

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Департамент международного развития

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.04 Биохимия

для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета
по направлению подготовки (специальности)

31.05.03 Стоматология

направленность (профиль)

Стоматология

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.04 Биохимия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 31.05.03 Стоматология. Направленность (профиль) образовательной программы: Стоматология.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Шестопалов Александр Вячеславович	доктор медицинских наук, профессор	заведующий кафедрой биохимии и молекулярной биологии ИФМХ	ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России	
2	Борисенко Ольга Владимировна	кандидат медицинских наук, доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
3	Шатова Ольга Петровна	кандидат медицинских наук, доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

4	Заболотнева Анастасия Александровна	кандидат биологических наук, доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
5	Комаров Олег Самуилович	доктор биологических наук, доцент	профессор	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
6	Микаелян Нина Погосовна	доктор биологических наук, доцент	профессор	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № _____ от «__» _____ 20__).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Негребецкий Вадим Витальевич	доктор химических наук, доцент	директор ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Департамент международного развития (протокол № _____ от «__» _____ 20__).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 31.05.03 Стоматология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12» августа 2020 г. No 984 рук;
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель.

Целью освоения дисциплины «Биохимия» является получение обучающимися системных знаний об основных закономерностях протекания метаболических процессов, определяющих состояние здоровья и адаптации человека на молекулярном, клеточном и органном уровне целостного организма, а также в получении обучающимися навыков применять полученные знания для интерпретации результатов биохимических исследований при решении клинических задач.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- формирование готовности и способности применять знания и умения анализировать данные результатов биохимических исследований и использовать полученные знания для объяснения характера возникающих в организме человека изменений и диагностики заболеваний;
- формирование системы знаний биохимических и молекулярных основ функционирования организма человека, превращений веществ в организме человека, связи этих превращений с деятельностью органов и тканей, регуляции метаболических процессов и последствиях их нарушения;
- формирование навыков общения с коллегами и пациентами с учетом этики и деонтологии;
- формирование/развитие навыков аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями, диагностическими методами исследования;
- развитие профессионально важных качеств, значимых для организации работы и управления лабораторно-диагностическими подразделениями учреждений различного типа;
- формирование/развитие умений, навыков, компетенций, необходимых в организации профессиональной деятельности.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биохимия» изучается в 2, 3 семестре (ах) и относится к обязательной части блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Химия; Биология; Физика, математика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Фармакология; Патолофизиология; Иммунология - клиническая иммунология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Научно-исследовательская работа; Помощник врача стоматолога (терапевта).

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 2

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-9 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	
ОПК-9.ИД1 Владеет алгоритмом клиникалабораторной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей для оценки состояния пациента
	Уметь: использовать диагностические возможности современных биохимических методов при решении профессиональных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками применения полученных знаний для решения ситуационных задач
ОПК-9.ИД2 Оценивает результаты клиникалабораторной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей в физиологических условиях и при патологии
	Уметь: анализировать результаты лабораторных биохимических тестов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками распознавания направленности биохимических процессов при заболеваниях и использования биохимических тестов в ранней диагностике заболеваний
ОПК-9.ИД3 Определяет морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы организма человека	Знать: метаболические пути превращения основных классов биологически важных соединений, роль наследственных факторов в развитии заболеваний
	Уметь: определять биохимические аспекты физиологических состояний и патологических процессов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками распознавания направленности биохимических процессов при заболеваниях

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
УК-1.ИД3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: основные закономерности биохимических процессов, происходящих в организме человека
	Уметь: анализировать надежность источников информации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками исследовательской деятельности при работе с противоречивой информацией из разных источников
УК-1.ИД4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Знать: основные биохимические термины, описывающие химико-биологические процессы в организме человека
	Уметь: анализировать изменения биохимических процессов при развитии патологических состояний
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

Семестр 3

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-9 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	
ОПК-9.ИД1 Владеет алгоритмом клиникалабораторной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей для оценки состояния пациента
	Уметь: использовать диагностические возможности современных биохимических методов при решении профессиональных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками применения полученных знаний для решения ситуационных задач

ОПК-9.ИД2 Оценивает результаты клиникалабораторной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей в физиологических условиях и при патологии
	Уметь: анализировать результаты лабораторных биохимических тестов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками распознавания направленности биохимических процессов при заболеваниях и использования биохимических тестов в ранней диагностике заболеваний
ОПК-9.ИД3 Определяет морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы организма человека	Знать: метаболические пути превращения основных классов биологически важных соединений, роль наследственных факторов в развитии заболеваний
	Уметь: определять биохимические аспекты физиологических состояний и патологических процессов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками распознавания направленности биохимических процессов при заболеваниях
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: основные закономерности биохимических процессов, происходящих в организме человека
	Уметь: анализировать надежность источников информации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками исследовательской деятельности при работе с противоречивой информацией из разных источников
УК-1.ИД4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Знать: основные биохимические термины, описывающие химико-биологические процессы в организме человека
	Уметь: анализировать изменения биохимических процессов при развитии патологических состояний
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам	
			2	3
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		74	36	38
Лекционное занятие (ЛЗ)		20	10	10
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		42	20	22
Коллоквиум (К)		12	6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		52	26	26
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		52	26	26
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		10	2	8
Экзамен (Э)		8	0	8
Зачет (З)		2	2	0
Подготовка к экзамену (СРПА)		24	0	24
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	160	64	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	5.00	2.00	3.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Энергетический обмен			
1	УК-1.ИД3, УК-1.ИД4, ОПК-9.ИД1, ОПК-9.ИД2, ОПК-9.ИД3	Тема 1. Энергетический обмен	Общий путь катаболизма. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл трикарбоновых кислот. Регуляция. Анаболические функции цикла трикарбоновых кислот. Анаплеротические реакции. Макроэргические субстраты. Пути синтеза АТФ: субстратное и окислительное фосфорилирование. Окислительное фосфорилирование АДФ. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Хемиосмотическая теория Митчелла. Состав, структура и номенклатура дыхательных комплексов и других компонентов цепи переноса электронов, их локализация и функции во внутренней мембране митохондрий. Строение АТФ-синтазы. Механизм функционирования. Регуляция окислительного фосфорилирования. Дыхательный контроль. Механизмы разобщения окисления и фосфорилирования. Физиологическое значение разобщения. Молекулярно-биологические аспекты функции и дисфункции митохондрий.
Раздел 2. Обмен углеводов			

1	УК-1.ИД3, УК-1.ИД4, ОПК-9.ИД1, ОПК-9.ИД2, ОПК-9.ИД3	Тема 1. Обмен углеводов	<p>Механизмы переваривания углеводов. Характеристика и действие ферментов, участвующих в полостном и пристеночном пищеварении. Особенности переваривания углеводов в ротовой полости. Механизмы всасывания углеводов. Пути поступления и превращения углеводов в тканях организма. Ключевая роль глюкозо-6-фосфата, пути обмена. Синтез гликогена. Биологическое значение, реакции, ферменты. Распад гликогена – гликогенолиз. Биологическое значение, реакции, ферменты. Биологическое значение и регуляция обмена гликогена в печени и в мышцах. Гликогенозы и агликогенозы. Гликолиз: понятие, значение, последовательность реакций, регуляция. Этапы полного аэробного окисления глюкозы. Энергетический выход. гликолиза в анаэробных условиях. Глюконеогенез: схема, субстраты, биологическая роль. Цикл Кори. Глюкозо-аланиновый цикл. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза. Особенности метаболизма глюкозы в печени, мозге, скелетных мышцах, жировой ткани, клетках крови. Пентозофосфатный путь. Биологическое значение. Реакции окислительного этапа, регуляция. Нарушения в пентозофосфатном пути. Дефект глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Регуляция содержания глюкозы в крови. Сахарный диабет.</p>
Раздел 3. Обмен липидов			

1	УК-1.ИД3, УК-1.ИД4, ОПК-9.ИД1, ОПК-9.ИД2, ОПК-9.ИД3	Тема 1. Обмен липидов	<p>Механизмы переваривания, всасывания липидов. Ферменты. Желчь: состав, функции, механизм участия в пищеварении. Стеаторея: причины, последствия. Мобилизация жиров из жировой ткани: реакции, механизмы регуляции, роль гормонов, значение. Активация и транспорт жирных кислот в митохондрии. Механизмы β-окисления жирных кислот: реакции, регуляция, энергетический баланс. Кетоновые тела: биологическая роль, реакции обмена, регуляция. Кетонемия, кетонурия, причины и механизмы развития, последствия. Биосинтез жирных кислот. Этапы, реакции, строение синтазы жирных кислот, регуляция. Биосинтез триацилглицеролов. Механизм, регуляция, тканевые особенности. Обмен глицерофосфолипидов. Биологическое значение. Холестерол: биологическое значение, пути поступления и использования в организме. Синтез холестерина (схема). Регуляция синтеза холестерина. Механизм поступления холестерина в клетку. Транспорт холестерина. Гиперхолестеролемиа, ее причины, последствия. Молекулярно-биологические аспекты регуляции обмена холестерина. Липопротеины крови: классификация, строение, этапы формирования, схема метаболизма. Дислипидопроteinемии. Молекулярные механизмы атеросклероза.</p>
---	---	-----------------------	---

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Обмен белков и нуклеотидов			
1	УК-1.ИД3,	Тема 1. Обмен белков и	Переваривание белков в ЖКТ. Принципы

УК-1.ИД4,
ОПК-9.ИД1,
ОПК-9.ИД2,
ОПК-9.ИД3

нуклеотидов

нормирования белка в питании. Азотистый баланс. Характеристика основных компонентов пищеварительных соков (желудка, кишечника, поджелудочной железы). Механизмы регуляции секреции пищеварительных соков. Образование и секреция HCl. Ферментативный гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте. Механизмы всасывания аминокислот. Биохимические аспекты мукозального барьера желудочно-кишечного тракта. Нарушение переваривания белков. Белковая недостаточность: причины, метаболические и клинические последствия, профилактика. Пути образования пула аминокислот в крови и его использование в организме. Общие реакции обмена аминокислот: реакции трансаминирования, прямого и непрямого дезаминирования, декарбоксилирования, тканевые особенности. Пути использования безазотистого остатка аминокислот. Образование биогенных аминов (гистамина, тирамина, триптамина, серотонина, γ -аминомасляной кислоты). Роль биогенных аминов в организме. Схема путей обмена серина и глицина, значение каждого пути. Обмен цистеина: схема путей, значение. Значение ФАФС в биологическом сульфировании. Пути обмена метионина и их значение. Образование S-аденозилметионина, его участие в реакциях трансметилирования. Синтез метионина, роль ТГФК и витамина B12 в этом процессе. Связь обменов метионина и цистеина. Метионин как липотропный фактор. Схема путей обмена глутаминовой и аспарагиновой кислот, их биосинтез, участие в обезвреживании аммиака. Глутамин как донор аминоксигруппы при синтезе ряда соединений. Образование и

использование в организме ГАМК и ГОМК.
Фенилаланин: схема обмена, реакции образования тирозина. Катехоламиновый и меланиновый пути, реакции, регуляция.
Гомогентизиновый путь (схема).
Фенилкетонурия, альбинизм, алкаптонурия.
Триптофан: схема основных путей обмена.
Реакции биосинтеза серотонина, биологическое значение. Схема кинуренинового пути, и его роль. Обмен нуклеиновых кислот: переваривание и всасывание продуктов гидролиза нуклеиновых кислот, тканевой обмен нуклеотидов. Схема биосинтеза пуринового кольца. Начальные регуляторные реакции биосинтеза пуриновых нуклеотидов. Биосинтез АМФ и ГМФ из инозиновой кислоты. Реакции распада пуриновых нуклеотидов до мочевой кислоты.
Нарушение обмена пуриновых нуклеотидов: гиперурикемия, подагра, мочекаменная болезнь. Реакции использования и обезвреживания аммиака: образование глутамина, аспарагина, мочевины - тканевые особенности. Связь орнитинового цикла с обменом аминокислот и энергетическим обменом. Недостаточность ферментов орнитинового цикла, причины и последствия.
Механизмы острой и хронической токсичности аммиака, метаболические и клинические последствия.

Раздел 2. Гормоны

1	УК-1.ИД3, УК-1.ИД4, ОПК-9.ИД1, ОПК-9.ИД2, ОПК-9.ИД3	Тема 1. Гормоны	<p>Гормоны. Концепции прямой и обратной положительной и отрицательной связи; пермиссивности гормонального действия; концепция ткани-мишени. Этапы метаболизма гормонов. Рецепторы гормонов, виды: мембранные, сопряженные с G-белками, канальные, каталитические, цитозольные, ядерные, функции, метаболизм.</p> <p>Молекулярные механизмы действия водорастворимых сигнальных молекул (пептидных гормонов, факторов роста, цитокинов и др.). Внутриклеточные посредники действия гормонов: циклические нуклеотиды, пептиды, производные жирных кислот, ИТФ, ДГ, Ca²⁺ и др. - химическая природа, структура, обмен, функции.</p> <p>Механизмы действия гормонов различных классов. Гормоны гипоталамуса: особенности биосинтеза, структуры, механизмов действия, функций. Тропные гормоны гипофиза; классификация, химическая природа, значение в регуляции функций периферических желез.</p> <p>СТГ: метаболизм, метаболические и физиологические эффекты. Нейрогормоны - окситоцин и вазопрессин, их биологическое действие. Адреналин, глюкагон, глюкокортикоиды: строение, влияние на обмен веществ. Инсулин: молекулярные механизмы действия и биологические эффекты. Сахарный диабет. Тиреоидные гормоны: строение, влияние на обмен веществ.</p>
Раздел 3. Биохимия полости рта			

1	УК-1.ИД3, УК-1.ИД4, ОПК-9.ИД1, ОПК-9.ИД2, ОПК-9.ИД3	Тема 1. Биохимия полости рта	<p>Биохимия соединительной ткани. Строение, функции и метаболизм коллагена.</p> <p>Гликопротеины и протеогликаны соединительной ткани и минерализованных тканей зуба. Биохимия тканей зуба.</p> <p>Особенности химического состава эмали, дентина и цемента. Основные этапы минерализации костной и зубной тканей.</p> <p>Биохимия слюны. Состав и физико-химические свойства смешанной слюны.</p> <p>Поверхностные образования на зубах.</p> <p>Биохимические основы патогенеза кариеса зубов.</p>
---	---	------------------------------	---

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план дисциплины.

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п/п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
					КП	ОК
1	2	3	4	5	6	7
2 семестр						
Раздел 1. Энергетический обмен						
Тема 1. Энергетический обмен						
1	ЛЗ	Ферменты	2	Д	1	
2	ЛЗ	Витамины	2	Д	1	
3	ЛЗ	Энергетический обмен	2	Д	1	
4	ЛПЗ	Вводное ознакомительное занятие	2	Т	1	1
5	ЛПЗ	Ферменты: структура, механизмы действия ферментов, кинетика	2	Т	1	1
6	ЛПЗ	Регуляция активности ферментов. Применение ферментов в стоматологической практике	2	Т	1	1
7	ЛПЗ	Витамины	2	Т	1	1
8	ЛПЗ	Общие пути катаболизма	2	Т	1	1
9	ЛПЗ	Пути синтеза АТФ	2	Т	1	1
10	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 1 «Энергетический обмен»	2	Р	1	1
Раздел 2. Обмен углеводов						
Тема 1. Обмен углеводов						
1	ЛЗ	Обмен углеводов	2	Д	1	

2	ЛПЗ	Переваривание и всасывание углеводов. Особенности переваривания углеводов в полости рта. Метаболизм гликогена	2	Т	1	1
3	ЛПЗ	Гликолиз и глюконеогенез. Регуляция уровня глюкозы в крови	2	Т	1	1
4	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 2 «Обмен углеводов»	2	Р	1	1

Раздел 3. Обмен липидов

Тема 1. Обмен липидов

1	ЛЗ	Обмен липидов	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Переваривание и всасывание липидов. Особенности переваривания липидов в полости рта.	2	Т	1	1
3	ЛПЗ	Липолиз. Обмен холестерина	2	Т	1	1
4	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 3 «Обмен липидов»	2	Р	1	1

3 семестр

Раздел 1. Обмен белков и нуклеотидов

Тема 1. Обмен белков и нуклеотидов

1	ЛЗ	Обмен аминокислот	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Переваривание белков. Дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование	2	Т	1	1
3	ЛПЗ	Образование продуктов азотистого обмена. Обезвреживание аммиака	2	Т	1	1
4	ЛПЗ	Метаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов	2	Т	1	1

5	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 4 «Обмен белков и нуклеиновых кислот»	2	Р	1	1
Раздел 2. Гормоны						
Тема 1. Гормоны						
1	ЛЗ	Гормоны	2	Д	1	
2	ЛЗ	Биохимия крови	2	Д	1	
3	ЛЗ	Биохимия печени	2	Д	1	
4	ЛПЗ	Гормоны: классификация, механизмы действия. Инсулин и глюкагон	2	Т	1	1
5	ЛПЗ	Стероидные гормоны. Метаболизм кальция и фосфатов. Регуляция и роль для зубной ткани и слюны	2	Т	1	1
6	ЛПЗ	Биохимия крови	2	Т	1	1
7	ЛПЗ	Биохимия печени	2	Т	1	1
8	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 5 «Гормоны. Биохимия печени и крови»	2	Р	1	1
Раздел 3. Биохимия полости рта						
Тема 1. Биохимия полости рта						
1	ЛЗ	Биохимия полости рта	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Биохимия соединительной ткани. Структура, функция и метаболизм коллагена. Гликопротеины и протеогликаны соединительной ткани и минерализованных тканей зуба	2	Т	1	1

3	ЛПЗ	Биохимия тканей зуба. Особенности химического состава эмали, дентина и цемента. Основные этапы минерализации костной ткани и тканей зуба	2	Т	1	1
4	ЛПЗ	Биохимия слюны. Состав и физико-химические свойства смешанной слюны	2	Т	1	1
5	ЛПЗ	Поверхностные образования на зубах. Биохимические основы патогенеза кариеса зубов	2	Т	1	1
6	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 6 «Биохимия полости рта»	2	Р	1	1

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос комбинированный (ОК)	Выполнение заданий в устной и письменной форме

4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

2 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос комбинированный

3 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Экзамен
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос устный

5. Структура рейтинга по дисциплине

5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

2 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам ***				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	10	150	В	Т	15	10	5
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	351	В	Р	117	78	39
Сумма баллов за семестр					501					

3 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам ***				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	11	165	В	Т	15	10	5
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	351	В	Р	117	78	39
Сумма баллов за семестр					516					

5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 2 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	295

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме экзамена

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 3 семестре, обучающийся может быть аттестован с оценками «отлично» (при условии достижения не менее 90% баллов из возможных), «хорошо» (при условии достижения не менее 75% баллов из возможных), «удовлетворительно» (при условии достижения не менее 60% баллов из возможных) и сданных на оценку не ниже «удовлетворительно» всех запланированных в текущем семестре рубежных контролей без посещения процедуры экзамена. В случае, если обучающийся не согласен с оценкой, рассчитанной по результатам итогового рейтинга по дисциплине, он обязан пройти промежуточную аттестацию по дисциплине в семестре в форме экзамена в порядке, предусмотренном рабочей программой дисциплины и в сроки, установленные расписанием экзаменов в рамках экзаменационной сессии в текущем семестре. Обучающийся заявляет о своем желании пройти промежуточную аттестацию по дисциплине в форме экзамена не позднее первого дня экзаменационной сессии, сделав соответствующую отметку в личном кабинете по соответствующей дисциплине. В таком случае, рейтинг, рассчитанный по дисциплине не учитывается при процедуре промежуточной аттестации. По итогам аттестации обучающийся может получить любую оценку из используемых в учебном процессе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка	Рейтинговый балл
Отлично	900
Хорошо	750
Удовлетворительно	600

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Примеры практических (ситуационных) задач для подготовки к промежуточной аттестации

1. A patient with systemic lupus erythematosus has anemia. How is iron absorption regulated? What is the role of hepcidin? Why does anemia of chronic diseases develop?
2. A patient with cardiogenic shock has a high blood lactate level. In what process is lactate formed? Write the reaction of lactate formation. Why can its amount increase significantly in tissue hypoxia? What type of acid-base balance disorders can develop when lactate accumulates in the blood?
3. The child's parents found rapid darkening of his urine upon contact with air. What kind of disease can be assumed? Which amino acid metabolism is disrupted? Explain the biochemical mechanism of the disorders.

2 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Enzymes

1. The functions of proteins in the human body. Physiologically active peptides. Levels of structural organization of proteins. Primary, secondary, tertiary and quaternary protein structures. Connections that stabilize them.
2. Complex proteins. Classification, structure, examples. The structure and functions of myoglobin.
3. The structure and functions of hemoglobin. The concept of hemoglobinopathies.
4. General characteristics of enzymes. The specificity of enzymes. Types of specificity, examples. The structure of enzymes. Cofactors and coenzymes. Classification and nomenclature of enzymes.
5. The mechanism of enzyme action. The active site of enzymes. Stages of enzymatic catalysis. Models of enzyme-substrate interaction: key-lock and Koshland model (induced-fit).
6. Fundamentals of kinetics of enzymatic reactions. Dependence of the rate of the enzymatic reaction on the amount of substrate. The Michaelis-Menten equation. The dependence of the rate of the enzymatic reaction on the amount of enzyme. The dependence of the rate of the enzymatic reaction on the temperature and pH of the medium.

7. Inhibition of enzymatic activity. Competitive and non-competitive reversible inhibition. Irreversible inhibition. Kinetic dependencies. Examples.

8. Allosteric enzymes. Features of the structure and functioning. Allosteric effectors. Regulation of enzyme activity by protein-protein interactions. Regulatory proteins. Association and dissociation. Examples. Regulation of enzyme activity by phosphorylation-dephosphorylation, by partial proteolysis.

9. Isoenzymes. Examples. Biological significance. The concept of enzymopathies. Examples. Enzyme diagnostics and enzyme therapy. Examples of the use of enzymes as medicines.

Energy metabolism

1. Catabolism and anabolism. The general scheme of metabolism and energy in the human body. Specific and common pathways of catabolism.

2. Oxidative decarboxylation of pyruvate. The structure of the pyruvate dehydrogenase complex. The stages of oxidative decarboxylation of pyruvate. Regulation of the pyruvate dehydrogenase complex.

3. The tricarboxylic acid cycle. The general scheme, the role in energy metabolism.

4. The sequence of reactions of the tricarboxylic acid cycle. Dehydrogenation reactions. Substrate-level phosphorylation in the tricarboxylic acid cycle.

5. Regulation of the tricarboxylic acid cycle. Anabolic functions of the tricarboxylic acid cycle. Anaplerotic reactions.

6. The concept of macroergic substrates. Classification of macroergic substrates. Macroergicity of ATP. ATP as the universal energy currency of the cell.

7. Pathways of ATP synthesis: substrate-level phosphorylation and oxidative phosphorylation. Examples of substrate-level phosphorylation reactions.

8. Oxidative phosphorylation of ADP. The mechanism of coupling between oxidation and phosphorylation. Mitchell's chemiosmotic theory.

9. Composition, structure and nomenclature of respiratory complexes and other components of the electron transport chain, their localization and functions in the inner membrane of mitochondria. The structure of ATP synthase. The mechanism of functioning.

10. Regulation of oxidative phosphorylation. Respiratory control. Mechanisms of dissociation of oxidation and phosphorylation. The physiological significance of uncoupling. Uncoupling proteins (UCP). Molecular biological aspects of mitochondrial function and dysfunction.

Metabolism of carbohydrates

1. The biological role of carbohydrates. The daily need for carbohydrates in adults and children. Carbohydrates of food of animal and vegetable origin, their importance.
2. Structure and functions of representatives of carbohydrates: monosaccharides, disaccharides, homopolysaccharides.
3. Digestion of carbohydrates. Characteristics and action of enzymes involved in the digestion in the lumen of the gastrointestinal tract and in parietal digestion: α -amylase of the oral cavity, pancreatic juice enzymes, enzyme complexes of the small intestine responsible for the hydrolysis of disaccharides.
4. Impaired digestion and absorption of carbohydrates: malabsorption syndrome: biochemical causes, metabolic disorders and consequences, mechanisms of development of the typical symptoms. Sucrose and lactose intolerance: biochemical causes, consequences, mechanisms of development of characteristic symptoms.
5. Transport of monosaccharides through cell membranes: facilitated diffusion and active transport. Glucose transporters: types, structural features, functions. Insulin-dependent transporters.
6. Pathways of glucose metabolism in cells. Sources of glucose in cells. Phosphorylation of glucose, the key role of glucose-6-phosphate.
7. Features of carbohydrate metabolism enzymes in the liver: the role of glucokinase and glucose-6-phosphatase in maintaining a constant concentration of glucose in the blood.
8. Synthesis of glycogen from glucose-6-phosphate (glycogenogenesis). Biological significance, reactions, enzymes. Tissue and cellular localization.
9. Breakdown of glycogen to glucose-6-phosphate. Biological significance, reactions, enzymes. Tissue and cellular localization.
10. Features of glycogen metabolism in the liver and muscles in certain physiological conditions (food intake, fasting, physical activity). The involvement of hormones in these processes.
11. Regulation of glycogen metabolism enzymes – glycogen synthase and glycogen phosphorylase: hormonal - the effect of adrenaline and glucagon (adenylate cyclase mechanism, the role of cAMP and protein kinase A); the role of insulin and the participation of phosphodiesterase in reducing cAMP concentration in the cell; allosteric regulation of glycogen phosphorylase activity with the participation of AMP; calcium-dependent activation of glycogen phosphorylase kinase.

12. Genetic disorders of glycogen synthesis and breakdown (hepatic, muscular and mixed glycogen storage diseases).
13. Characteristics of the glycolysis: localization and conditions of the process, reactions, enzymes, end products, participation of adenylic nucleotides and energy effect, irreversible glycolysis reactions, glycolysis reactions associated with ATP consumption, substrate phosphorylation reactions, their significance, glycolytic oxidoreduction, its significance.
14. Characteristics of the gluconeogenesis process: localization and conditions of reactions, substrates, reactions and enzymes, gluconeogenesis reactions associated with the consumption of GTP and ATP, irreversible reactions of gluconeogenesis, the importance of the gluconeogenesis process during fasting and physical activity, energy consumption for the synthesis of one glucose molecule.
15. Reciprocal regulation of glycolysis and gluconeogenesis: hormonal – the role of insulin, adrenaline, cortisol, glucagon; allosteric – the role of ATP, ADP, AMP, citrate, fatty acids, glucose-6-phosphate, fructose-6-phosphate, fructose-1,6-diphosphate, acetyl-SCoA.
16. Anaerobic oxidation of glucose. The fate of glycolysis products in anaerobic conditions. The energetic effect of glucose and glycogen oxidation in anaerobic conditions.
17. Fate of glycolysis products in aerobic conditions. Glycerol phosphate and malate-aspartate shuttle systems. The energy yield of aerobic glucose oxidation.
18. The stages of aerobic oxidation and the total equation of aerobic glucose breakdown. The benefits of aerobic oxidation.
19. Pyruvate: metabolism pathways, role, reactions of transformation to acetyl-SCoA and oxaloacetate, energy balance of oxidation to CO₂ and H₂O.
20. Glucose-lactate cycle (Cori cycle), its importance during physical activity. Sources of lactic acid in the human body.
21. Features of glucose metabolism in the liver, brain, skeletal muscles, adipose tissue, and red blood cells.
22. Characteristics of the pentose phosphate pathway of glucose oxidation: the role of the pentose phosphate pathway, the reactions of the oxidative stage, the concept of the non-oxidative stage, enzymes, coenzymes, the connection of the process with glycolysis, the importance of the pentose phosphate pathway in adipose cells, erythrocytes, and dividing cells.
23. Hereditary enzymopathy of glucose-6-phosphate dehydrogenase. Factors that provoke the manifestation of enzyme deficiency. The consequences.

24. Hormonal regulation of carbohydrate metabolism. The effect of insulin, adrenaline, glucagon, and cortisol on blood glucose levels and intracellular glucose metabolism. Insulin-dependent tissues. Hormone-sensitive enzymes of carbohydrate metabolism, mechanisms of their regulation.

25. Physiological and pathological hyper- and hypoglycemia: causes.

26. General characteristics of type 1 and type 2 diabetes mellitus. Impaired carbohydrate metabolism pathways. Biochemical mechanisms of complications of diabetes mellitus.

Metabolism of lipids.

1. Classification of lipids. Simple lipids. Triacylglycerols, structure, biological role and functions, fatty acids included in their structures. The biological role of polyunsaturated fatty acids.

2. Digestion of lipids. Dietary sources of lipids, daily needs of children and adults in liquid and solid fats. Stages of lipid digestion in the gastrointestinal tract.

3. The composition of bile and its role in the human organism. Types of bile acids, their functions, structure. Causes and consequences of disorders of formation and secretion of bile. Enzymes involved in the digestion of triacylglycerols, phospholipids, and cholesterol esters in the small intestine. The place of formation and the mechanism of activation of these enzymes. The role of phospholipases A2 and C.

4. Causes of impaired digestion and absorption of dietary lipids. Causes of hypovitaminosis and steatorrhea in lipid digestion disorders.

5. Lipid resynthesis in enterocytes, its role. Transport of resynthesized triacylglycerols in the body.

6. Characteristics of the synthesis of fatty acids from glucose: localization and conditions of the process, the scheme of formation of acetyl CoA from glucose, the role of citrate in the transfer of the acetyl group to the cytosol, its further transformations, the reaction of synthesis of malonyl-CoA, the role of vitamin H, its characteristics. The structure of the multi-enzyme synthase complex, the chemistry of reactions occurring in the complex, the final product of synthesis, and the regulation of the process.

7. Reactions of glycerol-3-phosphate synthesis from glucose. Localization and the role of the process.

8. Reactions of synthesis of triacylglycerols (lipogenesis). Fatty acid composition of triacylglycerols. The relationship of triacylglycerol synthesis with carbohydrate metabolism. The similarity and difference of triacylglycerol biosynthesis in adipose tissue and in the liver.

9. Lipolysis: localization and conditions of the process, reactions and enzymes, end products, hormonal regulation of the process, transport and usage of free fatty acids formed during lipolysis. Glycerol utilization.
10. Reactions of oxidation of fatty acids to carbon dioxide and water: the role of carnitine in the oxidation of fatty acids, localization and conditions of the β -oxidation process, reactions and enzymes, the participation of vitamins and coenzymes, end products, the relationship with the tricarboxylic acid cycle and the respiratory chain, the energy yield of the process, calculation of the energy value of palmitic acid oxidation.
11. Features of triacylglycerol metabolism in certain physiological conditions (food intake, fasting, physical activity).
12. Reactions of synthesis of ketone bodies. Conditions, localization, and the role of the process. Reactions of utilization of ketone bodies in tissues.
13. Causes of ketoacidosis during fasting and diabetes mellitus. The role of oxaloacetate deficiency in the activation of ketogenesis.
14. Fatty acid composition of phospholipids. Two ways of phospholipid biosynthesis. The role of vitamins B6, B9 and B12, serine and methionine. Lipotropic substances, reactions in which they are involved. Causes of impaired phospholipid synthesis. Causes and consequences of fatty hepatosis.
15. Chemical structure and biological role of cholesterol. Dietary sources of cholesterol. Pathways and products of cholesterol metabolism. Elimination of cholesterol from the body.
16. Synthesis of cholesterol. Localization, sources of carbon and hydrogen, stages of synthesis. Reactions of mevalonic acid synthesis. The scheme of further stages of cholesterol synthesis. The relationship of cholesterol synthesis with carbohydrate metabolism. Regulation of cholesterol synthesis.
17. Blood lipoproteins: classification, structure, stages of formation. Proteins: classification, functions.
18. Transport of food triacylglycerols in the body. Characteristics of chylomicrons: lipid composition, ratio of lipid fractions, role and functions. The main apoproteins, their function. The scheme of the chylomicron structure. The conditions under which these lipoproteins are formed. Utilization of chylomicrons in tissues. The role of lipoprotein lipase.
19. Very low density lipoproteins (VLDL): structure and role. Sources of TAG in the liver. The scheme of the VLDL structure. The main proteins, their function. Utilization of VLDL in tissues. The role of lipoprotein lipase.

20. Low density lipoproteins (LDL): structure and role. Localization and role of the apo B100 receptor. The significance of LDL receptor-mediated endocytosis and the pathways of metabolism of their components after endocytosis.

21. High-density lipoproteins (HDL): structure and role. HDL metabolism.

22. Hyperlipoproteinemia: types, causes and clinical consequences. The characteristic of impaired cholesterol transport in the tissue is type IIa hyperlipoproteinemia (familial hypercholesterolemia), its cause and clinical consequences.

23. Characteristics of atherosclerosis (by stages). The role of modified LDL in the initiation of atherosclerosis, the causes of their occurrence. The involvement of neutrophils and monocytes in the pathogenesis of atherosclerosis.

Зачетный билет для проведения зачёта

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Зачетный билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.О.04 Биохимия
по программе Специалитета
по направлению подготовки (специальности) 31.05.03 Стоматология
направленность (профиль) Стоматология

1. General characteristics of enzymes. The specificity of enzymes. Types of specificity, examples. The structure of enzymes. Cofactors and coenzymes. Classification and nomenclature of enzymes.
2. Genetic disorders of glycogen synthesis and breakdown (hepatic, muscular and mixed glycogen storage diseases).
3. The composition of bile and its role in the human organism. Types of bile acids, their functions, structure. Causes and consequences of disorders of formation and secretion of bile. Enzymes involved in the digestion of triacylglycerols, phospholipids, and cholesterol esters in the small intestine. The place of formation and the mechanism of activation of these enzymes. The role of phospholipases A2 and C.

Заведующий Шестопалов Александр Вячеславович
Кафедра биохимии и молекулярной биологии ИФМХ

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

Enzymes

1. The functions of proteins in the human body. Physiologically active peptides. Levels of structural organization of proteins. Primary, secondary, tertiary and quaternary protein structures. Connections that stabilize them.
2. Complex proteins. Classification, structure, examples. The structure and functions of myoglobin.
3. The structure and functions of hemoglobin. The concept of hemoglobinopathies.
4. General characteristics of enzymes. The specificity of enzymes. Types of specificity, examples. The structure of enzymes. Cofactors and coenzymes. Classification and nomenclature of enzymes.
5. The mechanism of enzyme action. The active site of enzymes. Stages of enzymatic catalysis. Models of enzyme-substrate interaction: key-lock and Koshland model (induced-fit).
6. Fundamentals of kinetics of enzymatic reactions. Dependence of the rate of the enzymatic reaction on the amount of substrate. The Michaelis-Menten equation. The dependence of the rate of the enzymatic reaction on the amount of enzyme. The dependence of the rate of the enzymatic reaction on the temperature and pH of the medium.
7. Inhibition of enzymatic activity. Competitive and non-competitive reversible inhibition. Irreversible inhibition. Kinetic dependencies. Examples.
8. Allosteric enzymes. Features of the structure and functioning. Allosteric effectors. Regulation of enzyme activity by protein-protein interactions. Regulatory proteins. Association and dissociation. Examples. Regulation of enzyme activity by phosphorylation-dephosphorylation, by partial proteolysis.
9. Isoenzymes. Examples. Biological significance. The concept of enzymopathies. Examples. Enzyme diagnostics and enzyme therapy. Examples of the use of enzymes as medicines.

Energy metabolism

1. Catabolism and anabolism. The general scheme of metabolism and energy in the human body. Specific and common pathways of catabolism.
2. Oxidative decarboxylation of pyruvate. The structure of the pyruvate dehydrogenase complex. The stages of oxidative decarboxylation of pyruvate. Regulation of the pyruvate dehydrogenase complex.
3. The tricarboxylic acid cycle. The general scheme, the role in energy metabolism.
4. The sequence of reactions of the tricarboxylic acid cycle. Dehydrogenation reactions. Substrate-level phosphorylation in the tricarboxylic acid cycle.
5. Regulation of the tricarboxylic acid cycle. Anabolic functions of the tricarboxylic acid cycle. Anaplerotic reactions.
6. The concept of macroergic substrates. Classification of macroergic substrates. Macroergicity of ATP. ATP as the universal energy currency of the cell.
7. Pathways of ATP synthesis: substrate-level phosphorylation and oxidative phosphorylation. Examples of substrate-level phosphorylation reactions.
8. Oxidative phosphorylation of ADP. The mechanism of coupling between oxidation and phosphorylation. Mitchell's chemiosmotic theory.
9. Composition, structure and nomenclature of respiratory complexes and other components of the electron transport chain, their localization and functions in the inner membrane of mitochondria. The structure of ATP synthase. The mechanism of functioning.
10. Regulation of oxidative phosphorylation. Respiratory control. Mechanisms of dissociation of oxidation and phosphorylation. The physiological significance of uncoupling. Uncoupling proteins (UCP). Molecular biological aspects of mitochondrial function and dysfunction.

Metabolism of carbohydrates

1. The biological role of carbohydrates. The daily need for carbohydrates in adults and children. Carbohydrates of food of animal and vegetable origin, their importance.
2. Structure and functions of representatives of carbohydrates: monosaccharides, disaccharides, homopolysaccharides.

3. Digestion of carbohydrates. Characteristics and action of enzymes involved in the digestion in the lumen of the gastrointestinal tract and in parietal digestion: α -amylase of the oral cavity, pancreatic juice enzymes, enzyme complexes of the small intestine responsible for the hydrolysis of disaccharides.
4. Impaired digestion and absorption of carbohydrates: malabsorption syndrome: biochemical causes, metabolic disorders and consequences, mechanisms of development of the typical symptoms. Sucrose and lactose intolerance: biochemical causes, consequences, mechanisms of development of characteristic symptoms.
5. Transport of monosaccharides through cell membranes: facilitated diffusion and active transport. Glucose transporters: types, structural features, functions. Insulin-dependent transporters.
6. Pathways of glucose metabolism in cells. Sources of glucose in cells. Phosphorylation of glucose, the key role of glucose-6-phosphate.
7. Features of carbohydrate metabolism enzymes in the liver: the role of glucokinase and glucose-6-phosphatase in maintaining a constant concentration of glucose in the blood.
8. Synthesis of glycogen from glucose-6-phosphate (glycogenogenesis). Biological significance, reactions, enzymes. Tissue and cellular localization.
9. Breakdown of glycogen to glucose-6-phosphate. Biological significance, reactions, enzymes. Tissue and cellular localization.
10. Features of glycogen metabolism in the liver and muscles in certain physiological conditions (food intake, fasting, physical activity). The involvement of hormones in these processes.
11. Regulation of glycogen metabolism enzymes – glycogen synthase and glycogen phosphorylase: hormonal - the effect of adrenaline and glucagon (adenylate cyclase mechanism, the role of cAMP and protein kinase A); the role of insulin and the participation of phosphodiesterase in reducing cAMP concentration in the cell; allosteric regulation of glycogen phosphorylase activity with the participation of AMP; calcium-dependent activation of glycogen phosphorylase kinase.
12. Genetic disorders of glycogen synthesis and breakdown (hepatic, muscular and mixed glycogen storage diseases).
13. Characteristics of the glycolysis: localization and conditions of the process, reactions, enzymes, end products, participation of adenylic nucleotides and energy effect, irreversible glycolysis reactions, glycolysis reactions associated with ATP consumption, substrate phosphorylation reactions, their significance, glycolytic oxidoreduction, its significance.

14. Characteristics of the gluconeogenesis process: localization and conditions of reactions, substrates, reactions and enzymes, gluconeogenesis reactions associated with the consumption of GTP and ATP, irreversible reactions of gluconeogenesis, the importance of the gluconeogenesis process during fasting and physical activity, energy consumption for the synthesis of one glucose molecule.
15. Reciprocal regulation of glycolysis and gluconeogenesis: hormonal – the role of insulin, adrenaline, cortisol, glucagon; allosteric – the role of ATP, ADP, AMP, citrate, fatty acids, glucose-6-phosphate, fructose-6-phosphate, fructose-1,6-diphosphate, acetyl-SCoA.
16. Anaerobic oxidation of glucose. The fate of glycolysis products in anaerobic conditions. The energetic effect of glucose and glycogen oxidation in anaerobic conditions.
17. Fate of glycolysis products in aerobic conditions. Glycerol phosphate and malate-aspartate shuttle systems. The energy yield of aerobic glucose oxidation.
18. The stages of aerobic oxidation and the total equation of aerobic glucose breakdown. The benefits of aerobic oxidation.
19. Pyruvate: metabolism pathways, role, reactions of transformation to acetyl-SCoA and oxaloacetate, energy balance of oxidation to CO₂ and H₂O.
20. Glucose-lactate cycle (Cori cycle), its importance during physical activity. Sources of lactic acid in the human body.
21. Features of glucose metabolism in the liver, brain, skeletal muscles, adipose tissue, and red blood cells.
22. Characteristics of the pentose phosphate pathway of glucose oxidation: the role of the pentose phosphate pathway, the reactions of the oxidative stage, the concept of the non-oxidative stage, enzymes, coenzymes, the connection of the process with glycolysis, the importance of the pentose phosphate pathway in adipose cells, erythrocytes, and dividing cells.
23. Hereditary enzymopathy of glucose-6-phosphate dehydrogenase. Factors that provoke the manifestation of enzyme deficiency. The consequences.
24. Hormonal regulation of carbohydrate metabolism. The effect of insulin, adrenaline, glucagon, and cortisol on blood glucose levels and intracellular glucose metabolism. Insulin-dependent tissues. Hormone-sensitive enzymes of carbohydrate metabolism, mechanisms of their regulation.
25. Physiological and pathological hyper- and hypoglycemia: causes.
26. General characteristics of type 1 and type 2 diabetes mellitus. Impaired carbohydrate metabolism pathways. Biochemical mechanisms of complications of diabetes mellitus.

Metabolism of lipids.

1. Classification of lipids. Simple lipids. Triacylglycerols, structure, biological role and functions, fatty acids included in their structures. The biological role of polyunsaturated fatty acids.
2. Digestion of lipids. Dietary sources of lipids, daily needs of children and adults in liquid and solid fats. Stages of lipid digestion in the gastrointestinal tract.
3. The composition of bile and its role in the human organism. Types of bile acids, their functions, structure. Causes and consequences of disorders of formation and secretion of bile. Enzymes involved in the digestion of triacylglycerols, phospholipids, and cholesterol esters in the small intestine. The place of formation and the mechanism of activation of these enzymes. The role of phospholipases A2 and C.
4. Causes of impaired digestion and absorption of dietary lipids. Causes of hypovitaminosis and steatorrhea in lipid digestion disorders.
5. Lipid resynthesis in enterocytes, its role. Transport of resynthesized triacylglycerols in the body.
6. Characteristics of the synthesis of fatty acids from glucose: localization and conditions of the process, the scheme of formation of acetyl CoA from glucose, the role of citrate in the transfer of the acetyl group to the cytosol, its further transformations, the reaction of synthesis of malonyl-CoA, the role of vitamin H, its characteristics. The structure of the multi-enzyme synthase complex, the chemistry of reactions occurring in the complex, the final product of synthesis, and the regulation of the process.
7. Reactions of glycerol-3-phosphate synthesis from glucose. Localization and the role of the process.
8. Reactions of synthesis of triacylglycerols (lipogenesis). Fatty acid composition of triacylglycerols. The relationship of triacylglycerol synthesis with carbohydrate metabolism. The similarity and difference of triacylglycerol biosynthesis in adipose tissue and in the liver.
9. Lipolysis: localization and conditions of the process, reactions and enzymes, end products, hormonal regulation of the process, transport and usage of free fatty acids formed during lipolysis. Glycerol utilization.
10. Reactions of oxidation of fatty acids to carbon dioxide and water: the role of carnitine in the oxidation of fatty acids, localization and conditions of the β -oxidation process, reactions and enzymes,

the participation of vitamins and coenzymes, end products, the relationship with the tricarboxylic acid cycle and the respiratory chain, the energy yield of the process, calculation of the energy value of palmitic acid oxidation.

11. Features of triacylglycerol metabolism in certain physiological conditions (food intake, fasting, physical activity).

12. Reactions of synthesis of ketone bodies. Conditions, localization, and the role of the process. Reactions of utilization of ketone bodies in tissues.

13. Causes of ketoacidosis during fasting and diabetes mellitus. The role of oxaloacetate deficiency in the activation of ketogenesis.

14. Fatty acid composition of phospholipids. Two ways of phospholipid biosynthesis. The role of vitamins B6, B9 and B12, serine and methionine. Lipotropic substances, reactions in which they are involved. Causes of impaired phospholipid synthesis. Causes and consequences of fatty hepatosis.

15. Chemical structure and biological role of cholesterol. Dietary sources of cholesterol. Pathways and products of cholesterol metabolism. Elimination of cholesterol from the body.

16. Synthesis of cholesterol. Localization, sources of carbon and hydrogen, stages of synthesis. Reactions of mevalonic acid synthesis. The scheme of further stages of cholesterol synthesis. The relationship of cholesterol synthesis with carbohydrate metabolism. Regulation of cholesterol synthesis.

17. Blood lipoproteins: classification, structure, stages of formation. Proteins: classification, functions.

18. Transport of food triacylglycerols in the body. Characteristics of chylomicrons: lipid composition, ratio of lipid fractions, role and functions. The main apoproteins, their function. The scheme of the chylomicron structure. The conditions under which these lipoproteins are formed. Utilization of chylomicrons in tissues. The role of lipoprotein lipase.

19. Very low density lipoproteins (VLDL): structure and role. Sources of TAG in the liver. The scheme of the VLDL structure. The main proteins, their function. Utilization of VLDL in tissues. The role of lipoprotein lipase.

20. Low density lipoproteins (LDL): structure and role. Localization and role of the apo B100 receptor. The significance of LDL receptor-mediated endocytosis and the pathways of metabolism of their components after endocytosis.

21. High-density lipoproteins (HDL): structure and role. HDL metabolism.

22. Hyperlipoproteinemia: types, causes and clinical consequences. The characteristic of impaired cholesterol transport in the tissue is type IIa hyperlipoproteinemia (familial hypercholesterolemia), its cause and clinical consequences.

23. Characteristics of atherosclerosis (by stages). The role of modified LDL in the initiation of atherosclerosis, the causes of their occurrence. The involvement of neutrophils and monocytes in the pathogenesis of atherosclerosis.

Metabolism of proteins and nucleotides

1. The concept of "nitrogen balance" and the causes of its change (equilibrium, positive and negative nitrogen balance). Features of nitrogen balance in children. Dietary sources of protein. The daily protein requirement. The biological value of proteins. Manifestations of protein deficiency, kwashiorkor.

2. Digestion of proteins in the stomach and intestines. The mechanism of synthesis and the biological role of hydrochloric acid in gastric juice. The concepts of hyperchlorhydria, hypochlorhydria, achlorhydria, achilia. Enzymes of gastric juice, pancreatic juice and intestinal juice involved in the digestion of proteins.

3. Deamination of amino acids. Oxidative deamination of glutamate and its role in amino acid deamination. Direct and indirect oxidative deamination.

4. Transamination reactions. The role of vitamin B6. The significance of transamination reactions. Alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) and their role in diagnosis.

5. Synthesis of biogenic amines (for example, γ -aminobutyric acid, histamine, serotonin, dopamine). The role of these biogenic amines. Neutralization of biogenic amines: deamination with the participation of monoamine oxidase (MAO) and methylation reactions.

6. The main ways of ammonia formation in tissues. The toxicity of ammonia. Transport forms of ammonia in the blood (glutamine, alanine). Reactions of their formation. Glucose-alanine cycle. The role of the liver and kidneys in binding and excretion of ammonia.

7. Urea cycle, localization, enzymes, significance. The relationship with the tricarboxylic acid cycle. The diagnostic significance of determining the concentration of urea.

8. Hyperammonemia, its causes and consequences. The physiological range of ammonia concentration in the blood. Causes of ammonia toxicity.

9. Scheme of metabolism of glycine and serine. The relationship between the metabolism of glycine, serine, methionine and cysteine, vitamins B6, B9 and B12: the reaction of interconversion of serine and glycine, reactions of formation of methylene THFA and methyl THFA, reactions of synthesis of S-adenosylmethionine from homocysteine, the role of vitamin B12, the participation of S-adenosylmethionine in transmethylation processes in the synthesis of biologically important substances; reactions of production of homocysteine and the way of its transformation into cysteine, the role of vitamin B6.

10. Metabolism of phenylalanine and tyrosine. Anabolic and catabolic pathways of tyrosine transformations. The reaction of conversion of phenylalanine to tyrosine. Characteristics of the diseases phenylketonuria: defective enzymes, biochemical basis of pathogenesis, characteristic clinical manifestations, fundamentals of treatment.

11. Reactions of conversion of tyrosine into dioxyphenylalanine, dopamine, norepinephrine and adrenaline. Tyrosine metabolism disorders – albinism and parkinsonism. Molecular causes, biochemical bases of pathogenesis, characteristic features of diseases, fundamentals of treatment.

12. The structure of creatine and creatine phosphate, reactions of their synthesis, localization of the process. The biological role of creatine phosphate.

13. Purine and pyrimidine nucleotides: structure, role in the body. Sources of nitrogen and carbon atoms in the purine ring.

14. Purine nucleotide catabolism: AMP and GMP degradation reactions; reactions of hypoxanthine and guanine reutilization, reaction of uric acid formation from hypoxanthine and xanthine, role of xanthine oxidase. Primary and secondary hyperuricemia, their causes and consequences: urolithiasis, causes, biochemical basis of pathogenesis, fundamentals of treatment; gout, causes, clinical manifestations, biochemical basis of pathogenesis, fundamentals of treatment. The mechanism of action of allopurinol in the treatment of gout. Lesch-Nihan syndrome, causes, treatment basics, prognosis.

Hormones

1. Common biological signs of hormones. Hierarchy of regulatory systems. Classification of hormones by chemical structure. Characterization of membrane mechanisms of hormonal signal transmission to target cells. The concept of a receptor, an adapter protein, an effector protein, and a secondary messenger.

2. Adenylate cyclase mechanism of hormonal action: hormones, a secondary mediator, enzymes and processes regulated by this mechanism. Reactions of formation and hydrolysis of cAMP. Features of

activation of protein kinase A. The role of the activating and inhibitory G subunit of the G protein. The transcription factor CREB. Calcium-phospholipid mechanism of action: hormones, secondary mediators, enzymes, and processes regulated by this mechanism. The reaction of formation of inositol triphosphate (IP₃) and diacylglycerol (DAG). Sources of calcium ions.

3. Tyrosine kinase mechanism: the enzymatic cascade associated with the activation of Ras protein, its scheme, sequence of events, main participants, importance for cell metabolism. The cytosolic mechanism of transmission of hormonal signals to target cells, its stages. Hormones whose action is performed through this mechanism. Features of intracellular receptors.

4. Hypothalamic-pituitary-adrenocortical system, biological significance, components, regulation. Glucocorticoids: regulation of synthesis and secretion, main stages of synthesis, mechanism of action and target organs, effect on metabolism – regulated processes. Hypo- and hyperfunction of hypothalamic-pituitary-adrenocortical system: metabolic disorders, the relationship of hormone function with characteristic clinical manifestations. The basics of treatment.

5. Hypothalamic-pituitary-thyroid system, biological significance, components, regulation. Thyroid-stimulating hormone: regulation of synthesis and secretion, chemical nature, mechanism of action and target organs, biological effects.

6. Thyroid hormones: chemical structure, regulation of synthesis and secretion, main stages of synthesis, mechanism of action and target organs, influence on metabolism – regulated processes. Calorigenic effect. Hypo- and hyperfunction of thyroid gland: metabolic disorders, the relationship of hormone function with characteristic clinical manifestations. The basics of treatment.

7. Hormonal regulation of the absorptive and postabsorptive periods. Glucagon: biological significance, regulation of synthesis and secretion, mechanism of action, target organs, effect on metabolism – regulated enzymes and processes.

8. Epinephrine: biological significance, chemical structure, regulation of synthesis and secretion, reactions of the synthesis, adrenergic receptors, their distribution, mechanism of action depending on the receptor, target organs, effect on metabolism depending on the receptor - regulated enzymes and processes, hypo- and hyperfunction: metabolic disorders, hormone function relationship with characteristic clinical manifestations. The basics of treatment.

9. Insulin: biological significance, main stages of synthesis, regulation of secretion, mechanism of action of insulin, molecular effects of insulin - metabolic and mitogenic pathway. The effect of insulin on the metabolism of carbohydrates, lipids and proteins.

10. Type 1 and type 2 diabetes mellitus. Causes of absolute and relative insulin deficiency. Similarities and differences of metabolic disorders in types 1 and 2 of diabetes. The relationship of hormone function with characteristic clinical manifestations. Causes of insulin resistance. Biochemical mechanisms of complications of diabetes mellitus.

11. Biochemical diagnosis of diabetes mellitus: glucose tolerance test, concentration of glycosylated hemoglobin (HbA1c) and C-peptide.

12. Sex hormones. Classification. Metabolic effects.

13. Metabolism of calcium and phosphates. Regulation and role for dental tissue and saliva. Regulation of phosphorus and calcium metabolism. Parathyroid hormone, calcitonin, calcitriol. Localization of synthesis, regulation of synthesis and secretion, and mechanism of effects.

Biochemistry of liver and blood

1. The role of the liver in the metabolism of proteins and other nitrogenous substances. Diagnosis of this function, normal parameters, clinical and diagnostic value. Protein fractions of blood: albumins, α 1- and α 2-globulins, β -globulins, γ -globulins. Acute phase proteins, examples.

2. The role of the liver in the metabolism of carbohydrates: blood glucose homeostasis, its hormonal and metabolic regulation. Diagnosis of carbohydrate metabolism, normal parameters, clinical and diagnostic significance.

3. The role of the liver in the metabolism of lipids: the main stages of synthesis of triacylglycerols, cholesterol, phospholipids, their hormonal and metabolic regulation, lipoproteins formed in the liver, their structure and role, fatty liver disease. Diagnosis of lipid metabolism (cholesterol, TAG, HDL-C, LDL-C, atherogenic index), normal parameters, clinical and diagnostic significance.

4. The role of the liver in digestion. The composition of bile and its role. The structure and types of bile acids and reactions of their synthesis. The causes of impaired synthesis and secretion of bile and their consequences.

5. Biotransformation of xenobiotics in the body. The role of the liver in the general scheme of transformation of foreign compounds, its interaction with other organs. The scheme of the microsomal oxidation process. NADPH-dependent and NADH-dependent electron transport. NADH and NADPH sources, components of electron-transport chain. The role of cytochrome P450. Substrates of microsomal oxidation. Inducers and inhibitors of microsomal oxidation.

6. The conjugation process. The structure of UDP-glucuronic acid and phosphoadenosine phosphosulphate. Reactions of formation of direct bilirubin and animal indican.
7. The structure and synthesis of heme. Chemistry of porphobilinogen formation, scheme of protoporphyrin IX synthesis and its transformation into heme. The role of ferrochelatase (heme synthase). The regulation of the process: the role of heme, iron ions, and hypoxia. Disorders of heme and hemoglobin synthesis: porphyria and thalassemia.
8. Hemoglobin breakdown and bilirubin formation in the reticuloendothelial system. Transport of bilirubin to the liver. Stages of bilirubin metabolism in the liver. The role of the UDP-glucuronyl transferase enzyme. Stages of bilirubin metabolism in the intestine.
9. Jaundice, types, causes, laboratory criteria. Physiological jaundice of newborns. Pathological jaundice of newborns.
10. Iron metabolism: daily requirements, dietary sources of iron, mechanism of absorption, transport in the blood, mechanism of passage through cell membranes, form of storage. Iron-containing proteins. Regulation of iron metabolism. The role of hepcidin and cytokines.
11. Causes, biochemical consequences, and clinical manifestations of iron excess and deficiency. Hemochromatosis. Iron deficiency conditions.
12. Respiratory function of blood. Schemes of reactions occurring in the erythrocyte in the capillaries of the lungs and capillaries of tissues. Mechanisms of carbon dioxide transport. The role of carbonic anhydrase. The role of the erythrocyte in changing the concentration of bicarbonate ions in plasma. The mechanism of hemoglobin binding to oxygen, the role of the process in the regulation of the acid-base balance.
13. Acid-base balance of blood. The role of the constant concentration of H⁺ ions in cell function. Sources of H⁺ ions in cells. The main indicators of the acid-base balance (pH, pCO₂).
14. Chemical mechanisms of regulation of acid-base state. Blood buffer systems are phosphate, protein, bicarbonate, and hemoglobin.
15. The main types of acid-base balance disorders: respiratory acidosis and alkalosis, metabolic acidosis and alkalosis, and their causes. Changes in the basic parameters of the acid-base balance in acidosis and alkalosis.
16. The hemostasis system, its significance, components. Plasma proteins of the blood coagulation system. General characteristics. Thrombin formation. Thrombin functions. Conversion of fibrinogen into insoluble fibrin. The role of thrombin and factor XIII.

17. The cell-based model of hemostasis, the main processes occurring at each stage. Stages: initiation, amplification, propagation (fibrin formation).

18. Vitamin K-dependent coagulation factors. The physiological significance of γ -carboxylation. Warfarin, mechanism of action, main side effects. Vitamin K: dietary sources, daily requirements, biochemical functions, causes of deficiency and its characteristic features.

19. Natural anticoagulants, characteristics, function and role: tissue factor pathway inhibitor (TFPI), antithrombin III, heparin, protein C and S. Fibrinolysis system. The main participants and their characteristics (plasminogen, tissue plasminogen activator, urokinase). The main physiological trigger mechanism.

Biochemistry of the oral cavity.

1. Biochemistry of connective tissue. The structure, functions and metabolism of collagen. Stages of formation of collagen fibers. Scurvy. Glycoproteins and proteoglycans of connective tissue and mineralized tooth tissues.

2. Biochemistry of tooth tissues. Features of the chemical composition of enamel, dentin and cement. The main stages of mineralization of bone and dental tissues.

3. Biochemistry of saliva. The composition and physico-chemical properties of mixed saliva.

4. Surface formations on teeth. Biochemical bases of dental caries pathogenesis.

Экзаменационный билет для проведения экзамена

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
Экзаменационный билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине Б.1.О.04 Биохимия
по программе Специалитета
по направлению подготовки (специальности) 31.05.03 Стоматология
направленность (профиль) Стоматология

1. The mechanism of enzyme action. The active site of enzymes. Stages of enzymatic catalysis. Models of enzyme-substrate interaction: key-lock and Koshland model (induced-fit).
2. Transamination reactions. The role of vitamin B6. The significance of transamination reactions. Reactions catalyzed by aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT).
3. Biochemistry of connective tissue. The structure, functions and metabolism of collagen. Stages of formation of collagen fibers. Scurvy. Glycoproteins and proteoglycans of connective tissue and mineralized tooth tissues.

Case study

A patient with systemic lupus erythematosus has anemia. How is iron absorption regulated?
What is the role of hepcidin? Why does anemia of chronic diseases develop?

Заведующий Шестопалов Александр Вячеславович
Кафедра биохимии и молекулярной биологии ИФМХ

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен

внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам.

Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен

изучить учебный материал по теме коллоквиума и отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

При подготовке к зачету необходимо

- ознакомиться со списком вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить реакции, схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

При подготовке к экзамену необходимо

- ознакомиться со списком вопросов и ситуационных задач, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить упражнения, практические (ситуационные) задачи, схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает в себя

закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации. Выполнение домашних заданий осуществляется в форме работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами, конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации.

8. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурсов
1	2	3	4	5
1	Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник, Северин С. Е., 2023	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472088.html
2	Биохимия: учебник, Давыдов В. В., Вавилова Т. П., Островская И. Г., 2022	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970469538.html
3	Биохимия полости рта, Данилова Л. А., Чайка Н. А., 2016	Биохимия полости рта	0	https://e.lanbook.com/book/104005
4	Биохимия тканей и жидкостей полости рта: учебное пособие, Вавилова Т. П., 2023	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472682.html
5	Наглядная биохимия, Кольман Я., Рём К.-Г., 2023	Гормоны Обмен углеводов Обмен	0	https://rsmu.informsystema.ru

		липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта		/uploader/fileUpload?name=125bn.pdf&show=dcatalogues/1/5366/125bn.pdf&view=true
6	Биохимия соединительной ткани: учебное пособие, Шатова О. П., 2020	Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=190705.pdf&show=dcatalogues/1/4533/190705.pdf&view=true
7	Биохимия жировой ткани: [учебное пособие для медицинских вузов], Тимин О. А., 2022	Гормоны Обмен липидов	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=191741.pdf&show=dcatalogues/1/5241/191741.pdf&view=true
8	Биохимия мышечной ткани: учебное пособие, Терентьев А. А., 2019	Обмен углеводов Энергетический обмен	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=189712.pdf&show=dcatalogues/1/3965/189712.pdf&view=true
9	Principles of medical biochemistry: Tutorial on biochemistry for foreign students of medical department of higher education institutions, Davydov V. V., Grabovetskaya E. R., 2016	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	70	
10	Principles of Medical Biochemistry, Meisenberg G., Simmons W. H., 2017	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов	10	

		Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта		
11	Medical Biochemistry: [a textbook], Davydov V. V., 2018	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	49	
12	Netter's Essential Biochemistry, Ronner P., 2018	Гормоны Обмен углеводов Обмен липидов Энергетический обмен Обмен белков и нуклеотидов Биохимия полости рта	10	

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова)
2. Консультант студента <http://www.studentlibrary.ru>

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. Автоматизированная образовательная среда университета

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Столы, Стулья, Доска маркерная, Доска меловая, Ноутбук, Экран для проектора, Проектор мультимедийный
2	Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Столы, Ноутбук, Стулья
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован

печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) _____ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « _____ » на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____).

Заведующий _____ кафедрой _____ (подпись)
_____ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Контроль присутствия	Присутствие
Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА