-	26,65	-	Экзамен в устной форме
11.	Итого 4 семестр		17	51	0,35	-	26,65	13	
12.	Всего		34	85	0,35	0,25	26,65	33,75	

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

Заочная форма обучения ФГОС ВО по специальности не предусмотрена

5.3. Содержание разделов дисциплины (модуля, практики, ГИА) «Биохимия», образовательные технологии

Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы/з.ед.)	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО				
1	2	3	4	5	6	7
3 семестр						
1.	Section 1. Introduction in biochemistry.	1/0,03	Introduction to biochemistry. History of biochemistry. Protein concentration in the human body. Functions of proteins. Chemical composition of proteins. Structure and classifications of proteogenic amino acids. Physical and chemical properties of amino acids. Peptides. Functions of proteins. Classification of proteins. Structure of proteins. Primary structure. Secondary structure. Tertiary structure. Quaternary structure. Folding of proteins. Molecular chaperones. Prions. Denaturation. Physico-chemical properties of proteins. Structure and classifications of complex (conjugated) proteins. Structure and functions of glycoproteins. Structure and functions of lipoproteins. Structure and functions of phosphoproteins. Structure and functions of metalloproteins. Structure and functions of nucleoproteins. Structure and functions DNA. Structure and functions RNA. Peculiarities of mRNA structure. Peculiarities of tRNA	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; классификацию и физико-химические свойства протеиногенных аминокислот; классификацию белков: простые и сложные, глобулярные и фибриллярные, мономерные и олигомерные; физико-химические свойства белков: растворимость, ионизация, гидратация, осаждение; уровни структурной организации белков: первичную, вторичную, надвторичную, третич-	Слайд-лекция

			<p>structure. Structure and functions of hemoproteins. Hemoglobin. Myoglobin. Chromoproteins.</p>		<p>ную и четвертичную структуры, домены, субдомены, надмолекулярные структуры; связи, поддерживающие структуры белка: дисульфидные, ионные, водородные, гидрофобные; взаимосвязь структуры и функции; денатурацию и ренатурацию; функции белков: структурную, каталитическую, транспортную, рецепторную, регуляторную, защитную, сократительную; свойства простых белков; гистоны, альбумины; структурные белки: тубулины, кератины, коллаген, эластин; миоглобин и гемоглобин. Конформационные изменения и кооперативные взаимодействия субъединиц гемоглобина.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональ-</p>	
--	--	--	---	--	---	--

					<p>ной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.</p>	
2.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	5/0,14	Enzymes, definition. Classification and nomenclature of enzymes. Common and distinct features in enzymes and nonenzymic catalysts. Structural and functional organization of enzymes. Cofactors and their role in enzyme function. Process of enzyme catalysis, definition. Specificity of enzyme action. Kinetics of enzymic reactions. Dependence of reaction rate on pH of medium. Dependence of enzymic reaction rate on temperature. Estimation of enzymic activity: methods and units. Units	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	<p>знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение, классификацию функции ферментов; меха-</p>	Слайд-лекция

			<p>of enzyme activity. Regulation of enzyme activity. Multiple molecular forms of enzymes. Multienzyme systems. Immobilized enzymes. Practical utility of enzymes. Introduction to metabolism. Energy metabolism. Citric acid cycle (Krebs cycle). Tissue respiration. Oxidative phosphorylation. Regulation of oxidative phosphorylation.</p>		<p>низмы катализа; зависимость активности ферментов от температуры и pH среды; единицы активности ферментов; специфичность действия ферментов; кинетику ферментативных реакций; металлоферменты и ферменты активируемые металлами; кофакторы и коферменты; ингибирование активности ферментов: обратимое, необратимое, конкурентное, неконкурентное; регуляцию скоростей синтеза и распада ферментов; индукцию и репрессию синтеза ферментов; компартментацию ферментов; аллостерическую регуляцию; ингибирование по принципу обратной связи; ковалентную модификацию ферментов: ограниченный протеолиз проферментов, фосфорилирование и дефосфорилирование; классификацию и номенклатуру ферментов; изоферменты; органоспецифические ферменты; энзимодиагностику и энзимотерапию; белковые ингибиторы ферментов; ингибиторы ферментов как лекарственные препараты; наследственные</p>	
--	--	--	--	--	--	--

				<p>энзимопатии; обмен с окружающей средой; переваривание основных пищевых веществ (жиров, белков и углеводов); метаболизм: анаболические, катаболические и амфиболические реакции; специфические и общие пути катаболизма; окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: строение пируватдегидрогеназного комплекса (ферменты и коферменты); цикл лимонной кислоты (цикл Кребса): последовательность реакций и характеристика ферментов; реакция субстратного фосфорилирования в цикле лимонной кислоты, макроэргические соединения; энергетическую и пластическую функции цикла Кребса; регуляцию активности пируватдегидрогеназного комплекса и цикла лимонной кислоты; Классификацию оксидоредуктаз: оксидазы, дегидрогеназы, пероксидазы, окигеназы; митохондриальные и микросомальные монооксигеназы: строение и биологическую роль; организацию дыхательной цепи митохондрий:</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>мультиферментные комплексы, переносчики электронов; хемиосмотическую теорию; образование и использование электрохимического потенциала ($\Delta\mu\text{H}^+$); протонную АТФазу и транспортные системы митохондрий; окислительное фосфорилирование, коэффициент P/O; дыхательный контроль; ингибиторы дыхательной цепи и разобщители с окислительным фосфорилированием; энергетический обмен и теплопродукцию; внемитохондриальное окисление; активные формы кислорода: образование, токсическое действие; перекисное окисление мембранных липидов; механизмы защиты от токсического действия кислорода; прооксиданты и антиоксиданты; бактерицидное действие фагоцитирующих лейкоцитов.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпрети-</p>	
--	--	--	--	--	--

					<p>ровать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятием аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.</p>	
3.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	4/0,11	Carbohydrates: definition, classification, functions. Glycolysis. Various monosaccharides are involved into glycolysis. Fate of pyruvate. Oxidative decarboxylation of pyruvate. Shuttle mechanisms of electron transfer from the cytoplasmic reduced NAD into the mitochondria. Pentose phosphate pathway. Glucose catabolism in the pathway of glucuronic acid synthesis. Glu-	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном,	Слайд-лекция

			<p>coneogenesis. Cori cycle. Glycogen metabolism. Glycogen synthesis (glycogenesis). Glycogen cleavage (glycogenolysis). Regulation of the glycogen metabolism. Pathology of carbohydrate metabolism.</p>	<p>тканевом и органном уровнях; строение основных моно-, олиго- и полисахаридов; общие пути обмена глюкозы в клетке; синтез и распад гликогена; механизм ветвления гликогена; ковалентную модификация и аллостерическую регуляцию гликогенфосфорилазы и гликогенсинтазы; механизм синхронизации мышечного сокращения и гликогенолиза; гликогенозы; гликолиз: последовательность реакций; гликолитическую оксидоредукцию; субстратное фосфорилирование; ключевые реакции глюконеогенеза; аллостерическую регуляцию ферментов гликолиза и глюконеогенеза; роль фруктозо-2,6-бисфосфата; реакции пентозофосфатного пути превращения глюкозы; образование восстановительных эквивалентов и рибозы; челночные механизмы переноса восстановительных эквивалентов из цитозоля в матрике митохондрий; метаболизм фруктозы и галактозы; регуляцию уровня глюкозы в крови; источники глюкозы крови; цикл Кори и</p>	
--	--	--	---	---	--

				<p>глюкозо-аланиновый цикл; почечный порог для глюкозы, глюкозурию; толерантность к глюкозе.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на</p>	
--	--	--	--	---	--

					основании результатов лабораторного и инструментального обследования.	
4.	Section 4. Biochemistry of lipids.	4/0,11	Lipids: classification, chemical structure and digestion of lipids. Simple lipids. Complex lipids or heterolipids. Digestion mechanism for lipids. Catabolism of lipids in tissues. Oxidation of glycerol. Oxidation of fatty acids. Energy balance of fatty acid oxidation. Biosynthesis of unsaturated fatty acids. Biosynthesis of triglycerides. Phospholipid biosynthesis. Biosynthesis of ketone bodies. Biosynthesis of cholesterol. Regulation of lipid metabolism in the organism. Pathology of lipid metabolism.	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение, классификацию функции липидов: триацилглицеролов, глицерофосфолипидов, сфинголипидов, стероидов; обмен жирных кислот; активацию и транспорт жирных кислот в митохондрии; роль карнитина; β -окисление насыщенных и ненасыщенных жирных кислот с четным числом атомов углерода; синтез и использование кетоновых тел; гиперкетонемию, кетонурию, ацидоз при сахарном диабете и голодании; биологическую роль α , ω - и пероксисомального окисления жирных кислот; образование малонил-КоА; пальмитатсинтазный комплекс: строение, последо-	Слайд-лекция

					<p>вательность реакций; источники восстановительных эквивалентов; микросомальную систему удлинения жирных кислот; обмен полиненасыщенных жирных кислот; образование эйкозаноидов, их биологическую роль; синтез и распад триацилглицеролов и глицерофосфолипидов: последовательность реакций; различия синтеза ТАГ в печени и жировой ткани; взаимопревращение глицерофосфолипидов; жировое перерождение печени; липотропные факторы; синтез холестерина; реакции образования мевалоновой кислоты; регуляцию активности ГМГ-КоА-редуктазы; экскреция холестерина; желчные кислоты (первичные и вторичные); транспортные липопротеины: строение, образование, функции; апобелки; роль липопротеинлипазы и лецитин-холестерин-ацилтрансферазы (ЛХАТ); метаболизм плазменных липопротеинов; атеросклероз; коэффициент атерогенности; гормональную регуляцию липолиза и липо-</p>	
--	--	--	--	--	---	--

				<p>Гене́за.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.</p>	
--	--	--	--	--	--

5.	Section 5. Biochemistry of nutrition.	3/0,8	<p>Overview of vitamins. Fat-soluble vitamins. Vitamin A (retinol). Vitamin D. Vitamin E (tocopherol). Vitamin K. Water-soluble vitamins. Vitamin C (ascorbic acid). Vitamin B₁ (thiamin). Vitamin B₂ (riboflavin). Vitamin B₆ (pyridoxine). Niacin (nicotinic acid). Water-soluble vitamins. Biotin. Pantothenic acid (pantothenate). Folic acid (folate). Vitamin B₁₂ (cobalamin). Vitamine like compounds. Choline. Inositol. Lipoic acid. Para aminobenzoic acid. Bioflavonoids. Antivitamins. Minerals. Metabolism and regulation of calcium and phosphorous metabolism. Regulation of electrolyte and water balance. Calcium. Phosphorus. Regulation of calcium homeostasis. Sodium. Potassium. Water balance. Regulation of electrolyte and water balance.</p>	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	<p>знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение, классификацию и биологическую роль витаминов; водорастворимые витамины (тиамин, рибофлавин, никотинамид, пиридоксин, пантотеновую кислоту, кобаламины, фолиевую кислоту, биотин), как предшественники коферментов; химическое строение жирорастворимых витаминов: А, D, Е, К, F и их биологическую роль; провитамины, активные формы витаминов А и D; гиповитаминозы и гипервитаминозы, патологические проявления при этих состояниях.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием</p>	Слайд-лекция
----	--	-------	---	--------------------	--	--------------

					(физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека. владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медикотехнической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.	
	Итого 3 семестр	17/0,47				
4 семестр						
6.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	4/0,11	Transamination and deamination of amino acids. Digestion of proteins. Absorption of amino acids and dipeptides. Amino acid pool. Transamination of amino acids. Deamination of amino acids. Urea cycle. De-	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, живот-	Слайд-лекция

			<p>carboxylation of amino acids. Metabolism of ammonia. Urea cycle. Decarboxylation of amino acids. Metabolism of phenylalanine and tyrosine. Transmethylation. Metabolism of phenylalanine and tyrosine. Disorders of tyrosine (phenylalanine) metabolism. Disorders of sulfur-containing amino acids.</p>	<p>ными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; транспорт аминокислот в клетку; распад белков в тканях с участием протеасом и катепсинов; дезаминирование аминокислот: прямое (окислительное и неокислительное), непрямое; трансаминирование; аминотрансферазы, их использование в энзимодиагностике; обезвреживание аммиака: восстановительное аминирование 2-оксоглутрата и синтез глутамина; орнитинный цикл синтеза мочевины; транспорт аммиака; глюкозо-аланиновый цикл и транспорт глутамина; гипергаммонемии; глутаминазу почек, компенсацию ацидоза; введение аминокислот в общий путь катаболизма и глюконеогенез; декарбоксилирование аминокислот; биогенные амины: образование, биологическую роль и инактивацию; полиамины: биологическую роль; распад глицина и метаболизм одноуглеродных</p>	
--	--	--	---	--	--

				<p>групп; обмен серина и треонина. S-аденозилметионин, реакции метилирования; синтез креатина: биологическую роль, клиническое значение определения в моче и плазме крови креатина и креатинина. β-аланиновые дипептиды: карнозин и анзерин, их биологическую роль; обмен фенилаланина и тирозина; фенилкетонурию, алкаптонурию, альбинизм; обмен триптофана.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для професси-</p>	
--	--	--	--	---	--

					ональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.	
7.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	4/0,11	Synthesis of nucleotides. De novo biosynthesis of purine nucleotides. De novo biosynthesis of pyrimidine nucleotides. Salvage pathways of the purine nucleotide biosynthesis. Synthesis of deoxyribonucleotides. Catabolism of purine and pyrimidine nucleotides. Chemotherapeutic agents target enzymes in the nucleotide biosynthesis pathways. Synthesis of nucleic acids. Structure and functions of nucleoproteins. Structure and functions DNA. Structure and functions RNA. Peculiarities of mRNA structure. Peculiarities of tRNA structure. DNA replication. Drugs that affect replication. RNA synthesis (transcription). Processing of newly synthesized RNA. DNA mutation. DNA reparation.	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; представление о биосинтезе пуриновых нуклеотидов; роль ФРПФ; происхождение атомов пуринового кольца; ИМФ как предшественник АМФ и ГМФ; регуляцию синтеза пуриновых нуклеотидов; катаболизм пуриновых нуклеотидов; пути регенерации пуриновых нуклеотидов; нарушения метаболизма пуринов: по-	Слайд-лекция

				<p>дагра, синдром Леша-Найхана; синтез пиримидиновых нуклеотидов; синтез дезоксирибонуклеотидов; использование ингибиторов синтеза дезоксирибонуклеотидов в химиотерапии онкологических заболеваний; регуляцию синтеза пиримидинов; конечные продукты распада пиримидинов; нарушения метаболизма пиримидинов; матричные биосинтезы; репликацию; строение репликативной вилки; ДНК-полимеразу, ДНК-лигазу; фрагменты Оказаки; деградацию и репарацию ДНК; транскрипцию: промоторы, терминаторы; ДНК-зависимую РНК-полимеразу; процессинг РНК; малые ядерные РНК, их биологическую роль; репликацию; генетический код; т-РНК, строение и функции; рибосомы; этапы синтеза белка (инициацию, элонгацию, терминацию); посттрансляционную модификацию; фолдинг; ковалентные преобразования радикалов аминокислот; ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белка; регуля-</p>	
--	--	--	--	---	--

				<p>цию матричных биосинтезов.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.</p>	
--	--	--	--	--	--

8.	Section 8. Biochemistry of hormones.	4/0,11	Mechanism of hormone action. Hormone of hypothalamus and pituitary. Classification of hormones. Mechanism of action of group I hormones. Mechanism of action of group II hormones. Camp - the second messenger. Phosphatidyl inositol/calcium system as second messenger. cGMP as a messenger. Hypothalamus hormones. Pituitary hormones. Hormonal regulation of carbohydrates, lipids and protein metabolism: insulin, glucagon, catecholamines, glucocorticoids. Diabetes. Glucocorticoids. Hormonal regulation of anabolic processes, growth and development. Thyroid hormones. Growth hormone (GH). Hormones of gonads. Androgens. Estrogens. Progesterone.	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; гормональную регуляцию как механизм межклеточной и межорганной координации обмена веществ; клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов; гормоны гипоталамуса: либерины и статины; гормоны гипофиза; ПОМК как предшественник АКТГ, β -липотропина, эндорфинов; строение и биологическую роль вазопрессина и окситоцина; йодсодержащие гормоны, строение и биосинтез; изменение обмена веществ при гипертиреозе и гипотиреозе; регуляцию фосфорно-кальциевого обмена, участие паратормона и кальцитонина, активных форм витамина D; гормоны поджелудочной железы; строение, механизм действия инсулина,	Слайд-лекция
----	---	--------	---	-----------------------	--	--------------

				<p>глюкагона; биосинтез и распад адреналина; гормоны коры надпочечников: минералогормоны и глюкокортикоиды. Половые гормоны: мужские и женские, влияние на обмен веществ; гипер- и гипопродукция гормонов.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медикотехнической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами</p>	
--	--	--	--	--	--

					оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.	
9.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	5/0,14	Biochemistry of blood: chemical composition of blood plasma. Blood components. Biochemical functions of blood and their characterization. Osmotic function of blood. Buffer systems of blood. Detoxifying function of blood. Respiratory function of the blood. Hemostatic function of blood. Oxygen transport. Transport of carbon dioxide (CO ₂). Hemostatic function of blood. Regulatory, or hormonal, function of blood. Blood as source for medicinal preparations. Functional biochemistry of the liver. Regulatory-homeostatic function. Ureapoietic function. Biligenic and excretory functions. Detoxifying function. Disturbances of liver functions. Functional biochemistry of the kidney. Ureapoietic function. Characterization of urine components in norm and in pathology. Nonproteinic nitrogenous urinary components. Nitrogen-free components of urine. Biochemistry of connective tissue. Collagen. Tropocollagen. Elastin. Reticulin. Proteoglycans or ground substance (mucopolysaccharides). Biochemistry of bone and teeth. Composition of bone. Osteoporosis. Dental caries.	ОПК - 1,7,9; ПК-5.	знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; кровь – часть внутренней среды организма; главные функции крови; белковый спектр плазмы; альбумины, их транспортную функцию и вклад в онкотическое давление плазмы; глобулины, их характеристику; общие закономерности действия каскадных протеолитических систем крови; их взаимосвязи в осуществлении защитных функций; роль антипротеиназ плазмы; эндогенные ингибиторы протеиназ (альфа-1-антитрипсин, антиплазмин,	Слайд-лекция

			<p>Gingivitis. Dental plaque. Components of plaque. Dental fluorosis. Biochemistry of saliva. Functions of saliva. Enzymes. Biochemistry of muscle tissue. Structure of skeletal muscle. Proteins of muscle. Sequence of events during muscle contraction. Source of energy for muscle contraction. Metabolism in other types of muscle.</p>		<p>альфа-2-макроглобулин и др.); белки «острой фазы»; белки-переносчики ионов металлов (трансферрин, церулоплазмин); ферменты плазмы: «собственные» и поступающие при повреждении клеток; диагностическую ценность анализа ферментов плазмы; небелковые органические компоненты плазмы; важнейшие азотсодержащие соединения; минеральные вещества крови: распределение между плазмой и клетками; нормальные диапазоны концентраций важнейших из них; форменные элементы крови; особенности метаболизма в эритроцитах и лейкоцитах; основные закономерности функционирования и взаимосвязь ренин-ангиотензин-альдостероновой и калликреин-кининовой систем; вазоактивные пептиды; дыхательную функцию крови; молекулярные механизмы газообмена в легких и тканях; кинетику оксигенирования миоглобина и гемоглобина; буферные системы крови: бикарбонатную, фосфатную, белковую и гемоглобиновую;</p>	
--	--	--	--	--	--	--

					<p>причины развития и формы ацидоза и алкалоза; возможные последствия этих отклонений; синтез на примере синтеза гемоглобина; обмен железа; гемоглобинопатии; железодефицитные анемии; распад гемоглобина в тканях: образование билирубина, его дальнейшие превращения; судьба желчных пигментов; общие представления о желтухе и ее вариантах (гемолитическая, обтурационная, паренхиматозная; желтуха новорожденных); диагностическое значение определения билирубина и других желчных пигментов в крови и моче; биохимию и организация межклеточного матрикса; общие сведения о структуре коллагеновых белков; фибриллообразующие коллагены; коллагены, ассоциированные с фибриллами; нефибриллярные (сетевидные) типы коллагена; коллагены, образующие микрофибриллы; синтез коллагена; этапы внутриклеточного синтеза: транскрипцию, трансляцию, посттрансляционную модификацию, роль</p>	
--	--	--	--	--	--	--

				<p>аскорбиновой кислоты, формирование коллагеновых фибрилл вне клетки; нарушения синтеза коллагеновых белков у человека; неколлагеновые белки межклеточного матрикса; синтез и распад эластина; изменения в структуре эластина при патологических процессах; синтез и распад протеогликанов и гликозаминогликанов; мукополисахаридозы; неколлагеновые белки со специальными свойствами; адгезивные и антиадгезивные белки; факторы роста; катаболизм белков межклеточного матрикса; регуляцию активности матриксных металлопротеиназ. процесс ремоделирования костной ткани.</p> <p>уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим); интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональ-</p>	
--	--	--	--	---	--

					<p>ной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p> <p>владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой; медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.</p>	
	Итого 4 семестр	17/0,47				
	Всего	34/0,94				

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

Практические и семинарские занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
3 семестр			
1.	Section 1. Introduction in biochemistry.	Topic 1. Introduction to biochemistry. The structure of proteins. Physical and chemical properties of proteins. Mechanisms of proteins sedimentation.	2/0,05
2.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	Topic 2. Enzymes. Classification, structure, properties.	2/0,05
3.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	Topic 3. Regulation of enzyme activity. Determination of enzyme activity.	2/0,05
4.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	Topic 4. Introduction to metabolism. Central metabolic pathway - the Krebs citric acid cycle.	2/0,05
5.	Section 2. Enzymology and biological oxidation.	Topic 5. Biological oxidation. Pathways of oxygen utilization by cells. Oxidative phosphorylation.	2/0,05
6.	Section 1. Introduction in biochemistry. Section 2. Enzymology and biological oxidation.	Topic 6. Colloquium - enzymology and biological oxidation.	2/0,05
7.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	Topic 7. Digestion of carbohydrates. Metabolism of glycogen. Glycolysis.	2/0,05
8.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	Topic 8. Metabolic pathways of pyruvate. Gluconeogenesis. Aerobic oxidation of glucose to final products (CO ₂ and H ₂ O).	2/0,05
9.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	Topic 9. Secondary pathways of glucose metabolism. Effect of hormones on the blood glucose level.	2/0,05
10.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates.	Topic 10. Colloquium – metabolism of carbohydrates.	2/0,05
11.	Section 4. Biochemistry of lipids.	Topic 11. Lipid metabolism. Digestion and re-synthesis. Transport of exogenous lipids. Evaluation of lipase activity.	2/0,05
12.	Section 4. Biochemistry of lipids.	Topic 12. Lipids blood transport. Metabolism of cholesterol. Depositing and mobilization of lipids. Determination of plasma β-lipoproteins.	2/0,05
13.	Section 4. Biochemistry of lipids.	Topic 13. Fatty acids metabolism. Metabolism of ketone bodies. Determination of total cholest-	2/0,05

		terol concentration in serum.	
14.	Section 4. Biochemistry of lipids.	Topic 14. Colloquium – metabolism of lipids.	2/0,05
15.	Section 5. Biochemistry of nutrition.	Topic 15. Role of proteins, fats, carbohydrates, water-soluble vitamins. Vitamin-like substances. Fat-soluble vitamins.	2/0,05
16.	Section 5. Biochemistry of nutrition.	Topic 16. Mineral substances. Regulation of water-electrolyte balance.	2/0,05
17.	Section 5. Biochemistry of nutrition.	Topic 17. Colloquium - biochemistry of nutrition.	2/0,05
18.	Итого 3 семестр		34/0,94
4 семестр			
19.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	Topic 18. Digestion and absorption of proteins. Analysis of gastric juice.	3/0,08
20.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	Topic 19. Intracellular amino acid metabolism. Determination of amino transferase activity in serum.	3/0,08
21.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	Topic 20. Detoxification of ammonia. Determination of nonprotein nitrogen in blood and urea in urine.	3/0,08
22.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.	Topic 21. Colloquium - metabolism of proteins and amino acids.	3/0,08
23.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	Topic 22. Nucleoproteins chemistry and metabolism. Determination of uric acid in urine.	3/0,08
24.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	Topic 23. Matrix biosyntheses (synthesis of DNA, RNA, proteins).	3/0,08
25.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	Topic 24. Connective tissue proteins.	3/0,08
26.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.	Topic 25. Colloquium - metabolism of nucleoproteins and nucleic acids.	3/0,08
27.	Section 8. Biochemistry of hormones.	Topic 26. Hormones, general characteristic and peculiarities of biological action.	3/0,08
28.	Section 8. Biochemistry of hormones.	Topic 27. Hypothalamic hormones. Pituitary hormones. Hormones of adrenal cortex. Thyroid hormones. Sex hormones.	3/0,08
29.	Section 8. Biochemistry of hormones.	Topic 28. Hormones regulated glucose blood level. Diabetes mellitus. Glucose tolerance test.	3/0,08
30.	Section 8. Biochemistry of hormones.	Topic 29. Colloquium - biochemistry of hormones.	3/0,08
31.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	Topic 30. Physical and chemical properties of the blood. Hemoglobinoses.	3/0,08
32.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	Topic 31. Blood plasma proteins. Blood clotting system.	3/0,08

33.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	Topic 32. Biochemistry of the liver.	3/0,08
34.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	Topic 33. Biochemistry of connective tissue, bone tissue.	3/0,08
35.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.	Topic 34. Colloquium - biochemistry of tissues and physiological functions.	3/0,08
36.	Итого 4 семестр		51/1,41
37.	Всего		85/2,35

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.
3 семестр				
1.	Section 1. Introduction in biochemistry. Topic 1. Introduction to biochemistry. The structure of proteins. Physical and chemical properties of proteins. Mechanisms of proteins sedimentation.	Работа с дополнительной литературой.	1 неделя	1/0,03
2.	Section 2. Enzymology and biological oxidation. Topic 2. Enzymes. Classification, structure, properties.	Работа с дополнительной литературой.	2 неделя	1/0,03
3.	Section 2. Enzymology and biological oxidation. Topic 3. Regulation of enzyme activity. Determination of enzyme activity.	Работа с дополнительной литературой.	3 неделя	1/0,03
4.	Section 2. Enzymology and biological oxidation. Topic 4. Introduction to metabolism. Central metabolic pathway - the Krebs citric acid cycle.	Работа с дополнительной литературой.	4 неделя	1/0,03
5.	Section 2. Enzymology and biological oxidation. Topic 5. Biological oxidation. Pathways of oxygen utilization	Работа с дополнительной литературой.	5 неделя	1/0,03

	by cells. Oxidative phosphorylation.			
6.	Section 1. Introduction in biochemistry. Section 2. Enzymology and biological oxidation. Topic 6. Colloquium - introduction in biochemistry, enzymology and biological oxidation.	Работа с дополнительной литературой.	6 неделя	2/0,05
7.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates. Topic 7. Digestion of carbohydrates. Metabolism of glycogen. Glycolysis.	Работа с дополнительной литературой.	7 неделя	1/0,03
8.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates. Topic 8. Metabolic pathways of pyruvate. Gluconeogenesis. Aerobic oxidation of glucose to final products (CO ₂ and H ₂ O).	Работа с дополнительной литературой.	8 неделя	1/0,03
9.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates. Topic 9. Secondary pathways of glucose metabolism. Effect of hormones on the blood glucose level.	Работа с дополнительной литературой.	9 неделя	1/0,03
10.	Section 3. Biochemistry of carbohydrates. Topic 10. Colloquium – metabolism of carbohydrates..	Работа с дополнительной литературой.	10 неделя	2/0,05
11.	Section 4. Biochemistry of lipids. Topic 11. Lipid metabolism. Digestion and re-synthesis. Transport of exogenous lipids. Evaluation of lipase activity.	Работа с дополнительной литературой.	11 неделя	1/0,03
12.	Section 4. Biochemistry of lipids. Topic 12. Lipids blood transport. Metabolism of cholesterol. Depositing and mobilization of lipids. Determination of plasma β -lipoproteins.	Работа с дополнительной литературой.	12 неделя	1/0,03
13.	Section 4. Biochemistry of lipids. Topic 13. Fatty acids metabolism. Metabolism of ketone bodies. Determination of total cholesterol concentration in serum.	Работа с дополнительной литературой.	13 неделя	1/0,03
14.	Section 4. Biochemistry of lipids.	Работа с дополнительной литературой.	14 неделя	2/0,05

	Topic 14. Colloquium – metabolism of lipids.			
15.	Section 5. Biochemistry of nutrition. Topic 15. Role of proteins, fats, carbohydrates, water-soluble vitamins. Vitamin-like substances. Fat-soluble vitamins.	Работа с дополнительной литературой.	15 неделя	1/0,03
16.	Section 5. Biochemistry of nutrition. Topic 16. Mineral substances. Regulation of water-electrolyte balance.	Работа с дополнительной литературой.	16 неделя	1/0,03
17.	Section 5. Biochemistry of nutrition. Topic 17. Colloquium - biochemistry of nutrition.	Работа с дополнительной литературой.	17 неделя	1,75/0,04
18.	Итого 3 семестр			20,75/0,57
4 семестр				
19.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids. Topic 18. Digestion and absorption of proteins. Analysis of gastric juice.	Работа с дополнительной литературой.	1 неделя	0,5/0,01
20.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids. Topic 19. Intracellular amino acid metabolism. Determination of amino transferase activity in serum.	Работа с дополнительной литературой.	2 неделя	0,5/0,01
21.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids. Topic 20. Detoxification of ammonia. Determination of nonprotein nitrogen in blood and urea in urine.	Работа с дополнительной литературой.	3 неделя	0,5/0,01
22.	Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids. Topic 21. Colloquium - metabolism of proteins and amino acids.	Работа с дополнительной литературой.	4 неделя	1,5/0,04
23.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids. Topic 22. Nucleoproteins chemistry and metabolism. Determination of uric acid in urine.	Работа с дополнительной литературой.	5 неделя	0,5/0,01
24.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids. Topic 23. Matrix biosyntheses (synthesis of DNA, RNA, proteins).	Работа с дополнительной литературой.	6 неделя	0,5/0,01
25.	Section 7. Biochemistry of nu-	Работа с дополнительной	7 неделя	0,5/0,01

	cleoproteins and nucleic acids. Topic 24. Connective tissue proteins.	литературой.		
26.	Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids. Topic 25. Colloquium - metabolism of nucleoproteins and nucleic acids.	Работа с дополнительной литературой.	8 неделя	1,5/0,04
27.	Section 8. Biochemistry of hormones. Topic 26. Hormones, general characteristic and peculiarities of biological action.	Работа с дополнительной литературой.	9 неделя	0,5/0,01
28.	Section 8. Biochemistry of hormones. Topic 27. Hypothalamic hormones. Pituitary hormones. Hormones of adrenal cortex. Thyroid hormones. Sex hormones.	Работа с дополнительной литературой.	10 неделя	0,5/0,01
29.	Section 8. Biochemistry of hormones. Topic 28. Hormones regulated glucose blood level. Diabetes mellitus. Glucose tolerance test.	Работа с дополнительной литературой.	11 неделя	0,5/0,01
30.	Section 8. Biochemistry of hormones. Topic 29. Colloquium - biochemistry of hormones.	Работа с дополнительной литературой.	12 неделя	1,5/0,04
31.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions. Topic 30. Physical and chemical properties of the blood. Hemoglobinoses.	Работа с дополнительной литературой.	13 неделя	0,5/0,01
32.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions. Topic 31. Blood plasma proteins. Blood clotting system.	Работа с дополнительной литературой.	14 неделя	0,5/0,01
33.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions. Topic 32. Biochemistry of the liver.	Работа с дополнительной литературой.	15 неделя	0,5/0,01
34.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions. Topic 33. Biochemistry of connective tissue, bone tissue.	Работа с дополнительной литературой.	16 неделя	0,5/0,01
34.	Section 9. Biochemistry of tissues and physiological func-	Работа с дополнительной литературой.	17 неделя	2/0,05

	tions. Topic 34. Colloquium - biochemistry of tissues and physiological functions.			
35.	Итого 4 семестр			13/0,36
36.	Всего			33,75/0,93

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

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.

2. 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>

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
Вид деятельности: медицинская, организационно-управленческая, научно-исследовательская	
ОПК-1: готовностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности	
1	<i>Химия</i>
1, 2	<i>Латинский язык</i>
1, 2	<i>Биология</i>
1, 2, 3	<i>Анатомия</i>
3, 4	<i>Биохимия</i>
2	<i>Биоорганическая химия</i>
2, 3	<i>Гистология, эмбриология, цитология</i>
3	<i>Медицинская информатика</i>

3	Морфология
3, 4	Нормальная физиология
4, 5	Микробиология, вирусология
5, 6	Фармакология
5, 6, 7	Патофизиология, клиническая патофизиология
5, 6, 7	Патологическая анатомия, клиническая патологическая анатомия
6	Экономика здравоохранение
6	Менеджмент и маркетинг в здравоохранении
6	Основы бережливого производства
7	Общественное здоровье и здравоохранение
В	Клиническая фармакология
С	Медицина катастроф
1	УП Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков НИД (Уход за больными терапевтического и хирургического профиля)
1	Клиническая практика (Уход за больными терапевтического и хирургического профиля)
2	ПП Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Помощник младшего медицинского персонала)
4	ПП Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Помощник палатной медсестры)
С	Государственная итоговая аттестация
ОПК-7: готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	
1	Математика
1	Химия
1, 2	Биология
1,2, 3	Анатомия
2	Физика
2	Биоорганическая химия
2, 3	Гистология, эмбриология, цитология
3	Пути формирования здорового образа
3	Морфология
3, 4	Биохимия
3, 4	Нормальная физиология
4	Медицинская экология
4	Иммунология
4, 5	Микробиология, вирусология
4, 5	Гигиена
7, 8	Топографическая анатомия и оперативная хирургия
7, 8, С	Медицинская генетика
9	Эпидемиология
4	ПП Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Помощник палатной медицинской сестры)
С	Государственная итоговая аттестация
ОПК-9: способностью к оценке морфофункциональных, физиологических состояний	

и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	
1, 2, 3	<i>Анатомия</i>
3, 4	<i>Биохимия</i>
2	<i>Биоорганическая химия</i>
2, 3	<i>Гистология, эмбриология, цитология</i>
3, 4	<i>Нормальная физиология</i>
5, 6	<i>Пропедевтика внутренних болезней, лучевая диагностика</i>
5, 6, 8	<i>Патологическая анатомия, клиническая патологическая анатомия</i>
7, 8	<i>Топографическая анатомия и оперативная хирургия</i>
7, 8, С	<i>Медицинская генетика</i>
9	<i>Дерматовенерология</i>
В	<i>Клиническая иммунология</i>
В	<i>Аллергология</i>
С	<i>Симуляционное обучение</i>
6	<i>ПП Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Помощник процедурной медсестры)</i>
С	<i>Государственная итоговая аттестация</i>
ПК-5: готовностью к сбору и анализу жалоб пациента, данных его анамнеза, результатов осмотра, лабораторных, инструментальных, патолого-анатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания	
3, 4	<i>Биохимия</i>
2, 3	<i>Гистология, эмбриология, цитология</i>
3, 4	<i>Нормальная физиология</i>
4, 5	<i>Микробиология, вирусология</i>
5, 6	<i>Пропедевтика внутренних болезней, лучевая диагностика</i>
5, 6	<i>Общая хирургия, лучевая диагностика</i>
5, 6, 8	<i>Патологическая анатомия, клиническая патологическая анатомия</i>
7, 8, С	<i>Неврология</i>
7, 8, С	<i>Медицинская генетика</i>
7, 8, С	<i>Нейрохирургия</i>
9, А	<i>Педиатрия</i>
9, А, В	<i>Госпитальная хирургия, детская хирургия</i>
9, А, В, С	<i>Госпитальная терапия, эндокринология</i>
9, А, В, С	<i>Поликлиническая терапия</i>
А	<i>Стоматология</i>
А, В	<i>Травматология, ортопедия</i>
С	<i>Фтизиатрия</i>
С	<i>Анестезиология, реанимация, интенсивная терапия</i>
С	<i>Сосудистая хирургия</i>
С	<i>Медицина катастроф</i>
С	<i>Детские болезни</i>
6	<i>ПП Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Помощник процедурной медсестры)</i>
С	<i>Государственная итоговая аттестация</i>
А	<i>Противодействие коррупции в профессиональной сфере</i>

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-1 - готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности					
знать химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов; основные метаболические пути их превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики; основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов; диагностически значимые показатели биологических жидкостей (плазмы крови и мочи) у здорового человека.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Опрос, коллоквиум, зачет в устной форме, экзамен в устной форме
уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятель-	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

ности медико-анатомическим понятийным аппаратом.					
ОПК-7- готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач					
знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов; основные метаболические пути их превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики; основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов; диагностически значимые показатели биологических жидкостей (плазмы крови и мочи) у здорового человека.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Опрос, коллоквиум, зачет в устной форме, экзамен в устной форме
уметь: пользоваться лабораторным оборудованием (физическим, химическим и биологическим).	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы; техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности; приемами работы с медико-технической аппаратурой.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

ОПК-9: способностью к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

<p>знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов; основные метаболические пути их превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики; основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов; диагностически значимые показатели биологических жидкостей (плазмы крови и мочи) у здорового человека.</p>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Опрос, коллоквиум, зачет в устной форме, экзамен в устной форме
<p>уметь: интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.</p>	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<p>владеть: медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки нормативных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследова-</p>	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

дования.					
ПК-5: готовностью к сбору и анализу жалоб пациента, данных его анамнеза, результатов осмотра, лабораторных, инструментальных, патолого-анатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания					
знать: правила работы и техники безопасности в физических, химических и биологических лабораториях, с реактивами, приборами, животными; химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов; основные метаболические пути их превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики; основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов; диагностически значимые показатели биологических жидкостей (плазмы крови и мочи) у здорового человека.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Опрос, коллоквиум, зачет в устной форме, экзамен в устной форме
уметь: пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики, термометрии для выявления патологических процессов в органах и системах человека.	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: медико-анатомическим понятийным аппаратом; методами оценки норма-	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навы-	Успешное и систематическое применение	

тивных возрастных биохимических показателей; навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов лабораторного и инструментального обследования.			ков допускаются пробелы	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

Контрольные вопросы для текущего контроля (коллоквиум)

3 семестр

Section 1-2. Introduction in biochemistry. Enzymology and biological oxidation.

Questions for preparation:

1. Levels of organization of a protein molecule (concept, varieties and bonds stabilizing the structure).
2. Conformational changes in functioning of proteins. Interaction of proteins with ligands. Cooperativity effect.
3. General physical and chemical properties of proteins (viscosity of solutions, light diffusion, optical activity, mobility in the electric field, absorption of UV rays, solubility in water).
4. Stability of protein solutions (the role of a protein charge, hydrate shell, molecular weight, molecule shape). Isoelectric state.
5. Sedimentation of proteins (reversible – «salting-out», irreversible).
6. Enzymes as protein catalysts.
7. Modern classification of enzymes and terminology of enzymes (systemic and working names). Enzyme code. General characteristic of classes.
8. The mechanism of enzyme action. Enzyme kinetics. The effect of substrate concentration, pH, temperature on enzyme reaction velocity (molecular mechanism, graphical relationship). Michaelis constant (K_m), usage of K_m for predicting the course of biochemical reactions.
9. Enzyme active site and its structure.
10. Coenzymes, their classification and role in catalysis. Block-structures of the NAD^+ , $NADP^+$, FAD and FMN.
11. Mechanisms of regulation of enzyme activity: reversible and irreversible regulation, isosteric and allosteric regulation, covalent modification of the structure of the enzyme.
12. Multiple forms of enzymes (isoenzymes and true multiple forms), examples, their biological role.
13. Medical aspects of enzymology. Examples of enzymes and inhibitors usage in diagnosis and treatment (including dentistry).
14. Metabolism, catabolism and anabolism, their distinctions and interrelations. Linear and cyclic metabolic pathways, regulatory (key) enzymes.
15. Adenilate system of the cell, its participation in energy exchange. Ways of ATP synthesis: substrate-level, oxidative and photosynthetic phosphorylation.
16. Tricarboxylic acid cycle as a central metabolic pathway. Cellular localization of TCA cycle, reactions, enzymes, co-enzymes. Functions of TCA cycle. Anaplerotic reactions.
17. Pyridine-dependent and flavin-dependent dehydrogenases. Block-structures of coenzymes NAD^+ , $NADP^+$, FAD, FMN.
18. Tissue respiration. The structure of the respiratory chain components, enzyme complexes, coenzymes, functioning mechanism. The diagram of the respiratory chain, phosphorylation points, the mechanism of an electro-chemical gradient formation.
19. Oxidative phosphorylation. H^+ -ATP-synthase. The chemiosmotic Mitchell theory. Phosphorylation ratio (P/O) for various substrates supplying hydrogen to the respiratory chain. Regulation of the respiratory chain and H^+ -ATP-synthase.
20. Microsomal oxidation, its role for the cell.
21. Causes for the hypoenergetic states development. Inhibitors of electron transport and oxidative phosphorylation.

Section 3. Biochemistry of carbohydrates.

Questions for preparation:

1. Carbohydrates digestion, end products, digestion impairments. The role of cellulose and pectines in the human diet.
2. Absorption of carbohydrates digestion products, molecular mechanisms. The fate of absorbed monosaccharides. Glucose transport to cells.
3. Glycogen synthesis, purpose, sequence of reactions, expenditure of energy and regulation. Aglycogenesis.
4. Degradation of glycogen in the liver and muscles, sequence of reactions, regulation.
5. Glycolysis, its biological role, subcellular localization, phases (unoxidative, oxidative), reactions, energy yield and mechanism of ATP formation. Glycolysis regulation, key enzymes.
6. Oxidative decarboxylation of pyruvate as a central metabolic pathway. Pyruvate dehydrogenase complex (enzymes, co-enzymes, scheme of reactions).
7. Pyruvate as a central metabolite. Pathways of pyruvate conversion depending on the energetic status and peculiarities of oxidative cellular metabolism.
8. Gluconeogenesis (biological role, substrates, key reactions and enzymes, regulation, expenditure of energy).
9. Aerobic oxidation of glucose to CO₂ and H₂O (stages, energy yield, mechanisms of ATP formation).
10. Pentose phosphate pathway (subcellular localization, steps, key enzymes, metabolites, biological role, regulation).
11. Uronic acid pathway (tissue and subcellular localization, biological role).
12. Physiological concentrations of glucose in the blood. Hormonal regulation of blood glucose level.
13. Carbohydrate utilization by oral bacteria. Differences in the synthesis of glycogen in humans and bacteria. Chemical-parasitic theory of tooth decay. Role of sugar alcohols (sorbitol, xylitol) in the prevention of caries.
14. Substrate level phosphorylation and oxidative phosphorylation. The diagram of the respiratory chain.

Section 4. Biochemistry of lipids.

Questions for preparation:

1. Lipids, general characteristics, classification. Characteristic and biological role of lipid groups (chemical formulas and terminology of acylglycerols and glycerophospholipids; block-structures of waxes, sphingophospholipids, glycolipids, sulfolipid structures).
2. Digestion of lipids, phases. Emulsification (purpose, factors, stabilization of fatty emulsion). Bile, bile acids (primary, conjugated, secondary). Enterohepatic re-circulation of bile acids. Hydrolysis of diet lipids (enzymes, conversion patterns). Absorption (mechanisms, micellar dissolution, fate of micelles).
3. Re-synthesis of triacylglycerols and glycerophospholipids in enterocytes.
4. Synthesis of TAG and glycerophospholipids in the liver and fatty tissue (role of lipotropic factors).
5. The structure and metabolism of VLDL (very low density lipoproteins), IDL (intermediate density lipoproteins), LDL (low density lipoproteins), HDL (high density lipoproteins). Biochemistry of atherosclerosis, atherogeneity index.
6. Cholesterol, biological role, biosynthesis (tissue and subcellular localization, substrates, phases, reactions of the 1st phase, regulation). Mechanisms of maintaining cholesterol balance in cells.
7. Mobilization of lipids from the adipose tissue. Hormone-sensitive lipase.
8. β -Oxidation as a central pathway of fatty acids catabolism. Subcellular localization of the process, activation of fatty acids, transport to mitochondria. Oxidation reactions, participation of vitamins. Association with oxidative phosphorylation, energetic yield. β -oxidation of fatty ac-

ids with an odd number of carbons, unsaturated fatty acids. Peculiarities of β -oxidation in peroxisomes.

9. Biosynthesis of fatty acids. Subcellular localization, substrates, reactions, regulation. Peculiarities of the fatty acid synthase structure. The malic-enzyme role.

10. Polyunsaturated fatty acids as essential nutritive factors: representatives, biological role.

11. Metabolism of arachidonic acid. Biosynthesis of eicosanoids (prostaglandins, prostacyclins, leukotriens, thromboxans) and their biological role.

12. Ketogenesis: tissue and subcellular localization, substrates, reactions. Molecular mechanisms of ketonemias in diabetes mellitus and fasting. Utilization of ketone bodies (interconversions, activation, involvement into metabolism, energy yield of oxidation).

13. Acetyl-CoA as a central metabolite.

14. Hormonal regulation of lipid metabolism.

Section 5. Biochemistry of nutrition.

Questions for preparation:

1. The nutritive value of proteins, fats, carbohydrates. General notion of fuel metabolism, carbohydrates and lipids storage and utilization pathways. Role of fibrous polysaccharides. Essential nutritive factors.

2. Water soluble vitamins: thiamine (B1), riboflavin (B2), pantothenic acid, niacin, pyridoxine (B6), folic acid (B9), cobalamine (B12), biotin (vitamin H), ascorbic acid (vitamin C). Chemical nature, co-enzyme forms, molecular mechanisms of action, diet sources, signs of hypovitaminoses.

3. Fat soluble vitamins: A (retinol), E (tocopherol), D (calciferol), K. Structure, role in metabolic processes, diet sources, signs of hypovitaminoses. Hypervitaminoses A, D.

4. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vit. P), choline, lipoic acid, inositol, paraaminobenzoic acid, vit. U. Biological role.

5. Macroelements: sodium, potassium, chlorine, calcium, phosphorus, magnesium, sulfur. Role in metabolism.

6. Hormonal regulation of salt and water balance. Renin-angiotensin system, the role of aldosterone, vasopressin, atrial natriuretic factor.

7. Hormones regulating calcium and phosphorus metabolism. Chemical nature, mechanism of signal transduction in target-cells, biological action.

8. The role of iron in the organism (absorption, transport, intracellular metabolism). Iron deficiency states and iron-deficient anemias.

9. Microelements: the role of copper, selenium, iodine in tissue metabolism.

10. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vit. P), choline, lipoic acid, inositol, paraaminobenzoic acid, vit. U, etc. Biological role.

4 семестр

Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.

Questions for preparation:

1. Nitrogen balance. Dietary protein requirement. The biological value of proteins.

2. Total and selective proteolysis, examples, biological role. Characteristics of proteases produced in gastrointestinal tract.

3. Digesting the proteins in the gastrointestinal tract – enzymes, their origin and mechanism of activation, specificity. Role of hydrochloric acid.

4. Amino acid pool of the cell — sources and utilization.

5. Transamination. Enzymes. Coenzyme. The role of this process in the life of the cell. The diagnostic value of the determination of transaminases (ALT and AST) activity in serum. Write down the reactions catalyzed by ALT and AST.

6. Ways of amino acid deamination. Enzymes and coenzymes of oxidative deamination. Write down the reaction catalyzed by glutamate dehydrogenase, describe its biological significance. The biological significance and mechanism of indirect deamination.

7. Usage of carbon skeletons of amino acids. Ketogenic and glyco-genic amino acids.

8. The ways of ammonia detoxification. Formation of glutamine, its role in the transport of ammonia. Characteristics of the local pathways of ammonia detoxification available in non-hepatic tissues.

9. Formation of urea. The role of the liver in urea formation. Significance of the determination of blood urea in clinical practice.

10. Nonprotein blood nitrogen – components, their origin and relative content, principle of determination, clinical-diagnostic value.

11. Decarboxylation of amino acids. Enzymes, co-enzyme. The formation of histamine, serotonin, GABA, their role in the body. The formation of catecholamines (dopamine, norepinephrine, epinephrine) and their role in the body.

Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.

Questions for preparation:

1. Mononucleotides, structure, terminology, biological role.

2. Modern concept of DNA structure (primary, secondary, tertiary structure). Cell localization, functions.

3. Nucleoprotein metabolism. Digestion of nucleoproteins in the digestive tract (significance, steps, enzymes).

4. Degradation of purine nucleotides (reactions, uric acid as an end-product of catabolism). Disorders of purine metabolism (hyperuricemia and gout, urolithiasis).

5. Biosynthesis of purine nucleotides. The initial substrates, scheme of reactions, enzymes. Regulation of synthesis.

6. Biosynthesis of pyrimidine nucleotides. The initial substrates of synthesis, scheme of reactions, enzymes. Regulation of synthesis.

7. Synthesis of deoxyribonucleotides.

8. The mechanism of DNA synthesis in eukaryotes. Enzymes and substrates of synthesis. Draw a scheme of replication fork, describe formation of the Okazaki fragments.

9. RNA synthesis in eukaryotes. Enzymes and substrates of synthesis. Maturation of pre-mRNA.

10. Genetic code and its properties.

11. Recognition and translation as steps of genetic information realization in the cell. Role of t-RNA in protein synthesis, its adapter function. ARSases — role, specificity, reactions catalyzed by these enzymes.

12. Modern understanding of protein biosynthesis. Regulation of protein biosynthesis in the cell at a genetic level.

13. Posttranslational modification of protein molecules, kinds, biological role.

14. Collagen. The amino acid composition, the spatial structure. Isocollagens. Features of the synthesis of collagen. Intra- and extracellular stages of the formation of the —matured collagen.

15. Elastin. Role in the body. Features of the primary structure. The importance of extracellular stages in the mechanisms of formation of mature elastic tissue.

16. Protein-carbohydrate complexes. Principles of classification, biological role (call not less than 5 functions), mechanisms of synthesis and decay.

17. Fibrillar adhesive proteins of extracellular matrix and their functions.

18. Features of the protein composition of the cartilage and bone tissues. Non-collagenous proteins, the biological role.

Section 8. Biochemistry of hormones.

Questions for preparation:

1. Hormones, classification by the chemical structure, site of synthesis. Peculiarities of hormonal action.
2. Hormone receptors, classification. Structure of intracellular receptors (nuclear and cytosolic), receptors of a plasma membrane (canal-forming receptors, 1-TMS and 7-TMS receptors).
3. Mechanisms of signal transduction for steroid, amino acid-derived, protein-peptide hormones. Role of G-proteins, secondary messengers (cAMP, cGMP, IP₃, Ca²⁺, DAG), protein kinases. Signal transduction from intracellular and 1-TMS-receptors.
4. Hypothalamus hormones: chemical structure, type of receptor in target-cells and mechanism of a hormone signal transduction, response of hypophysis cells to the liberins and statins action.
5. Adenohypophysis hormones: chemical structure, types of receptors in target-tissues and mechanism of a hormone signal transduction, realization of hormone effect at a target-tissue level. The role of excessive and insufficient secretion of hormones.
6. Neurohypophysis hormones: chemical structure, type of receptor in target-tissue and mechanism of a hormone signal transduction, realization of oxytocin and vasopressin effects at the level of target-tissues. The role of excessive and insufficient secretion of hormones. Diabetes insipidus.
7. Thyroxine and triiodothyronine: chemical structure, precursor, thyroglobulin, type of receptor in target-tissue, realization of thyroidal hormones effects at a cellular level. The role of peroxidase and deiodase in hormones metabolism. Manifestations of hypo- and hyperthyroidism.
8. Hormones of the adrenal cortex: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of glucocorticoids and mineralocorticoids effect at a cellular level. Cushing's syndrome. «Bronze disease».
9. Hormones of the adrenal medulla: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of epinephrine and norepinephrine effect at a cellular level.
10. Sex hormones: chemical structure, precursor, realization of the effect of estrogens, progesterone and male sex hormones at a cellular level. Excessive and insufficient secretion of sex hormones.
11. Insulin and glucagon: chemical structure, insulin synthesis, types of receptors in target-tissues for glucagon and insulin, realization of pancreas hormones effect at a cellular level. Diabetes mellitus. Diagnostic value of sugar curves.

Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.

Questions for preparation:

1. Chemical composition of plasma (physiological concentrations of the most important plasma components and their origin).
2. The most important blood buffer systems: bicarbonate, hemoglobin, phosphate, protein (components and their proportion, mechanism of action, capacity). The notion of acid-base disturbances (acidosis, alkalosis).
3. Proteins of erythrocytes. The structure of hemoglobin, heme, globin; varieties (normal and abnormal) and derivatives of hemoglobin.
4. Respiratory function of the blood. Erythrocytes as a main participant of gas transport by the blood (the role of hemoglobin and carbanhydrase). Reversible binding of oxygen and carbon dioxide as a means of transport (binding mechanisms of CO₂ and O₂ with hemoglobin, cooperative interaction of hemoglobin subunits). Hypoxia, forms, mechanisms of development.
6. Blood plasma proteins. Main protein fractions: albumins, globulins, fibrinogen (content, functions); albumin-globulin ratio and its diagnostic value.
7. Blood plasma enzymes (secretory, indicator, excretory). Diagnostic value of plasma enzymes activity determination.

8. Hemostasis (definition, structural-functional units and their biological role). Vascular-thrombocytic and coagulation hemostasis. The notion of blood coagulation system functioning impairments.

9. Coagulating system (components and their origin), hemocoagulation (definition, phases and their duration, sources of phospholipid surfaces). Intrinsic and extrinsic pathways of blood coagulation.

10. Vitamin K (chemical origin, varieties, natural sources, role in coagulation).

11. Anticoagulant system, classification of physiological anticoagulants: primary and secondary (representatives, mechanism of action). Artificial anticoagulants of direct and indirect action.

12. Fibrinolytic system, mechanisms of fibrinolysis. Plasmin system (components and their origin, mechanism of action).

13. Anticoagulant system. Classification of anticoagulants, mechanism of their action.

14. Basic functions and chemical composition of the liver.

15. The role of the liver in carbohydrate metabolism.

16. The role of the liver in lipid metabolism.

17. The role of the liver in protein metabolism.

18. Detoxifying function of the liver, mechanisms: (protective syntheses, acylation, microsomal oxidation, conjugation).

19. The role of the liver in pigment exchange. Synthesis and degradation of hemoglobin (schemes). Normal bilirubin metabolism and its disorders.

20. Biochemical methods of diagnosing liver disturbances.

21. Collagen, features of amino acid composition and spatial structure. The role of collagen in the body.

22. Elastin. Role in the body. Features of the amino acid composition and spatial structure.

23. Features of the collagen and elastin biosynthesis. The role of extracellular stages in the mechanisms of formation of extracellular matrix of connective tissue.

24. Protein-carbohydrate complexes. Classification. Role in the body. Features of synthesis and degradation.

25. Calcium and phosphorus. The metabolism in the body. Role in the processes of life. Ca^{2+} -binding proteins and their role in the body.

26. Non-collagenous proteins of the extracellular matrix. Role in the body. The mineral component of bones and teeth. The chemical composition. Hydroxyapatite crystals.

27. The chemical composition of bone tissue. Bone proteins and their role in mineralization processes. Theories of mineralization of bone and hard tooth tissues. Factors influencing on the processes of mineralization. Stages of isomorphic substitution of elements of the crystal lattice and its role in the formation of apatite crystals.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)

Enzymes

1. The role of enzymes. Principles of nomenclature and classification of enzymes.

2. The chemical nature of enzymes. General properties of enzymes.

3. The structure of the enzymes. The concept of the active site of the enzyme.

4. Coenzymes. Classification and role.

5. The mechanism of action of enzymes. Enzyme kinetics.

6. Multiple forms of enzymes and their classification.

7. General principles for the regulation of enzymatic processes.

8. The mechanism of isosteric regulation of enzymes activity.

9. The mechanism of allosteric regulation of enzyme activity.

10. Covalent modification of the enzyme structure. Types, importance.

11. Enzyme inhibitors, classification, characteristics.

12. The use of enzymes in the medical practice.

Bioenergetics

13. Metabolism and energy as an important features of life. The general concept of metabolism. Relationship between catabolism and anabolism.

14. Adenylic system and its biological significance. The mechanisms of synthesis and ways of ATP utilization.

15. The modern concept of tissue respiration. NAD- and FAD-dependent dehydrogenases, ubiquinone (coenzyme Q), cytochrome system, their chemical structure and their role in oxidative processes.

16. Oxidative phosphorylation. Chemiosmotic theory of oxidative phosphorylation.

17. Causes of the cell hypoenergetic states. Inhibitors and uncouplers of oxidative phosphorylation, the mechanism of their action.

Chemistry and carbohydrate metabolism

18. Carbohydrates. Classification, the biological role.

19. Nutritional value of carbohydrates. Digestion and absorption of carbohydrates. The role of dietary fibers in digestion.

20. The synthesis and breakdown of glycogen in the liver and muscles.

21. Aerobic glucose oxidation stages, the final products. Energy yield and mechanisms of ATP synthesis.

22. Glycolysis. Energy yield, the mechanism of ATP synthesis under anaerobic conditions.

23. The fate of the final products of glycolysis — pyruvic acid and lactic acid. Gluconeogenesis. Enzymes involved in gluconeogenesis.

24. Oxidative decarboxylation of pyruvic acid and other α -keto acids, enzymes, coenzymes, biological significance.

25. Citric acid cycle. Intermediate stages, enzymes. The biological significance of the cycle. Connection with the process of oxidative phosphorylation.

26. Pentose phosphate pathway of glucose oxidation and its biological role.

27. Uronic acid pathway of glucose metabolism. The biological role.

28. Features of carbohydrate metabolism involving oral microorganisms.

Chemistry and metabolism of lipids

29. Lipids. The biological role. Classification of lipids. Their basic properties.

30. Classification of fatty acids. Polyunsaturated fatty acids. Derivatives of arachidonic acid (prostaglandins, prostacyclins, thromboxanes, leukotrienes) and their biological role.

31. Glycerophospholipids. The chemical structure, properties and biological role.

32. Cholesterol biosynthesis and biological role. Disorders of cholesterol metabolism.

33. Digestion of fats and phospholipids in the digestive tract: emulsification, enzymes, hydrolysis products, micellar dissolution. Role of bile acids in the lipid digestion.

34. Re-synthesis of triacylglycerols and phospholipids in enterocytes. Formation of chylomicrons, their composition and structure.

35. Serum lipoproteins. Classification, composition, place of formation, interconversion. The role of lipoprotein lipase, lecithin: cholesterol acyltransferase (LCAT).

36. Synthesis and mobilization of fat in adipose tissue. Hormone-sensitive lipase of adipose tissue.

37. The central role of acetyl-CoA in metabolism.

38. β -Oxidation of fatty acids. Localization in the cell. Role CoA-SH and ATP. Relationship with oxidative phosphorylation. Energy yield of β -oxidation.

39. Ketone bodies, formation of ketone bodies. Ketosis and diabetes. Significance of determination of ketone bodies in the urine.

40. The synthesis of fatty acids. Connection with glycolysis, the pentose phosphate pathway of glucose conversion, Krebs cycle. The value of CO₂, ATP, NADPH, H⁺, biotin. Multienzyme complex for fatty acid synthesis. Activators and inhibitors of fatty acid synthesis.

41. Hormonal regulation of lipid metabolism (insulin, glucagon, thyroxine, epinephrine, norepinephrine, glucocorticoids).

Chemistry and metabolism of proteins and amino acids

42. Nitrogen balance. Dietary protein requirement. The biological value of proteins.

43. Characteristics of proteases. The role of selective proteolysis.

44. Proteins digestion in the gastrointestinal tract. Role of hydrochloric acid.

45. Amino acid pool in the cells. Its utilization and sources of renewal.

46. Transamination. Enzymes. Coenzymes. The role of this process for the cell. The diagnostic value of the determination of transaminase activity in serum.

47. Ways of amino acid deamination. Enzymes and coenzymes of oxidative deamination. The biological significance of glutamate dehydrogenase reaction.

48. Use of nitrogen-free residues of amino acids. Ketogenic and glucogenic amino acids.

49. The ways of ammonia detoxification. Formation of glutamine and asparagine and their role in the transport of ammonia.

50. Formation of urea. The role of the liver in urea formation. Significance of the determination of blood urea and nonprotein nitrogen in clinical practice.

51. Decarboxylation of amino acids. The formation of biogenic amines and their role in the body.

Chemistry and metabolism of nucleic acids

52. Primary and secondary structure of DNA and RNA. Interaction of nucleic acids with proteins. The structure of the nucleoproteins.

53. The final products of pyrimidine and purine nucleotide breakdown. The value of uric acid determination in the blood and urine in clinical practice.

54. Biosynthesis of purine nucleotides. The initial substrates of synthesis. Regulation of synthesis.

55. Biosynthesis of pyrimidine nucleotides. The initial substrates of synthesis. Regulation of synthesis.

56. Matrix mechanism of DNA synthesis. Enzymes and substrates of synthesis. Features of DNA synthesis in eukaryotes.

57. RNA synthesis. Enzymes and substrates of synthesis. Features of RNA synthesis in eukaryotes.

58. The genetic code and its properties.

59. Role of t-RNA in protein synthesis. Specificity of ARSase. An adapter function of tRNA.

60. Modern concept of protein biosynthesis.

Hormones

61. Hormones. The chemical structure. Classification.

62. The mechanisms of hormone action. Role of G-proteins, second messengers, protein kinases.

63. Adenohypophysis. Role in regulating the function of the peripheral endocrine glands. Tropic hormones. Connection with the hypothalamus.

64. Hormones of the posterior pituitary: oxytocin, vasopressin. Their chemical structure, the mechanism of signal transduction in the target cells. The influence of vasopressin on metabolism.

65. Thyroid hormones. Their structure, mechanism of action, effects on metabolism. Hypo- and hyperthyroidism.

66. Hormones that regulate the metabolism of calcium and phosphorus. The chemical structure, the mechanism of signal transduction in target cells, the influence on metabolism.

67. Insulin. Chemical structure, receptors, the mechanism of signal transduction in target cells, effects on metabolism. Diabetes mellitus.

68. Glucagon. Chemical structure, receptors, the mechanism of signal transduction in target cells, effects on metabolism.

69. Glucocorticoids. Chemical structure, receptors, the mechanism of signal transduction in target cells, effects on metabolism.

70. Mineralocorticoids. Chemical structure, receptors, the mechanism of signal transduction in target cells, effects on metabolism.

71. The hormones of the adrenal medulla. Catecholamines: dopamine, epinephrine, norepinephrine. Structure, receptors, signal transduction mechanism in target cells, the influence on metabolism.

72. Male and female sex hormones, the chemical structure, receptors, signal transduction mechanism in target cells.

Water-soluble vitamins

73. General characteristics and classification of vitamins. Antivitamines.

74. Biotin. Coenzyme form. The biological role. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

75. Vitamin B₁. Participation in the construction of co-enzymes. Role in metabolism. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

76. Vitamin B₂. Structure, participation in the formation of flavin coenzymes. The biological role. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

77. Vitamin B₆. Participation in the formation of coenzymes. Role in metabolism. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

78. Vitamin B₁₂. Kobamide coenzymes. Participation in metabolism. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

79. Vitamin C. The biological significance. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

80. Pantothenic acid. Coenzymes containing pantothenic acid. The biological role. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

81. Vitamin PP. Structure. Participation in the formation of nicotinamide coenzymes. The biological significance. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

82. Folic acid. The structure, participation in the formation of coenzymes. Role in metabolism. Symptoms of vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

83. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vitamin P), para-aminobenzoic acid, inositol, pangamic acid, lipoic acid, choline, vitamin U and others. Biological role.

Fat-soluble vitamins

84. Vitamin A. The biological role. The phenomena of hypo- and hypervitaminosis. Dietary sources. The daily requirement.

85. Vitamin E. The biological role. The phenomena of hypovitaminosis. Dietary sources. The daily requirement.

86. Vitamin D. The structure, biological role. The phenomena of hypo- and hypervitaminosis. Dietary sources. The daily requirement.

87. Vitamin K. The biological role. Vitamin deficiency. Dietary sources. The daily requirement.

Water and mineral metabolism

88. Water. Importance of water. The biological role of sodium and potassium. Mechanisms of regulation of water and mineral balance.

89. Trace elements. Their value. The role of iron, copper, iodine, selenium.

Biochemistry of muscle

90. Chemical composition of the muscle tissue. The structure and role of contractile proteins.

91. Molecular mechanisms of muscle contraction and relaxation. Energy sources for muscle contraction.

Biochemistry of the liver

92. The role of the liver in the metabolic processes in the body. Antitoxic function of the liver.

93. Synthesis and breakdown of blood pigments. The role of the liver in the formation of bile pigments. The metabolism of bile pigments.

Blood biochemistry

94. The regulation of acid-base balance in blood. Blood buffer systems and their significance.

95. The transportation of carbon dioxide and oxygen in blood. Mechanisms of the hypoxia development.

96. Plasma proteins and their function.

97. Blood clotting. Phases of blood coagulation. The factors and mechanisms of blood coagulation.

98. The role of calcium and vitamin K in blood clotting.

99. Anticoagulant system.

100. Fibrinolysis. The biological role of fibrinolysis. Plasmin system.

Biochemistry of connective tissue, bone tissue, teeth.

101. Collagen, features of amino acid composition and spatial structure. The role of collagen in the body.

102. Elastin. Role in the body. Features of the amino acid composition and spatial structure.

103. Features of the collagen and elastin biosynthesis. The role of extracellular stages in the mechanisms of formation of extracellular matrix of connective tissue.

104. Protein-carbohydrate complexes. Classification. Role in the body. Features of synthesis and degradation.

105. Calcium and phosphorus. The metabolism in the body. Role in the processes of life. Ca^{2+} -binding proteins and their role in the body.

106. Non-collagenous proteins of the extracellular matrix. Role in the body. The mineral component of bones and teeth. The chemical composition. Hydroxyapatite crystals.

107. Chemical composition of hard tooth tissues (enamel, dentin, cement). Non-collagenous proteins of the tooth tissues and their role in mineralization.

108. The chemical composition of bone tissue. Bone proteins and their role in mineralization processes. Theories of mineralization of bone and hard tooth tissues. Factors influencing on the processes of mineralization. Stages of isomorphic substitution of elements of the crystal lattice and its role in the formation of apatite crystals.

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 зачета

Зачет по всей дисциплине или ее части 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 зачета

«Зачтено» - выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает, и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Не зачтено» - выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопрос.

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, практики, ГИА)

8.1. Основная 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.

8.2. Дополнительная 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>

8.3. 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 – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
5. Электронный каталог библиотеки – Режим доступа:// <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12;>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вопросы, выносимые на лабораторные занятия

3 семестр

Section 1. Introduction in biochemistry.

Topic 1. Introduction to biochemistry. The structure of proteins. Physical and chemical properties of proteins. Mechanisms of proteins sedimentation.

Problems for discussion:

1. Levels of organization of a protein molecule (concept, varieties and bonds stabilizing the structure).
2. Conformational changes in functioning of proteins. Interaction of proteins with ligands. Cooperativity effect.
3. General physical and chemical properties of proteins (viscosity of solutions, light diffusion, optical activity, mobility in the electric field, absorption of UV rays, solubility in water).
4. Stability of protein solutions (the role of a protein charge, hydrate shell, molecular weight, molecule shape). Isoelectric state.
5. Sedimentation of proteins (reversible – «salting-out», irreversible).

Section 2. Enzymology and biological oxidation.

Topic 2. Enzymes. Classification, structure, properties.

Problems for discussion:

1. Peculiarities of enzymes as protein catalysts.
2. Modern classification of enzymes and terminology of enzymes (systematic and working names). Enzyme code. General characteristics of classes.
3. The structure of enzymes. Coenzymes, their classification and role in catalysis. Block-structures of the NAD⁺, NADP⁺, FAD and FMN.
4. The influence of conformational changes on enzyme activity.
5. The mechanism of enzyme action. Enzyme kinetics. The effect of substrate concentration, pH, temperature on enzyme reaction velocity (molecular mechanism, graphical relation-

ship). Michaelis's constant (K_m), usage of K_m for predicting the course of biochemical reactions.

6. Specificity of enzyme action. Types of specificity.

Topic 3. Regulation of enzyme activity. Determination of enzyme activity.

Problems for discussion:

1. The mechanism of enzymatic catalysis. The theory of the intermediate enzyme-substrate complexes, the types of relationships.

2. An active site of the enzyme, its organization. The theory explaining the work of the active site.

3. Structure peculiarities of allosteric enzymes, allosteric center. The concept of a «key enzyme».

4. Regulation mechanisms of the enzyme-catalyzed processes rate: regulation of the enzymes amount (synthesis, breakdown), enzyme activity, modification of the substrate amount, the presence of isoenzymes, joining enzymes into multienzyme complexes, compartmentation of processes.

5. Key enzymes.

6. Regulation of enzyme activity: covalent modification, activators and inhibitors (examples). Types of inhibition (irreversible and reversible, isosteric and allosteric), characteristic, examples.

7. Multiple forms of enzymes (isoenzymes and true multiple forms), examples, their biological role.

8. Medical aspects of enzymology.

Topic 4. Introduction to metabolism. Central metabolic pathway - the Krebs citric acid cycle.

Problems for discussion:

1. Metabolism, linear and cyclic metabolic pathways, regulatory (key) enzymes.

2. Catabolism and anabolism, their distinctions and interrelations.

3. Reactions of dehydrogenation as a basic way of oxidizing substances in the organism. Pyridine-dependent and flavin-dependent dehydrogenases. The role of vitamins PP and B₂ in redox reactions. Block-structures of coenzymes NAD⁺, NADP⁺, FAD, FMN.

4. Adenilate system of the cell, its participation in energy exchange. The central role of ATP (adenosine triphosphate) in processes coupled with energy consumption. Ways of ATP synthesis: substrate-level, oxidative and photosynthetic phosphorylation. The concept of high-energy compounds.

5. Tricarboxylic acid cycle as a central metabolic pathway. Cellular localization, reactions, enzymes, co-enzymes.

6. Dehydrogenase reactions of TCA cycle as a source of hydrogen for the system of tissue respiration. Decarboxylation in the citric acid cycle as a cellular CO₂ formation mechanism that is an end product of carbonic compounds catabolism.

7. The functions of TCA cycle: integrative, catabolic, anabolic, energetic, hydrogen-donor. Regulation. Anaplerotic reactions.

Topic 5. Biological oxidation. Pathways of oxygen utilization by cells. Oxidative phosphorylation.

Problems for discussion:

1. Tissue respiration as the process of substrates' hydrogen oxidation in the respiratory chain with formation of endogenous water in cells. Distinctions of water formation in the process of tissue respiration from a similar process in vitro.

2. The structure of the respiratory chain components, enzyme complexes, co-enzymes, functioning mechanism.

3. The diagram of the respiratory chain, phosphorylation points, the mechanism of an electro-chemical gradient formation.
4. Mechanisms of mitochondrial synthesis of ATP. H⁺-ATP-synthase. Coupling of respiration and phosphorylation. The chemiosmotic theory of Mitchell. Phosphorylation ratio (P/O) for various substrates supplying hydrogen to the respiratory chain.
5. Regulation of the respiratory chain and H⁺-ATP-synthase.
6. Causes for the hypoenergetic states development. Uncoupling of oxidative phosphorylation (mechanism, uncoupling agents). Inhibitors of electron transport and oxidative phosphorylation.
7. Microsomal oxidation, its role for the cell.

Topic 6. Colloquium - enzymology and biological oxidation.

Questions for preparation:

1. Enzymes as protein catalysts.
2. Modern classification of enzymes and terminology of enzymes (systemic and working names). Enzyme code. General characteristic of classes.
3. The mechanism of enzyme action. Enzyme kinetics. The effect of substrate concentration, pH, temperature on enzyme reaction velocity (molecular mechanism, graphical relationship). Michaelis constant (K_m), usage of K_m for predicting the course of biochemical reactions.
4. Enzyme active site and its structure.
5. Coenzymes, their classification and role in catalysis. Block-structures of the NAD⁺, NADP⁺, FAD and FMN.
6. Mechanisms of regulation of enzyme activity: reversible and irreversible regulation, isosteric and allosteric regulation, covalent modification of the structure of the enzyme.
7. Multiple forms of enzymes (isoenzymes and true multiple forms), examples, their biological role.
8. Medical aspects of enzymology. Examples of enzymes and inhibitors usage in diagnosis and treatment (including dentistry).
9. Metabolism, catabolism and anabolism, their distinctions and interrelations. Linear and cyclic metabolic pathways, regulatory (key) enzymes.
10. Adenilate system of the cell, its participation in energy exchange. Ways of ATP synthesis: substrate-level, oxidative and photosynthetic phosphorylation.
11. Tricarboxylic acid cycle as a central metabolic pathway. Cellular localization of TCA cycle, reactions, enzymes, co-enzymes. Functions of TCA cycle. Anaplerotic reactions.
12. Pyridine-dependent and flavin-dependent dehydrogenases. Block-structures of coenzymes NAD⁺, NADP⁺, FAD, FMN.
13. Tissue respiration. The structure of the respiratory chain components, enzyme complexes, coenzymes, functioning mechanism. The diagram of the respiratory chain, phosphorylation points, the mechanism of an electro-chemical gradient formation.
14. Oxidative phosphorylation. H⁺-ATP-synthase. The chemiosmotic Mitchell theory. Phosphorylation ratio (P/O) for various substrates supplying hydrogen to the respiratory chain. Regulation of the respiratory chain and H⁺-ATP-synthase.
15. Microsomal oxidation, its role for the cell.
16. Causes for the hypoenergetic states development. Inhibitors of electron transport and oxidative phosphorylation.

Section 3. Biochemistry of carbohydrates

Topic 7. Digestion of carbohydrates. Metabolism of glycogen. Glycolysis.

Problems for discussion:

1. Classification of carbohydrates. Carbohydrates digestion, final products. The role of cellulose and pectin in the human diet.

2. Absorption of carbohydrates digestion products, molecular mechanisms. The fate of absorbed monosaccharides. Glucose transport to cells.
3. Glycogen synthesis, purpose, sequence of reactions, expenditure of energy and regulation.
4. Degradation of glycogen in the liver and muscles, sequence of reactions, regulation.
5. Glycolysis, its biological role, subcellular localization, phases (preparatory or unoxidative, oxidative), reactions, energy yield and mechanism of ATP formation. Glycolysis regulation, key enzymes.

Topic 8. Metabolic pathways of pyruvate. Gluconeogenesis. Aerobic oxidation of glucose to final products (CO₂ and H₂O).

Problems for discussion:

1. Pyruvate as a central metabolite. Pathways of pyruvate conversion depending on the energetic status and peculiarities of oxidative cellular metabolism.
2. Reduction of pyruvate to lactate (reaction, LDH isoenzymes, the appointment of reactions), Cori cycle. Disposal of lactate by cells.
3. Gluconeogenesis (purpose, substrates, key reactions and enzymes, regulation, expenditure of energy).
4. Oxidative decarboxylation of pyruvate (biological role, subcellular localization, reactions); pyruvate dehydrogenase complex (enzymes, coenzymes), regulation of pyruvate dehydrogenase activity.
5. Citric acid cycle (subcellular localization, reactions, energetic balance, enzymes, regulation, biological role).
6. Aerobic oxidation of glucose to CO₂ and H₂O (steps associated with oxidative phosphorylation, energy yield).

Topic 9. Secondary pathways of glucose metabolism. Effect of hormones on the blood glucose level.

Problems for discussion:

1. Pentose phosphate pathway (subcellular localization, steps, key enzymes, metabolites, biological role).
2. Glucuronic pathway (tissue and subcellular localization, biological role).
3. Regulation of blood glucose content. Mechanisms of hormonal regulation (insulin, epinephrine, glucagon, glucocorticoids etc.).

Topic 10. Colloquium - metabolism of carbohydrates.

Questions for preparation:

1. Carbohydrates digestion, end products, digestion impairments. The role of cellulose and pectines in the human diet.
2. Absorption of carbohydrates digestion products, molecular mechanisms. The fate of absorbed monosaccharides. Glucose transport to cells.
3. Glycogen synthesis, purpose, sequence of reactions, expenditure of energy and regulation. Aglycogenesis.
4. Degradation of glycogen in the liver and muscles, sequence of reactions, regulation.
5. Glycolysis, its biological role, subcellular localization, phases (unoxidative, oxidative), reactions, energy yield and mechanism of ATP formation. Glycolysis regulation, key enzymes.
6. Oxidative decarboxylation of pyruvate as a central metabolic pathway. Pyruvate dehydrogenase complex (enzymes, co-enzymes, scheme of reactions).
7. Pyruvate as a central metabolite. Pathways of pyruvate conversion depending on the energetic status and peculiarities of oxidative cellular metabolism.
8. Gluconeogenesis (biological role, substrates, key reactions and enzymes, regulation, expenditure of energy).

9. Aerobic oxidation of glucose to CO₂ and H₂O (stages, energy yield, mechanisms of ATP formation).
10. Pentose phosphate pathway (subcellular localization, steps, key enzymes, metabolites, biological role, regulation).
11. Uronic acid pathway (tissue and subcellular localization, biological role).
12. Physiological concentrations of glucose in the blood. Hormonal regulation of blood glucose level.
13. Carbohydrate utilization by oral bacteria. Differences in the synthesis of glycogen in humans and bacteria. Chemical-parasitic theory of tooth decay. Role of sugar alcohols (sorbitol, xylitol) in the prevention of caries.
14. Substrate level phosphorylation and oxidative phosphorylation. The diagram of the respiratory chain.

Section 4. Biochemistry of lipids

Topic 11. Lipid metabolism. Digestion and re-synthesis. Transport of exogenous lipids. Evaluation of lipase activity.

Problems for discussion:

1. General characteristics and classification of lipids (saponifiable and unsaponifiable, simple and complex). Characteristic of lipid groups (chemical formulas and terminology of acylglycerols and glycerophospholipids; block-structures of waxes, sphingophospholipids, glycolipids, sulfolipids). Biological role of lipids.
2. Food lipids. Lipids digestion, phases. Emulsification (purpose, factors, stabilization of fat emulsion). Bile, bile acids (primary, conjugated, secondary). Place of formation, participation in assimilation of food lipids. Enterohepatic re-circulation of bile acids.
3. Hydrolysis of lipids (conversion patterns). Enzymes (place of formation, substrate specificity). Activation of pancreatic lipase. Absorption (mechanisms, micellar dissolution, fate of micelles).
4. Re-synthesis of triacylglycerols and glycerophospholipids in enterocytes. Transport forms of lipids in the blood. Structure and metabolism of chylomicrons.

Topic 12. Lipids blood transport. Metabolism of cholesterol. Depositing and mobilization of lipids. Determination of plasma β -lipoproteins.

Problems for discussion:

1. Lipid transport forms (lipoproteins), structure and classification.
2. Cholesterol, the biological role, food sources. Elimination of cholesterol from the organism, bile acids as a major end product of cholesterol metabolism, cholelithiasis.
3. Cholesterol biosynthesis (tissue and subcellular localization, substrates, phases, reactions of the 1st phase, regulation).
4. Mechanisms for maintaining balance cholesterol in cells. Transport of cholesterol in extrahepatic cells, the role of apoB100. The role of HDL and LCAT in the unloading of the cells from of excess cholesterol. Cholesterol ester metabolism, the role of ACAT, cholesterol esterase.
5. Transport of cholesterol in blood. Hypercholesterolemia and its causes. Biochemistry of atherosclerosis. Hypercholesterolemia as a risk factor, other risk factors. Fundamentals of prevention and diagnosis of hypercholesterolemia, atherosclerosis (atherogenic index).
6. The mobilization of lipids from adipose tissue (scheme, cAMP-dependent mechanism of activation of hormone-sensitive lipase, hormone regulation). The role of the deposition and mobilization of fat, violations of these processes in obesity.

Topic 13. Fatty acids metabolism. Metabolism of ketone bodies. Determination of total cholesterol concentration in serum.

Problems for discussion:

1. β -Oxidation as a central pathway of fatty acids catabolism. Subcellular localization of the process, activation of fatty acids, transport to mitochondria. Oxidation reactions, participation of vitamins. Association with oxidative phosphorylation, energetic yield. β -oxidation of fatty acids with an odd number of carbons, unsaturated fatty acids. Peculiarities of β -oxidation in peroxisomes.

2. Biosynthesis of fatty acids. Subcellular localization, substrates, reactions, regulation. Fatty acid synthase complex. Role of malic enzyme.

3. Polyunsaturated fatty acids as essential nutritive factors: representatives, biological role.

4. Metabolism of arachidonic acid. Biosynthesis of eicosanoids (prostaglandins, prostacyclins, leukotriens, thromboxans) and their biological role.

5. Ketogenesis: tissue and subcellular localization, substrates, chemistry. Synthesis of ketone bodies. Molecular mechanisms of ketonemia in diabetes, insufficient carbohydrate diet, starvation. Utilization of ketone bodies (interconversion, activation, including in metabolism, energy oxidation).

6. Acetyl-CoA as a central metabolite.

Topic 14. Colloquium - metabolism of lipids.

Questions for preparation:

1. Lipids, general characteristics, classification. Characteristic and biological role of lipid groups (chemical formulas and terminology of acylglyceroles and glycerophospholipids; block-structures of waxes, sphingophospholipids, glycolipids, sulfolipid structures).

2. Digestion of lipids, phases. Emulsification (purpose, factors, stabilization of fatty emulsion). Bile, bile acids (primary, conjugated, secondary). Enterohepatic re-circulation of bile acids. Hydrolysis of diet lipids (enzymes, conversion patterns). Absorption (mechanisms, micellar dissolution, fate of micelles).

3. Re-synthesis of triacylglyceroles and glycerophospholipids in enterocytes.

4. Synthesis of TAG and glycerophospholipids in the liver and fatty tissue (role of lipotropic factors).

5. The structure and metabolism of VLDL (very low density lipoproteins), IDL (intermediate density lipoproteins), LDL (low density lipoproteins), HDL (high density lipoproteins). Biochemistry of atherosclerosis, atherogeneity index.

6. Cholesterol, biological role, biosynthesis (tissue and subcellular localization, substrates, phases, reactions of the 1st phase, regulation). Mechanisms of maintaining cholesterol balance in cells.

7. Mobilization of lipids from the adipose tissue. Hormone-sensitive lipase.

8. β -Oxidation as a central pathway of fatty acids catabolism. Subcellular localization of the process, activation of fatty acids, transport to mitochondria. Oxidation reactions, participation of vitamins. Association with oxidative phosphorylation, energetic yield. β -oxidation of fatty acids with an odd number of carbons, unsaturated fatty acids. Peculiarities of β -oxidation in peroxisomes.

9. Biosynthesis of fatty acids. Subcellular localization, substrates, reactions, regulation. Peculiarities of the fatty acid synthase structure. The malic-enzyme role.

10. Polyunsaturated fatty acids as essential nutritive factors: representatives, biological role.

11. Metabolism of arachidonic acid. Biosynthesis of eicosanoids (prostaglandins, prostacyclins, leukotriens, thromboxans) and their biological role.

12. Ketogenesis: tissue and subcellular localization, substrates, reactions. Molecular mechanisms of ketonemias in diabetes mellitus and fasting. Utilization of ketone bodies (interconversions, activation, involvement into metabolism, energy yield of oxidation).

13. Acetyl-CoA as a central metabolite.

14. Hormonal regulation of lipid metabolism.

Section 5. Biochemistry of nutrition.

Topic 15. Role of proteins, fats, carbohydrates, water-soluble vitamins. Vitamin-like substances. Fat-soluble vitamins.

Problems for discussion:

1. The nutritive value of proteins, fats, carbohydrates. The role of fibrous polysaccharides for functioning of the digestive tract and metabolic processes in an organism. Essential nutritive factors.
2. Vitamins of B group: a) thiamine (B₁); b) riboflavin (B₂); c) pantothenic acid; d) niacin; e) pyridoxine (B₆); f) folic acid (B₉); g) cobalamine (B₁₂). Chemical nature, co-enzyme forms, molecular mechanisms of action.
3. Biotin (vitamin H), vitamin C. Structure, role in metabolic processes.
4. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vit. P), choline, lipoic acid, inositol, paraamino-benzoic acid, vit. U, etc. Biological role.
5. Tocopherol. The chemical nature, involved in the metabolism, signs of vitamin deficiencies, daily demand, the main sources of vitamin E.
6. Retinol. The chemical nature, involved in the metabolism, symptoms of hypo- and hypervitaminosis, daily demand, the main sources of vitamin A.
7. Vitamin D. The chemical nature, absorption, biological role, the phenomenon of hypo- and hypervitaminosis, daily demand, the main sources.
8. Vitamin K. The chemical nature, biological role, the phenomenon of hypovitaminosis, daily demand, the main sources. Synthetic derivatives. Antivitamins.

Topic 16. Mineral substances. Regulation of water-electrolyte balance.

Problems for discussion:

1. Sodium, potassium, calcium, phosphorus. The role in metabolism.
2. Hormonal regulation of salt and water balance. Renin-angiotensin system, the role of aldosterone, vasopressin, atrial natriuretic factor.
3. Hormones regulating calcium and phosphorus metabolism. Chemical nature, mechanism of signal transduction in target-cells, biological action.
4. The role of iron in the organism (absorption, transport, intracellular metabolism). Iron deficiency states and iron-deficient anemias.
5. The role of copper, selenium, iodine in tissue metabolism.

Topic 17. Colloquium - biochemistry of nutrition.

Questions for preparation:

1. The nutritive value of proteins, fats, carbohydrates. General notion of fuel metabolism, carbohydrates and lipids storage and utilization pathways. Role of fibrous polysaccharides. Essential nutritive factors.
2. Water soluble vitamins: thiamine (B₁), riboflavin (B₂), pantothenic acid, niacin, pyridoxine (B₆), folic acid (B₉), cobalamine (B₁₂), biotin (vitamin H), ascorbic acid (vitamin C). Chemical nature, co-enzyme forms, molecular mechanisms of action, diet sources, signs of hypovitaminoses.
3. Fat soluble vitamins: A (retinol), E (tocopherol), D (calciferol), K. Structure, role in metabolic processes, diet sources, signs of hypovitaminoses. Hypervitaminoses A, D.
4. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vit. P), choline, lipoic acid, inositol, paraamino-benzoic acid, vit. U. Biological role.
5. Macroelements: sodium, potassium, chlorine, calcium, phosphorus, magnesium, sulfur. Role in metabolism.
6. Hormonal regulation of salt and water balance. Renin-angiotensin system, the role of aldosterone, vasopressin, atrial natriuretic factor.

7. Hormones regulating calcium and phosphorus metabolism. Chemical nature, mechanism of signal transduction in target-cells, biological action.
8. The role of iron in the organism (absorption, transport, intracellular metabolism). Iron deficiency states and iron-deficient anemias.
9. Microelements: the role of copper, selenium, iodine in tissue metabolism.
10. Vitamin-like substances: bioflavonoids (vit. P), choline, lipoic acid, inositol, paraaminobenzoic acid, vit. U, etc. Biological role.

4 семестр

Section 6. Biochemistry of proteins and amino acids.

Topic 18. Digestion and absorption of proteins. Analysis of gastric juice.

Problems for discussion:

1. Nitrogen balance. Kinds of nitrogen balance.
2. Protein requirements. The biological value of food proteins.
3. Proteolysis. Kinds, role.
4. Digestion of proteins. General characteristic of proteases, their substrate specificity.
5. Role of hydrochloric acid in digesting proteins. Analysis of gastric juice.
6. Absorption of amino acids, amino acid transport into cells.
7. Amino acid pool of the cell — its sources and utilization.

Topic 19. Intracellular amino acid metabolism. Determination of amino transferase activity in serum.

Problems for discussion:

1. Transamination, aminotransferases, co-enzyme function of vitamin B6. Evaluation of amino transferases activity in serum, clinical-diagnostic value.
2. Types of amino acid deamination. Oxidative deamination of glutamic acid (reactions), the significance of a glutamate dehydrogenase reaction. Indirect deamination.
3. The fate of carbon skeletons of amino acids. Glucogenic and ketogenic amino acids. Pathways for amino acid synthesis.
4. Decarboxylation of amino acids, enzymes, co-enzymes. Biogenic amines (tryptamine, serotonin, histamine, γ -aminobutyric acid), catecholamines (dopamine, norepinephrine, epinephrine). Reactions of biosynthesis, biological role.

Topic 20. Detoxification of ammonia. Determination of nonprotein nitrogen in blood and urea in urine.

Problems for discussion:

1. Ways of ammonia binding in cells (reductive amination of α -ketoglutarate, synthesis of glutamine and asparagine, formation of carbamoyl phosphate). Transport forms of ammonia.
2. Ammonia salts formation in kidneys (source of ammonia, the role of glutaminase and glutamate dehydrogenase, the significance of renal glutaminase activation in acidosis).
3. The role of hepatic cells in detoxification of ammonia. Ornithine cycle of urea formation (cycle pattern, substrates, enzymes, energetic supply, relation to the citric acid cycle, regulation). Fate of urea.
4. Nonprotein blood nitrogen (main components and their relative content). Principle of determination and clinical-diagnostic significance.

Topic 21. Colloquium - metabolism of proteins and amino acid.

Questions for preparation:

1. Nitrogen balance. Dietary protein requirement. The biological value of proteins.

2. Total and selective proteolysis, examples, biological role. Characteristics of proteases produced in gastrointestinal tract.
3. Digesting the proteins in the gastrointestinal tract – enzymes, their origin and mechanism of activation, specificity. Role of hydrochloric acid.
4. Amino acid pool of the cell — sources and utilization.
5. Transamination. Enzymes. Coenzyme. The role of this process in the life of the cell. The diagnostic value of the determination of transaminases (ALT and AST) activity in serum. Write down the reactions catalyzed by ALT and AST.
6. Ways of amino acid deamination. Enzymes and coenzymes of oxidative deamination. Write down the reaction catalyzed by glutamate dehydrogenase, describe its biological significance. The biological significance and mechanism of indirect deamination.
7. Usage of carbon skeletons of amino acids. Ketogenic and glucogenic amino acids.
8. The ways of ammonia detoxification. Formation of glutamine, its role in the transport of ammonia. Characteristics of the local pathways of ammonia detoxification available in non-hepatic tissues.
9. Formation of urea. The role of the liver in urea formation. Significance of the determination of blood urea in clinical practice.
10. Nonprotein blood nitrogen – components, their origin and relative content, principle of determination, clinical-diagnostic value.
11. Decarboxylation of amino acids. Enzymes, co-enzyme. The formation of histamine, serotonin, GABA, their role in the body. The formation of catecholamines (dopamine, norepinephrine, epinephrine) and their role in the body.

Section 7. Biochemistry of nucleoproteins and nucleic acids.

Topic 22. Nucleoproteins chemistry and metabolism. Determination of uric acid in urine.

Problems for discussion:

1. Mononucleotides, structure, terminology, biological role.
2. Primary, secondary and tertiary structures of nucleic acids (peculiarities of the structure, varieties, types of stabilizing bonds).
3. Nucleoprotein metabolism. Digestion of nucleoproteins in the gastrointestinal tract (significance, steps, enzymes).
4. Degradation of purine nucleotides (reactions, uric acid as an end-product of catabolism). Disorders of purine metabolism (hyperuricemia and gout, urolithiasis).
5. Biosynthesis of purine nucleotides *de novo* (sources of nitrogen and carbon of a purine ring, participation of folic acid, main intermediate products, key enzyme, regulation). The notion of nucleotide synthesis from free nitrogenous bases and nucleosides.
6. Degradation of pyrimidine nucleotides (end products and their fate).
7. Biosynthesis of pyrimidine nucleotides (substrates, process pattern, key enzyme, regulation, role of vitamins).
8. Synthesis of deoxyribonucleotides.

Topic 23. Matrix biosyntheses (synthesis of DNA, RNA, proteins).

Problems for discussion:

1. Replication, biological role, substrates, enzymes, molecular mechanism.
2. Transcription, biological role, substrates, enzymes, RNA processing.
3. Genetic code and its properties.
4. Recognition and translation as steps of genetic information realization in cells. Substrate specificity of aminoacyl-tRNA synthetases. tRNA and its role in protein biosynthesis.
5. Modern understanding of protein biosynthesis. Regulation of protein biosynthesis in cells at a genetic level.

Topic 24. Connective tissue proteins.

Problems for discussion:

1. Collagen. The amino acid composition, the spatial structure. Isocollagens. Features of the synthesis of collagen. Intra- and extracellular stages of the formation of the mature collagen.
2. Elastin. Role in the body. Features of the primary structure. The importance of extracellular stages in the mechanisms of formation of mature elastic tissue.
3. Protein-carbohydrate complexes. Principles of classification, biological role, mechanisms of synthesis and decay.
4. Fibrillar adhesive proteins of extracellular matrix and their functions.
5. Features of the protein composition of the cartilage and bone tissues. Non-collagenous proteins, the biological role.

Topic 25. Colloquium - metabolism of nucleoproteins and nucleic acids.

Questions for preparation:

1. Mononucleotides, structure, terminology, biological role.
2. Modern concept of DNA structure (primary, secondary, tertiary structure). Cell localization, functions.
3. Nucleoprotein metabolism. Digestion of nucleoproteins in the digestive tract (significance, steps, enzymes).
4. Degradation of purine nucleotides (reactions, uric acid as an end-product of catabolism). Disorders of purine metabolism (hyperuricemia and gout, urolithiasis).
5. Biosynthesis of purine nucleotides. The initial substrates, scheme of reactions, enzymes. Regulation of synthesis.
6. Biosynthesis of pyrimidine nucleotides. The initial substrates of synthesis, scheme of reactions, enzymes. Regulation of synthesis.
7. Synthesis of deoxyribonucleotides.
8. The mechanism of DNA synthesis in eukaryotes. Enzymes and substrates of synthesis. Draw a scheme of replication fork, describe formation of the Okazaki fragments.
9. RNA synthesis in eukaryotes. Enzymes and substrates of synthesis. Maturation of pre-mRNA.
10. Genetic code and its properties.
11. Recognition and translation as steps of genetic information realization in the cell. Role of t-RNA in protein synthesis, its adapter function. ARSases — role, specificity, reactions catalyzed by these enzymes.
12. Modern understanding of protein biosynthesis. Regulation of protein biosynthesis in the cell at a genetic level.
13. Posttranslational modification of protein molecules, kinds, biological role.
14. Collagen. The amino acid composition, the spatial structure. Isocollagens. Features of the synthesis of collagen. Intra- and extracellular stages of the formation of the —mature collagen.
15. Elastin. Role in the body. Features of the primary structure. The importance of extracellular stages in the mechanisms of formation of mature elastic tissue.
16. Protein-carbohydrate complexes. Principles of classification, biological role (call not less than 5 functions), mechanisms of synthesis and decay.
17. Fibrillar adhesive proteins of extracellular matrix and their functions.
18. Features of the protein composition of the cartilage and bone tissues. Non-collagenous proteins, the biological role.

Section 8. Biochemistry of hormones.

Topic 26. Hormones, general characteristic and peculiarities of biological action.

Problems for discussion:

1. Terminology and classification of hormones by the site of synthesis, chemical structure.
2. Peculiarities of hormones biological action.
3. Concept «hormone receptor». Classification and structure of receptors: intracellular receptors (nuclear and cytosolic), receptors of a plasma membrane (canal-forming receptors, 1-TMS and 7-TMS receptors).
4. Mechanisms of steroid, amino acid-derived, protein-peptide hormones action. The role of G-proteins, secondary messengers (cyclic nucleotides, IP3, Ca²⁺, diacylglycerol), protein kinases. Peculiarities of signal transduction from intracellular and 1-TMS-receptors.

Topic 27. Hypothalamic hormones. Pituitary hormones. Hormones of adrenal cortex. Thyroid hormones. Sex hormones.**Problems for discussion:**

1. Hypothalamic hormones: chemical structure, type of receptor in target-cells and mechanism of a hormonal signal transduction, response of hypophyseal cells to the liberins and statins action.
2. Adenohypophysis hormones: chemical structure, types of receptors in target-tissues and mechanism of a hormonal signal transduction, realization of hormonal effect at a target-tissue level. The role of excessive and insufficient secretion of hormones.
3. Neurohypophysis hormones: chemical structure, type of receptor in target-tissue and mechanism of a hormonal signal transduction, realization of vasopressin effects at the level of target-tissues. The role of excessive and insufficient secretion of hormones. Diabetes insipidus.
4. Thyroxine and triiodothyronine: chemical structure, precursor, thyroglobulin, type of receptor in target-tissue, realization of thyroidal hormones effects at a cellular level. The role of peroxidase and deiodase in hormones metabolism. Manifestations of hypo- and hyperthyroidism.
5. Hormones of the adrenal cortex: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of glucocorticoids and mineralocorticoids effect at a cellular level. Cushing's syndrome. «Bronze disease».
6. Sex hormones: chemical structure, precursor, realization of the effect of estrogens, progesterone and male sex hormones at a cellular level. Excessive and insufficient secretion of sex hormones.

Topic 28. Hormones regulated glucose blood level. Diabetes mellitus. Glucose tolerance test.**Problems for discussion:**

1. Insulin: chemical structure, insulin synthesis, types of receptors, realization of pancreatic hormone effect at a cellular level.
2. Glucagon: chemical structure, insulin synthesis, types of receptors, realization of pancreatic hormone effect at a cellular level.
3. Hormones of the adrenal medulla: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of epinephrine and norepinephrine effect at a cellular level.
4. Diabetes mellitus. Metabolic disorders. Diagnostic value of sugar curves.

Topic 29. Colloquium - biochemistry of hormones.**Questions for preparation:**

1. Hormones, classification by the chemical structure, site of synthesis. Peculiarities of hormonal action.
2. Hormone receptors, classification. Structure of intracellular receptors (nuclear and cytosolic), receptors of a plasma membrane (canal-forming receptors, 1-TMS and 7-TMS receptors).
3. Mechanisms of signal transduction for steroid, amino acid-derived, protein-peptide hormones. Role of G-proteins, secondary messengers (cAMP, cGMP, IP3, Ca²⁺, DAG), protein kinases. Signal transduction from intracellular and 1-TMS-receptors.

4. Hypothalamus hormones: chemical structure, type of receptor in target-cells and mechanism of a hormone signal transduction, response of hypophysis cells to the liberins and statins action.

5. Adenohypophysis hormones: chemical structure, types of receptors in target-tissues and mechanism of a hormone signal transduction, realization of hormone effect at a target-tissue level. The role of excessive and insufficient secretion of hormones.

6. Neurohypophysis hormones: chemical structure, type of receptor in target-tissue and mechanism of a hormone signal transduction, realization of oxytocin and vasopressin effects at the level of target-tissues. The role of excessive and insufficient secretion of hormones. Diabetes insipidus.

7. Thyroxine and triiodothyronine: chemical structure, precursor, thyroglobulin, type of receptor in target-tissue, realization of thyroidal hormones effects at a cellular level. The role of peroxidase and deiodase in hormones metabolism. Manifestations of hypo- and hyperthyroidism.

8. Hormones of the adrenal cortex: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of glucocorticoids and mineralocorticoids effect at a cellular level. Cushing's syndrome. —Bronze disease.

9. Hormones of the adrenal medulla: chemical structure, precursor, type of receptor in target-tissue, realization of epinephrine and norepinephrine effect at a cellular level.

10. Sex hormones: chemical structure, precursor, realization of the effect of estrogens, progesterone and male sex hormones at a cellular level. Excessive and insufficient secretion of sex hormones.

11. Insulin and glucagon: chemical structure, insulin synthesis, types of receptors in target-tissues for glucagon and insulin, realization of pancreas hormones effect at a cellular level. Diabetes mellitus. Diagnostic value of sugar curves.

Section 9. Biochemistry of tissues and physiological functions.

Topic 30. Physical and chemical properties of the blood. Hemoglobinoses.

Problems for discussion:

1. Chemical composition of plasma (physiological concentrations of the most important plasma components and their origin).

2. The most important blood buffer systems: bicarbonate, hemoglobin, phosphate, protein (components and their proportion, mechanism of action, capacity). The notion of acid-base disturbances (acidosis, alkalosis).

3. Proteins of erythrocytes. The structure of hemoglobin, heme, globin; varieties (normal and abnormal) and derivatives of hemoglobin.

4. Respiratory function of the blood. Erythrocytes as a main participant of gas transport by the blood (the role of hemoglobin and carbanhydrase). Reversible binding of oxygen and carbon dioxide as a means of transport (binding mechanisms of CO₂ and O₂ with hemoglobin, cooperative interaction of hemoglobin subunits). Hypoxia, forms, mechanisms of development.

Topic 31. Blood plasma proteins. Blood clotting system.

Problems for discussion:

1. Blood plasma proteins. Main protein fractions: albumins, globulins, fibrinogen (content, functions); albumin-globulin ratio and its diagnostic value.

2. Blood plasma enzymes (secretory, indicator, excretory). Diagnostic value of plasma enzymes activity determination.

3. Hemostasis (definition, structural-functional units and their biological role). Vascular-thrombocytic and coagulation hemostasis. The notion of blood coagulation system functioning impairments.

4. Coagulating system (components and their origin), hemocoagulation (definition, phases and their duration, sources of phospholipid surfaces). Intrinsic and extrinsic pathways of blood coagulation.

5. Vitamin K (chemical origin, varieties, natural sources, role in coagulation).

6. Anticoagulant system, classification of physiological anticoagulants: primary and secondary (representatives, mechanism of action). Artificial anticoagulants of direct and indirect action.

7. Fibrinolytic system, mechanisms of fibrinolysis. Plasmin system (components and their origin, mechanism of action).

Topic 32. Biochemistry of the liver

Problems for discussion:

1. Basic functions and chemical composition of the liver.

2. The role of the liver in carbohydrate metabolism.

3. The role of the liver in lipid metabolism.

4. The role of the liver in protein metabolism.

5. Detoxifying function of the liver, mechanisms: (protective syntheses, acylation, microsomal oxidation, conjugation).

6. The role of the liver in pigment exchange. Synthesis and degradation of hemoglobin (schemes). Normal bilirubin metabolism and its disorders.

7. Biochemical methods of diagnosing liver disturbances.

Topic 33. Biochemistry of connective tissue, bone tissue.

Problems for discussion:

1. Collagen, features of amino acid composition and spatial structure. The role of collagen in the body.

2. Elastin. Role in the body. Features of the amino acid composition and spatial structure.

3. Features of the collagen and elastin biosynthesis. The role of extracellular stages in the mechanisms of formation of extracellular matrix of connective tissue.

4. Protein-carbohydrate complexes. Classification. Role in the body. Features of synthesis and degradation.

5. Calcium and phosphorus. The metabolism in the body. Role in the processes of life. Ca^{2+} -binding proteins and their role in the body.

6. Non-collagenous proteins of the extracellular matrix. Role in the body. The mineral component of bones and teeth. The chemical composition. Hydroxyapatite crystals.

7. The chemical composition of bone tissue. Bone proteins and their role in mineralization processes. Theories of mineralization of bone and hard tooth tissues. Factors influencing on the processes of mineralization. Stages of isomorphic substitution of elements of the crystal lattice and its role in the formation of apatite crystals.

Topic 34. Colloquium - Biochemistry of tissues and physiological functions.

Questions for preparation:

1. Chemical composition of plasma (physiological concentrations of the most important plasma components and their origin).

2. The most important blood buffer systems: bicarbonate, hemoglobin, phosphate, protein (components and their proportion, mechanism of action, capacity). The notion of acid-base disturbances (acidosis, alkalosis).

3. Proteins of erythrocytes. The structure of hemoglobin, heme, globin; varieties (normal and abnormal) and derivatives of hemoglobin.

4. Respiratory function of the blood. Erythrocytes as a main participant of gas transport by the blood (the role of hemoglobin and carbanhydrase). Reversible binding of oxygen and carbon

dioxide as a means of transport (binding mechanisms of CO₂ and O₂ with hemoglobin, cooperative interaction of hemoglobin subunits). Hypoxia, forms, mechanisms of development.

6. Blood plasma proteins. Main protein fractions: albumins, globulins, fibrinogen (content, functions); albumin-globulin ratio and its diagnostic value.

7. Blood plasma enzymes (secretory, indicator, excretory). Diagnostic value of plasma enzymes activity determination.

8. Hemostasis (definition, structural-functional units and their biological role). Vascular-thrombocytic and coagulation hemostasis. The notion of blood coagulation system functioning impairments.

9. Coagulating system (components and their origin), hemocoagulation (definition, phases and their duration, sources of phospholipid surfaces). Intrinsic and extrinsic pathways of blood coagulation.

10. Vitamin K (chemical origin, varieties, natural sources, role in coagulation).

11. Anticoagulant system, classification of physiological anticoagulants: primary and secondary (representatives, mechanism of action). Artificial anticoagulants of direct and indirect action.

12. Fibrinolytic system, mechanisms of fibrinolysis. Plasmin system (components and their origin, mechanism of action).

13. Anticoagulant system. Classification of anticoagulants, mechanism of their action.

14. Basic functions and chemical composition of the liver.

15. The role of the liver in carbohydrate metabolism.

16. The role of the liver in lipid metabolism.

17. The role of the liver in protein metabolism.

18. Detoxifying function of the liver, mechanisms: (protective syntheses, acylation, microsomal oxidation, conjugation).

19. The role of the liver in pigment exchange. Synthesis and degradation of hemoglobin (schemes). Normal bilirubin metabolism and its disorders.

20. Biochemical methods of diagnosing liver disturbances.

21. Collagen, features of amino acid composition and spatial structure. The role of collagen in the body.

22. Elastin. Role in the body. Features of the amino acid composition and spatial structure.

23. Features of the collagen and elastin biosynthesis. The role of extracellular stages in the mechanisms of formation of extracellular matrix of connective tissue.

24. Protein-carbohydrate complexes. Classification. Role in the body. Features of synthesis and degradation.

25. Calcium and phosphorus. The metabolism in the body. Role in the processes of life. Ca²⁺-binding proteins and their role in the body.

26. Non-collagenous proteins of the extracellular matrix. Role in the body. The mineral component of bones and teeth. The chemical composition. Hydroxyapatite crystals.

27. The chemical composition of bone tissue. Bone proteins and their role in mineralization processes. Theories of mineralization of bone and hard tooth tissues. Factors influencing on the processes of mineralization. Stages of isomorphic substitution of elements of the crystal lattice and its role in the formation of apatite crystals.

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.

Наименование программного обеспечения, производитель	Реквизиты подтверждающего документа (№ лицензии, дата приобретения, срок действия)
---	---

Microsoft Office Word 2015	Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015
Adobe Reader 9	Бесплатно, бессрочный
K-Lite Codec Pack, Codec Guide	Бесплатно, бессрочный
OCWindows7, Microsoft Corp.	№ 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный
7-zip.org	GNU LGPL
Офисный пакет WPSOffice	Свободно распространяемое ПО

10.2 Перечень необходимых информационных справочных систем.

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента». Коллекции: Медицина. Здравоохранение (ВПО), ГЭОТАР-Медиа. Премиум комплект <http://www.studentlibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» <http://www.znanium.com>.
3. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru>.
4. Консультант Плюс – справочная правовая система <http://consultant.ru>.
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>.
6. Киберленинка <http://cyberleninka.ru>.
7. Национальная электронная библиотека <http://www.нэб.рф>.
8. Электронно-библиотечная система «Консультант врача» <http://www.studentlibrary.ru/>.

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		
<p>Методический аттестационно-аккредитационный центр медицинского института ФГБОУ ВО «МГТУ», корпус 6, помещения 2-3 этажей, ул. Комсомольская 222.</p>	<p>Станция 1. «Базовая сердечно – легочная реанимация»: а) система для отработки навыков родовспоможения и оказания приемов неотложной медицинской помощи в акушерской практике; б) манекен взрослого человека для обучения сердечно – легочной реанимации с компьютерной регистрацией результатов.</p> <p>Станция 2. «Экстренная медицинская помощь»: а) медицинский образовательный робот – симулятор У1 уровня реалистичности; б) набор муляжей травм по обучению оказания медицинской помощи при различных травмах;</p>	<p>1. Microsoft Office Word 2015. 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015. 2. Adobe Reader 9. Бесплатно, бессрочный. 3. K-Lite Codec Pack, Codec Guide. Бесплатно, бессрочный. 4. OCWindows7, Microsoft Corp. № 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный. 5. 7-zip.org. GNU LGPL. 6. Офисный пакет WPSOffice. Свободно распространяемое ПО.</p>

<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: корпус 4, 1 этаж, помещение 4-129, ул. Крестьянская, 2.</p> <p>Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: корпус 4, 1 этаж, помещение 4-129, ул. Крестьянская, 2.</p>	<p>в) манекен ребенка первого года жизни для сердечно – легочной реанимации; г) дефибриллятор ShiLLLR мод. EasiTrainer с принадлежностями. Станция 3. «Неотложная медицинская помощь»: а) фантом руки для венепункции и венесекции; б) тренажер для отработки базовых хирургических навыков с набором тканей; в) симулятор для промывания желудка; г) фантом для обработки парентеральных инъекций. Станция 4. «Физикальное исследование пациента»: а) Манекен для диагностики сердечно – сосудистых заболеваний; б) манекен для аускультации и пальпации грудной клетки. Станция 5. «Диспансеризация»: а) манекен для брюшной пальпации и аускультации; б) манекен для определения величины артериального давления. Переносное мультимедийное оборудование. Мебель для аудиторий. Аудиторная доска.</p> <p>Переносное мультимедийное оборудование. Мебель для аудиторий. Аудиторная доска.</p> <p>Переносное мультимедийное оборудование. Мебель для аудиторий. Аудиторная доска.</p>	
Помещения для самостоятельной работы		
Учебные аудитории для		1. Microsoft Office Word

<p>самостоятельной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Читальный зал научной библиотеки ФГБОУ ВО «МГТУ»: корпус 1, 3 этаж, ул. Первомайская, 191. 2. Компьютерный класс читального зала научной библиотеки ФГБОУ ВО «МГТУ»: корпус 1, 3 этаж, ул. Первомайская, 191. 3. Методический аттестационно-аккредитационный центр медицинского института ФГБОУ ВО «МГТУ», корпус 6, 2 и 3 этажи, ул. Комсомольская, 222. 	<p>Мебель для аудиторий. Библиотечный фонд специальной литературы.</p> <p>Компьютерный класс на 30 посадочных мест, оснащенный компьютерами «msi» с выходом в Интернет.</p> <p>Фантомы, манекены, тренажеры, роботы – симуляторы, системы для отработки навыков оказания медицинской помощи и т.д.</p>	<p>2015. 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Adobe Reader 9. Бесплатно, бессрочный. 3. K-Lite Codec Pack, Codec Guide. Бесплатно, бессрочный. 4. ОС Windows 7, Microsoft Corp. № 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный. 5. 7-zip.org. GNU LGPL. 6. Офисный пакет WPS Office. Свободно распространяемое ПО.
---	--	---

**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.)