

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

Григорьева Яна Олеговна

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.08 Биохимия

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

31.05.01 Лечебное дело

направленность (профиль)

Практическая медицина

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.08 Биохимия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 31.05.01 Лечебное дело. Направленность (профиль) образовательной программы: Практическая медицина.

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 кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
3	Заболотнева Анастасия Александровна	кандидат биологических наук, доцент	Доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

4	Шатова Ольга Петровна	кандидат медицинских наук, доцент	Доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ	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 института фармации и медицинской химии	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 31.05.01 Лечебное дело, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12» августа 2020 г. No 988 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.

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/развитие навыков аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями, диагностическими методами исследования;
- Формирование навыков общения с коллегами и пациентами с учетом этики и деонтологии
- 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;
- Развитие профессионально важных качеств, значимых для организации работы и управления лабораторно-диагностических подразделений 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 3, 4 семестре (ах) и относится к обязательной части блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Общая и биоорганическая химия; Биология; Физика, математика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Анестезиология. Интенсивная терапия; Гигиена; Госпитальная терапия; Госпитальная хирургия; Детская хирургия; Иммунология; Дерматовенерология; Инфекционные болезни; Клиническая фармакология;

Общая хирургия; Оториноларингология; Офтальмология; Факультетская хирургия; Патология, клиническая патология; Стоматология; Травматология и ортопедия; Урология; Факультетская терапия; Фармакология; Фтизиатрия; Эпидемиология; Акушерство и гинекология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Основы практических навыков диагностического профиля; Практика диагностического профиля; Практика по неотложным медицинским манипуляциям; Практика хирургического профиля; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности на должностях среднего медицинского персонала; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Практика общеврачебного профиля; Практика акушерско-гинекологического профиля; Практика терапевтического профиля.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 3

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-5 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	
ОПК-5.ИД2 Оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека по средствам интерпретации результатов клиничко-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей для оценки состояния пациента
	Уметь: использовать диагностические возможности современных методов для интерпретации результатов биохимического исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками применения полученных знаний при решении профессиональных задач
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: основные закономерности биохимических процессов, происходящих в организме человека
	Уметь: анализировать необходимость в дополнительных биохимических исследованиях для решения проблемной ситуации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками проектирования процессов по устранению пробелов в информации о состоянии пациента с помощью биохимических методов с использованием достоверных источников для интерпретации полученной информации

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
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
УК-2.ИД1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Знать: возможные нарушения в метаболических процессах
	Уметь: формулировать цель и задачи при подготовке к биохимическому обследованию для решения проблемы у пациента
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы применения анализа биохимических параметров в оценке состояния пациента
УК-2.ИД2 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости	Знать: закономерности в биохимических процессах
	Уметь: анализировать возможности использовать биохимические методы в диагностике заболеваний
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками планировать необходимые ресурсы в использовании биохимических подходов для анализа и коррекции состояния пациента, в том числе с учетом их заменяемости
УК-2.ИД3 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования	Знать: значение определения биохимических показателей
	Уметь: оценить возможность использования биохимических подходов в реализации проекта
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками разработки плана реализации проекта включающего биохимические аспекты с использованием инструментов планирования

УК-2.ИД4 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Знать: роль биохимических процессов в функционировании организма человека
	Уметь: уточнять зоны ответственности участников проекта с учетом понимания роли биохимических аспектов в диагностике и лечении пациентов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками мониторинга хода реализации проекта, корректирования отклонений, внесения изменения в план реализации проекта с учетом данных биохимических показателей в организации помощи пациентам

Семестр 4

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-5 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	
ОПК-5.ИД2 Оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека по средствам интерпретации результатов клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач	Знать: значение биохимических показателей для оценки состояния пациента
	Уметь: использовать диагностические возможности современных методов для интерпретации результатов биохимического исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками применения полученных знаний при решении профессиональных задач
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	

УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: основные закономерности биохимических процессов, происходящих в организме человека
	Уметь: анализировать необходимость в дополнительных биохимических исследованиях для решения проблемной ситуации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками проектирования процессов по устранению пробелов в информации о состоянии пациента с помощью биохимических методов с использованием достоверных источников для интерпретации полученной информации
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 знаний метаболических процессов и биохимических аспектов диагностики заболеваний
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
УК-2.ИД1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Знать: возможные нарушения в метаболических процессах
	Уметь: формулировать цель и задачи при подготовке к биохимическому обследованию для решения проблемы у пациента
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы применения анализа биохимических параметров в оценке состояния пациента

УК-2.ИД2 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости	Знать: закономерности в биохимических процессах
	Уметь: анализировать возможности использовать биохимические методы в диагностике заболеваний
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками планировать необходимые ресурсы в использовании биохимических подходов для анализа и коррекции состояния пациента, в том числе с учетом их заменяемости
УК-2.ИД3 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования	Знать: значение определения биохимических показателей
	Уметь: оценить возможность использования биохимических подходов в реализации проекта
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками разработки плана реализации проекта включающего биохимические аспекты с использованием инструментов планирования
УК-2.ИД4 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Знать: роль биохимических процессов в функционировании организма человека
	Уметь: уточнять зоны ответственности участников проекта с учетом понимания роли биохимических аспектов в диагностике и лечении пациентов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками мониторинга хода реализации проекта, корректирования отклонений, внесения изменения в план реализации проекта с учетом данных биохимических показателей в организации помощи пациентам

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	
			3	4
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		113	55	58
Лекционное занятие (ЛЗ)		20	10	10
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		72	36	36
Коллоквиум (К)		21	9	12
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		76	38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		76	38	38
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		11	3	8
Экзамен (Э)		8	0	8
Зачет (З)		3	3	0
Подготовка к экзамену (СРПА)		24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	224	96	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	7.00	3.00	4.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Ферменты. Энергетический обмен.			
1	УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД3, УК-2.ИД4, ОПК-5.ИД2	Тема 1. Ферменты. Энергетический обмен	Функции белков в организме человека. Уровни структурной организации белков. Сложные белки. Строение и функции миоглобина и гемоглобина. Аллостерические эффекты гемоглобина. Гемоглобинопатии. Химическая природа, физико-химические свойства и биологическая роль ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Строение ферментов - простых, сложных, изоферментов: активный и аллостерический центры, роль в катализе. Определение понятия: кофактор, холофермент, апофермент, кофермент, субстрат, метаболит, продукт. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Принципы качественного обнаружения и количественного определения активности ферментов. Единицы активности. Регуляция активности ферментов. Аллостерические ферменты. Изоферменты. Использование ферментов в медицине. Витамины. Биохимические функции и коферментные формы витаминов. 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. UCP-белки. Молекулярно-биологические аспекты функции и дисфункции митохондрий.
Раздел 2. Обмен углеводов			
1	УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД3, УК-2.ИД4, ОПК-5.ИД2	Тема 1. Обмен углеводов	Механизмы переваривания углеводов. Характеристика и действие ферментов, участвующих в полостном и пристеночном пищеварении. Механизмы всасывания углеводов. Транспортёры глюкозы: виды, особенности структуры, функции. Нарушение переваривания и всасывания углеводов – синдром мальабсорбции: понятие, биохимические причины, метаболические нарушения и последствия, механизмы развития ведущих типовых симптомов. 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. Последствия низкого количества гликогена у детей. Гликолиз: понятие, значение, последовательность реакций, регуляция. Этапы полного аэробного

			окисления глюкозы. Энергетический выход. Судьба продуктов гликолиза в аэробных условиях. Пируват: пути обмена, значение, реакции превращения в ацетилСоА и оксалоацетат, энергетический баланс окисления до CO₂ и H₂O. Механизмы челночного транспорта водорода через мембрану митохондрий. Анаэробное окисление глюкозы. Судьба продуктов 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. Анаболическое значение ПФП в детском возрасте. Нарушения в пентозофосфатном пути. Дефект глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Метаболизм фруктозы. Нарушения метаболизма фруктозы. Различия метаболизма фруктозы в печени и в мышцах. Метаболизм галактозы. Нарушения обмена галактозы. Регуляция содержания глюкозы в крови. Роль адреналина, глюкагона и инсулина. Гипер- и гипогликемия: причины возникновения, механизмы срочной и долгосрочной компенсации. Метаболические и клинические последствия острых и хронических гипер- и гипогликемий.
Раздел 3. Обмен липидов.			
1	УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД3,	Тема 1. Обмен липидов.	Механизмы переваривания, всасывания липидов. Ферменты. Значение различных липаз в переваривании пищевого жира у детей грудного возраста. Желчь: состав, функции, механизм участия в пищеварении. Стеаторея:

	УК-2.ИД4, ОПК-5.ИД2	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. Фосфолипиды, как компоненты сурфактантов. Обмен сфинголипидов. Значение. Нарушения. Молекулярно-биологические аспекты регуляции липидного обмена. Холестерол: биологическое значение, пути поступления и использования в организме. Синтез холестерина (схема). Регуляция синтеза холестерина. Механизм поступления холестерина в клетку. Биосинтез желчных кислот. Транспорт холестерина. Гиперхолестеролемия, ее причины, последствия. Молекулярно-биологические аспекты регуляции обмена холестерина. Липопротеины крови: классификация, строение, этапы формирования, схема метаболизма. Апобелки: классификация, функции. Диагностическое значение определения липопротеинов. Коэффициент атерогенности. Дислипидопроteinемии. Молекулярные механизмы атеросклероза.
--	------------------------	--

№ 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.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД3, УК-2.ИД4, ОПК-5.ИД2	Тема 1. Обмен белков и нуклеотидов.	Переваривание белков в ЖКТ. Азотистый баланс. Особенности переваривания белков у детей. Характеристика основных компонентов пищеварительных соков (желудка, кишечника, поджелудочной железы). Образование и секреция HCl. Ферментативный гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте. Механизмы всасывания аминокислот. Биохимические аспекты мукозального барьера желудочно-кишечного тракта. Повышенная проницаемость стенки кишечника у детей, ее значение и последствия. 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. Ресинтез 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 аминокетогруппы 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.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1,	Тема 1. Гормоны.	Гормоны. Концепции прямой и обратной положительной и отрицательной связи; пермиссивности гормонального действия;

УК-2.ИД2,
УК-2.ИД3,
УК-2.ИД4,
ОПК-5.ИД2

концепция ткани-мишени. Этапы метаболизма гормонов. Рецепторы гормонов, виды: мембранные, сопряженные с G-белками, канальные, каталитические, цитозольные, ядерные, функции, метаболизм. 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, Ca^{2+} и др. - химическая природа, структура, обмен, функции. 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. Гипоталамо-гипофизарно-гонадная система. биологическое значение, компоненты, регуляция. 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. Гипоталамо-гипофизарно-гонадная система. биологическое значение, компоненты, регуляция. Тиреоидные гормоны: строение, влияние на обмен веществ. Регуляторная роль системы окислительного стресса. Активные формы кислорода и азота. Перекисное окисление липидов. Перекисная теория гибели клетки. Антиоксидантная система организма. Молекулярно-биологические аспекты регуляции системы окислительного стресса.

			Редокс-зависимые факторы транскрипции. Физиологическое значение свободно-радикального окисления. Роль в фагоцитозе и воспалении. Свободнорадикальный механизм антимикробной защиты грудного молока. Свободнорадикальное окисление при патологии сердечно-сосудистой системы.
Раздел 3. Биохимия печени и крови.			

1	УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД3, УК-2.ИД4, ОПК-5.ИД2	Тема 1. Биохимия печени и крови.	Биохимия крови. Белки плазмы крови: классификация, методы разделения. Особенности энергетического обмена, нуклеотидного обмена, обмена белков, липидов и углеводов в эритроците. Механизмы свободно-радикального окисления и антиоксидантной защиты эритроцита. Метгемоглобин. Наследственные и приобретенные нарушения обмена в эритроцитах. Причины и механизмы снижения осмотической резистентности и старения эритроцита. Механизмы транспорт кислорода, углекислого газа, регуляции КОС. Обмен железа: роль железа в организме, механизмы кишечинальной абсорбции железа, пулы железа, регуляция гомеостаза железа. Нарушения обмена железа. Биохимические аспекты анемий. Лейкоциты: функции, химический состав, особенности обмена веществ. Биохимические аспекты фагоцитоза. Система гемостаза. Первичный и вторичный гемостаз. Характеристика эндотелия и эндотелиальных факторов. Тромбоциты, механизмы активации тромбоцитов. Плазменные факторы свертывания. Биохимические механизмы формирования кровяного сгустка. Роль Ca^{2+} и витамина К. Противосвертывающая система. Система фибринолиза. Методы оценки системы гемостаза. Нарушения системы гемостаза. Роль печени в поддержании гомеостаза – в обмене углеводов, липидов и белков. Метаболизм этанола. Роль печени в пигментном обмене. Биосинтез и распад гемоглобина. Порфирии и желтухи. Детоксикационная функция печени.
Раздел 4. Биохимия тканей.			
1	УК-1.ИД2, УК-1.ИД4,	Тема 1. Биохимия тканей.	Биохимия почек. Нормальные и патологические компоненты мочи, их

УК-2.ИД1,
УК-2.ИД2,
УК-2.ИД3,
УК-2.ИД4,
ОПК-5.ИД2

происхождение. Почечный порог для глюкозы, глюкозурия. Регуляция водно-солевого обмена. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система. Вазопрессин. Атриопептиды. Биохимия нервной ткани. Особенности транспорта веществ через гематоэнцефалический барьер. Особенности метаболизма головного мозга. Механизм передачи нервного импульса. Классификация видов мышечной ткани. Механизмы сокращения, регуляции и энергообеспечения, в состоянии покоя и нагрузки, в различных видах мышечной ткани. Особенности обмена белков, углеводов, липидов. Основные функциональные нарушения мышц: миопатии, миодистрофии. Основные биохимические показатели крови и мочи, отражающие функциональное состояние различных видов мышечной ткани. Биохимия миокарда. ИБС, инфаркт миокарда - биохимические причины, метаболические нарушения, последствия. Лабораторная диагностика инфаркта миокарда. Биохимия контроля массы тела. Орехисогенные и ано-рехисогенные факторы. Биохимия жировой ткани. Особенности метаболизма белой, бурой, бежевой жировой ткани. Общая характеристика гормонов, синтезируемых жировой тканью. Адипоцитокينات (лептин, адипонектин): природа, биологическое действие. Инсулинорезистентность: определение, причины, механизм развития, метаболические эффекты Биохимические основы применения лекарственных препаратов при инсулинорезистентности. Соединительная ткань: клеточный и химический состав, особенности организации и функции. Строение, функции и обмен коллагена, эластина, фибронектина,

			гликозаминогликанов, протеогликанов, в норме и при патологии. Роль гормонов и витаминов в метаболизме соединительной ткани. Биохимическая диагностика дегенеративных процессов в соединительной ткани. Регуляция обмена кальция и фосфатов. Паратгормон, кальцитриол, кальцитонин: строение, синтез и механизм действия.
--	--	--	---

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

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

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
3 семестр						
Раздел 1. Ферменты. Энергетический обмен.						
Тема 1. Ферменты. Энергетический обмен						
1	ЛЗ	Ферменты, строение, свойства, регуляция.	2	Д	1	
2	ЛЗ	Общие пути катаболизма.	2	Д	1	
3	ЛЗ	Пути утилизации кислорода. Синтез АТФ.	2	Д	1	
4	ЛПЗ	Вводное ознакомительное занятие	3	Т	1	1
5	ЛПЗ	Ферменты: строение, механизмы действия, кинетика. Коферменты.	3	Т	1	1
6	ЛПЗ	Регуляция активности ферментов. Изоферменты. Энзимодиагностика и энзимотерапия.	3	Т	1	1
7	ЛПЗ	Общие пути катаболизма.	3	Т	1	1
8	ЛПЗ	Синтез АТФ: субстратное и окислительное фосфорилирование.	3	Т	1	1
9	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 1 «Ферменты. Энергетический обмен».	3	Р	1	1
Раздел 2. Обмен углеводов						

Тема 1. Обмен углеводов						
1	ЛЗ	Обмен углеводов.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Переваривание углеводов. Метаболизм гликогена.	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Окисление глюкозы. Гликолиз. Глюконеогенез.	3	Т	1	1
4	ЛПЗ	Пентозофосфатный путь. Метаболизм галактозы и фруктозы. Регуляция уровня глюкозы в крови.	3	Т	1	1
5	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 2 «Обмен углеводов».	3	Р	1	1
Раздел 3. Обмен липидов.						
Тема 1. Обмен липидов.						
1	ЛЗ	Обмен липидов.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Переваривание и всасывание липидов. Синтез жирных кислот. Липогенез. Метаболизм фосфолипидов и гликолипидов.	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Мобилизация жиров. Липолиз. Окисление жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел.	3	Т	1	1
4	ЛПЗ	Обмен холестерина и его регуляция.	3	Т	1	1
5	ЛПЗ	Атеросклероз. Липопротеины. Гиперлиппротеинемии.	3	Т	1	1
6	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 3 «Обмен липидов».	3	Р	1	1
4 семестр						
Раздел 1. Обмен белков и нуклеотидов.						
Тема 1. Обмен белков и нуклеотидов.						
1	ЛЗ	Обмен белков и нуклеотидов.	2	Д	1	

2	ЛПЗ	Переваривание белков. Общие пути обмена аминокислот.	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Образование продуктов азотистого обмена. Обезвреживание аммиака. Метаболизм отдельных аминокислот. Обмен нуклеотидов.	3	Т	1	1
4	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 4 «Обмен белков и нуклеотидов».	3	Р	1	1

Раздел 2. Гормоны.

Тема 1. Гормоны.

1	ЛЗ	Гормоны.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Гормоны: иерархия регуляторных систем, классификация. Механизмы действия сигнальных молекул.	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Гормоны гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и гипоталамо-гипофизарно-гонадной систем.	3	Т	1	1
4	ЛПЗ	Инсулин и контринсулярные гормоны (глюкагон, адреналин). Сахарный диабет.	3	Т	1	1
5	ЛПЗ	Окислительный стресс. Регуляторная роль системы окислительного стресса. Витамины А, Е, С.	3	Т	1	1
6	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 5 «Гормоны».	3	Р	1	1

Раздел 3. Биохимия печени и крови.

Тема 1. Биохимия печени и крови.						
1	ЛЗ	Биохимия крови. Гемостаз.	2	Д	1	
2	ЛЗ	Биохимия печени.	2	Д	1	
3	ЛПЗ	Биохимия крови: Метаболизм эритроцитов. Гемоглобин. Обмен железа. Белки плазмы крови. Кислотно-основное равновесие.	3	Т	1	1
4	ЛПЗ	Гемостаз: свертывающая, антисвертывающая и фибринолитическая системы. Витамин К.	3	Т	1	1
5	ЛПЗ	Роль печени в обмене углеводов, липидов и белков. Детоксикационная функция печени.	3	Т	1	1
6	ЛПЗ	Роль печени в пигментном обмене. Биосинтез и распад гемоглобина. Порфирии и талассемии. Желтухи.	3	Т	1	1
7	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 6 «Биохимия печени и крови».	3	Р	1	1
Раздел 4. Биохимия тканей.						
Тема 1. Биохимия тканей.						
1	ЛЗ	Биохимия тканей.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Биохимия выделительной системы. Фосфатно-кальциевый обмен и его регуляция. Биохимия нервной ткани.	3	Т	1	1

3	ЛПЗ	Биохимия мышечной ткани. Биохимия контроля массы тела. Особенности метаболизма белой, бурой, бежевой жировой ткани. Биохимия соединительной ткани.	3	Т	1	1
4	К	Текущий рубежный (модульный контроль) по теме 7 «Биохимия тканей».	3	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

3 семестр

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

4 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.

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	12	156	В	Т	13	9	5
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	300	В	Р	100	67	34
Сумма баллов за семестр					456					

4 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	12	156	В	Т	13	9	5
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	4	400	В	Р	100	67	34
Сумма баллов за семестр					556					

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 3 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	270

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

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 4 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.

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Enzymes. Energy metabolism

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. Globular, fibrillar, and transmembrane proteins: structural features, examples. Protein folding. Chaperonins. Denaturation and renaturation of proteins. Prions and prion diseases.
2. Complex proteins. Classification, structure, examples. The structure and functions of myoglobin.

3. The structure and functions of hemoglobin. T- and R-forms of hemoglobin. Allosteric effects of hemoglobin: cooperative effect, Bohr effect, 2,3-diphosphoglycerate effect. Mechanisms, physiological significance. Features of fetal hemoglobin. Hemoglobinopathies. Sickle cell anemia. Thalassemia.

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. Kinetics. 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. The concept of abzymes.

10. The structure of biological membranes. Membrane lipids: composition, functions. Proteins of membranes. Varieties, functions. Properties of biological membranes: microviscosity, asymmetry. Liquid mosaic model of membrane structure.

11. Transport of substances through biological membranes. Passive transport. Ion channels. Aquaporins. Active transport of substances through membranes. Primary-active transport. The structure of transport ATPase. Secondary-active transport. Endocytosis and exocytosis: biochemical mechanisms.

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

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

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

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

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

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

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

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

20. 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.

21. 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. Derivatives of monosaccharides: acetylhexosamines and glucuronic acid.

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. The role of glycolysis and gluconeogenesis in the metabolism of the fetus and newborns.

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. Characteristics of vitamins involved in the conversion of pyruvate (H, B1, B2, B3, B5): sources, coenzyme forms, daily requirement, biochemical functions, characteristic signs of deficiency.
21. Glucose-lactate cycle (Cori cycle), its importance during physical activity. Sources of lactic acid in the human body.
22. Glucose-alanine cycle, its importance during physical activity and fasting.
23. The effect of ethanol on carbohydrate metabolism in the human body. Causes of hyperlactatemia and hypoglycemia in alcohol intoxication.
24. Features of glucose metabolism in the liver, brain, skeletal muscles, adipose tissue, and red blood cells.
25. 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.
26. Hereditary enzymopathy of glucose-6-phosphate dehydrogenase. Factors that provoke the manifestation of enzyme deficiency. The consequences.
27. The conversion of fructose into glucose. Pathways of fructose metabolism. Disorders of fructose metabolism. Differences in fructose metabolism in the liver and in muscles. The polyol pathway of fructose synthesis, its importance in the human body.
28. The role of galactose in the body. Galactose metabolism. Key enzymes of galactose metabolism. Galactosemia: causes, clinical manifestations and treatment approaches.

29. Features of glucose metabolism in erythrocytes – glycolysis, pentose phosphate pathway, 2,3-diphosphoglycerate shunt.

30. 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.

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

32. 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. ω 6- and ω 3-polyunsaturated fatty acids. Their length and the position of the double bonds. The biological role of polyunsaturated fatty acids. Simple lipids. Triacylglycerols, structure, biological role and functions, fatty acids included in their structures. The structure of phospholipids: phosphatidylserine, phosphatidylethanolamine, phosphatidylcholine, phosphatidylinositol. Biological role.

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. Features of lipid digestion in childhood.

5. Lipid resynthesis in enterocytes, its role. Reactions of resynthesis of triacylglycerols, cholesterol esters and phospholipids in the intestinal wall. 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. Reactions of phosphatidic acid synthesis from fatty acids and glycerol-3-phosphate: localization in the cell, sources of glycerol-3-phosphate, fatty acids and energy, sequence of reactions, connection with carbohydrate metabolism, further ways of phosphatidic acid transformations.

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. The energy yield of glycerol oxidation under aerobic and anaerobic conditions.

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. Reactions of phospholipid biosynthesis in tissues. 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. The concept of lipidosis: Tay-Sachs, Niemann-Pick, Gaucher disease.
16. Chemical structure and biological role of cholesterol. Dietary sources of cholesterol. Pathways and products of cholesterol metabolism. Elimination of cholesterol from the body.
17. 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 synthesis. Hormonal and allosteric mechanisms of regulation. Medicinal regulation of cholesterol synthesis.
18. Bile acids, classification, structure and physiological significance. The stages of synthesis of bile acids, the participation of vitamins in this process. Enterohepatic circulation of bile acids.
19. Characteristics of cholesterol metabolism disorders – cholelithiasis. Causes, consequences, and treatment basics. The role of phospholipids in cholesterol elimination. Lipotropic substances.
20. Blood lipoproteins: classification, structure, stages of formation. Proteins: classification, functions.
21. 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. Where and when are chylomicrons formed? Utilization of chylomicrons in tissues. The role of lipoprotein lipase.

22. Sources of TAG in the liver. Characteristics of very low density lipoproteins: their lipid composition, value, function. The scheme of the VLDL structure. The main proteins, their function. The scheme of the VLDL structure. The conditions under which these lipoproteins are formed. Utilization of VLDL in tissues. The role of lipoprotein lipase.

23. Localization and role of apo B100 receptor. The significance of LDL receptor-mediated endocytosis and the pathways of metabolism of their components after endocytosis. The role of acyl-SCoA: cholesterol acyltransferase (ACAT).

24. Characteristics of the transport of free cholesterol and its esters in blood plasma. The composition and structure of low- and high-density lipoproteins. Types of apoproteins and their functions. Metabolism of LDL and HDL in blood plasma. The reaction catalyzed by lecithin: cholesterol-acyltransferase (LCAT).

25. Characteristics of derivatives of eicosatrienoic (ω -6), arachidonic (ω -6) and eicosapentaenoic (ω -3) acids – eicosanoids (prostaglandins, prostacyclins, leukotrienes, thromboxanes). The biological role of certain types of eicosanoids. Scheme of initial synthesis reactions using the example of arachidonic acid, the role of enzymes – phospholipase A2, cyclooxygenase, lipoxygenase. Factors influencing the synthesis of eicosanoids.

26. Characteristics of impaired cholesterol transport in the tissue – type IIa hyperlipoproteinemia (familial hypercholesterolemia), its cause and clinical consequences.

27. 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.

28. Characteristics of disorders of the transport of triacylglycerols in tissues – dyslipoproteinemia types I and V. Their causes and clinical consequences.

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.08 Биохимия
по программе Специалитета
по направлению подготовки (специальности) 31.05.01 Лечебное дело
направленность (профиль) Практическая медицина

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

4 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

Enzymes. Energy metabolism

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. Globular, fibrillar, and transmembrane proteins: structural features, examples. Protein folding. Chaperonins. Denaturation and renaturation of proteins. Prions and prion diseases.

2. Complex proteins. Classification, structure, examples. The structure and functions of myoglobin.

3. The structure and functions of hemoglobin. T- and R-forms of hemoglobin. Allosteric effects of hemoglobin: cooperative effect, Bohr effect, 2,3-diphosphoglycerate effect. Mechanisms, physiological significance. Features of fetal hemoglobin. Hemoglobinopathies. Sickle cell anemia. Thalassemia.

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. Kinetics. 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. The concept of abzymes.

10. The structure of biological membranes. Membrane lipids: composition, functions. Proteins of membranes. Varieties, functions. Properties of biological membranes: microviscosity, asymmetry. Liquid mosaic model of membrane structure.

11. Transport of substances through biological membranes. Passive transport. Ion channels. Aquaporins. Active transport of substances through membranes. Primary-active transport. The structure of transport ATPase. Secondary-active transport. Endocytosis and exocytosis: biochemical mechanisms.

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

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

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

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

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

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

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

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

20. 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.

21. 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. Derivatives of monosaccharides: acetylhexosamines and glucuronic acid.

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. The role of glycolysis and gluconeogenesis in the metabolism of the fetus and newborns.

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. Characteristics of vitamins involved in the conversion of pyruvate (H, B1, B2, B3, B5): sources, coenzyme forms, daily requirement, biochemical functions, characteristic signs of deficiency.
21. Glucose-lactate cycle (Cori cycle), its importance during physical activity. Sources of lactic acid in the human body.
22. Glucose-alanine cycle, its importance during physical activity and fasting.
23. The effect of ethanol on carbohydrate metabolism in the human body. Causes of hyperlactatemia and hypoglycemia in alcohol intoxication.
24. Features of glucose metabolism in the liver, brain, skeletal muscles, adipose tissue, and red blood cells.
25. 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.
26. Hereditary enzymopathy of glucose-6-phosphate dehydrogenase. Factors that provoke the manifestation of enzyme deficiency. The consequences.
27. The conversion of fructose into glucose. Pathways of fructose metabolism. Disorders of fructose metabolism. Differences in fructose metabolism in the liver and in muscles. The polyol pathway of fructose synthesis, its importance in the human body.
28. The role of galactose in the body. Galactose metabolism. Key enzymes of galactose metabolism. Galactosemia: causes, clinical manifestations and treatment approaches.

29. Features of glucose metabolism in erythrocytes – glycolysis, pentose phosphate pathway, 2,3-diphosphoglycerate shunt.

30. 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.

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

32. 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. ω 6- and ω 3-polyunsaturated fatty acids. Their length and the position of the double bonds. The biological role of polyunsaturated fatty acids. Simple lipids. Triacylglycerols, structure, biological role and functions, fatty acids included in their structures. The structure of phospholipids: phosphatidylserine, phosphatidylethanolamine, phosphatidylcholine, phosphatidylinositol. Biological role.

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. Features of lipid digestion in childhood.

5. Lipid resynthesis in enterocytes, its role. Reactions of resynthesis of triacylglycerols, cholesterol esters and phospholipids in the intestinal wall. 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. Reactions of phosphatidic acid synthesis from fatty acids and glycerol-3-phosphate: localization in the cell, sources of glycerol-3-phosphate, fatty acids and energy, sequence of reactions, connection with carbohydrate metabolism, further ways of phosphatidic acid transformations.

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. The energy yield of glycerol oxidation under aerobic and anaerobic conditions.

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. Reactions of phospholipid biosynthesis in tissues. 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. The concept of lipidosis: Tay-Sachs, Niemann-Pick, Gaucher disease.
16. Chemical structure and biological role of cholesterol. Dietary sources of cholesterol. Pathways and products of cholesterol metabolism. Elimination of cholesterol from the body.
17. 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 synthesis. Hormonal and allosteric mechanisms of regulation. Medicinal regulation of cholesterol synthesis.
18. Bile acids, classification, structure and physiological significance. The stages of synthesis of bile acids, the participation of vitamins in this process. Enterohepatic circulation of bile acids.
19. Characteristics of cholesterol metabolism disorders – cholelithiasis. Causes, consequences, and treatment basics. The role of phospholipids in cholesterol elimination. Lipotropic substances.
20. Blood lipoproteins: classification, structure, stages of formation. Proteins: classification, functions.
21. 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. Where and when are chylomicrons formed? Utilization of chylomicrons in tissues. The role of lipoprotein lipase.

22. Sources of TAG in the liver. Characteristics of very low density lipoproteins: their lipid composition, value, function. The scheme of the VLDL structure. The main proteins, their function. The scheme of the VLDL structure. The conditions under which these lipoproteins are formed. Utilization of VLDL in tissues. The role of lipoprotein lipase.

23. Localization and role of apo B100 receptor. The significance of LDL receptor-mediated endocytosis and the pathways of metabolism of their components after endocytosis. The role of acyl-SCoA: cholesterol acyltransferase (ACAT).

24. Characteristics of the transport of free cholesterol and its esters in blood plasma. The composition and structure of low- and high-density lipoproteins. Types of apoproteins and their functions. Metabolism of LDL and HDL in blood plasma. The reaction catalyzed by lecithin: cholesterol-acyltransferase (LCAT).

25. Characteristics of derivatives of eicosatrienoic (ω -6), arachidonic (ω -6) and eicosapentaenoic (ω -3) acids – eicosanoids (prostaglandins, prostacyclins, leukotrienes, thromboxanes). The biological role of certain types of eicosanoids. Scheme of initial synthesis reactions using the example of arachidonic acid, the role of enzymes – phospholipase A₂, cyclooxygenase, lipoxygenase. Factors influencing the synthesis of eicosanoids.

26. Characteristics of impaired cholesterol transport in the tissue – type IIa hyperlipoproteinemia (familial hypercholesterolemia), its cause and clinical consequences.

27. 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.

28. Characteristics of disorders of the transport of triacylglycerols in tissues – dyslipoproteinemia types I and V. Their causes and clinical consequences.

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 of children of different ages and adults. 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. Biochemical aspects of the mucosal barrier of the gastrointestinal tract. Disorders of the normal processes of digestion and absorption and the association of these disorders with the development of allergic reactions. Features of protein digestion and amino acid absorption in children of different ages. The concept of celiac disease.

4. Transport of amino acids through cell membranes. Sources and pathways of amino acid transformations in tissues. Features of the metabolism of glucogenic and ketogenic amino acids. The fate of α -ketoacids formed in deamination processes using the example of pyruvate, oxaloacetate, and α -ketoglutarate. Calculation of the energy value of the oxidation of these amino acids.

5. Deamination of amino acids (reductive, hydrolytic, intramolecular, oxidative). Direct and indirect oxidative deamination. Reductive amination.

6. Transamination reactions. The role of vitamin B6. The significance of transamination reactions. Reactions catalyzed by aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT).

7. Synthesis of biogenic amines (for example, 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.

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

9. Urea cycle, localization, enzymes, significance. The relationship with the tricarboxylic acid cycle. Physiological ranges of urea concentration in urine and blood serum and the clinical and diagnostic significance of their measurement.

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

11. 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.

12. 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 type 1 (classical) and phenylketonuria type 2 (variant): defective enzymes, biochemical basis of pathogenesis, characteristic clinical manifestations, fundamentals of treatment.

13. Reactions of conversion of tyrosine into dioxyphenylalanine, dopamine, norepinephrine and epinephrine. Disorders of tyrosine metabolism – albinism and parkinsonism. Molecular causes, biochemical bases of pathogenesis, characteristic features of diseases, fundamentals of treatment.

14. Metabolism of arginine. Reactions of arginine participation in the synthesis of urea, creatine, nitric oxide (NO). The structure of creatine and creatine phosphate, reactions of their synthesis, localization of the process. The biological role of creatine phosphate.

15. Purine and pyrimidine nucleotides: structure, role in the body. Sources of nitrogen and carbon atoms in the purine ring. Scheme of purine nucleotide synthesis, regulation of the process. Synthesis of deoxyribonucleotides. Enzymes. The role of thioredoxin and NADPH. The reaction of dTMP synthesis. The role of folic acid and THFA. The cause of megaloblastic anemia due to folic acid deficiency. Mechanism of antibacterial activity of sulfonamides. Inhibitors of thymidyl nucleotide synthesis: methotrexate, 5-fluorouracil, and azidothymidine.

16. Purine nucleotide catabolism: AMP and GMP degradation reactions; reactions of the reutilization of hypoxanthine and guanine, the reaction of uric acid formation from hypoxanthine and xanthine, the 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-Nyhan 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-gonadal system. biological significance, components, regulation. 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.

10. Insulin. Very fast, fast, slow and very slow effects. The enzymatic cascade associated with the activation of Ras protein, its scheme, sequence of events, main participants, importance for cell metabolism. The enzymatic cascade associated with the activation of phosphoinositol-3-kinase and protein kinase B (AKT), its scheme, sequence of events, main participants, importance for cell metabolism. Glucose transporters, their types and tissue localization.

11. Insulin. Effects on the metabolism of carbohydrates, lipids and proteins.

12. 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.

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

14. The processes of carbohydrate and lipid metabolism that change during starvation and stress. Stages of starvation.

15. Somatotrophic hormone: regulation of synthesis and secretion, chemical structure, target organs, mechanism of action, role of somatomedins, effect on metabolism – regulated processes, hypo- and hyperfunction – metabolic disorders, relationship of hormone function with characteristic clinical manifestations. The basics of treatment.

16. Vitamin A: dietary sources, structure, active forms, biochemical functions, clinical manifestations of hypo- and avitaminosis. Retinoic acid, its receptors, and its role in cell differentiation.

17. Active forms of oxygen and nitrogen. Non-enzymatic and enzymatic pathways of formation. Lipid peroxidation: the mechanism of the process, products. Primary and secondary mechanisms of damaging effects of oxidative stress. Peroxide theory of cell death.

18. The antioxidant system of the body. Non-enzymatic antioxidants. Enzyme systems of antioxidant protection.

19. The physiological significance of free radical oxidation. Free radical oxidation, phagocytosis, and inflammation. Free radical mechanism of antimicrobial protection of breast milk. Free radical oxidation in the pathology of the cardiovascular system.

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. Glycine conjugation, role. The metabolism of ethanol. Alcohol dehydrogenase and alcohol oxidase (MEOS) pathways. The toxicity of acetaldehyde. Causes of lactic acidosis, ketoacidosis and hypoglycemia in alcohol intoxication.

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, pCO_2 , pO_2 , HbO_2 , sO_2 , buffer bases and base excess, anion gap), their normal values. The effect of liver, gastric, pancreatic and intestinal secretions on the acid-base balance of the body.

14. Chemical mechanisms of regulation of acid-base balance. Blood buffer systems: phosphate, protein, bicarbonate, and hemoglobin buffers. Physiological compensation systems for acid-base disorders: the role of the lungs, kidneys, and bone tissue. The mechanism of their participation.

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. Endothelium, its role in hemostasis. Anticoagulant properties of intact endothelium. Procoagulant properties of activated endothelium and subendothelium.

17. The involvement of platelets in blood clotting processes. The main platelet receptors (GPIIb/IIIa, GPIb), their ligands and functions. Vascular-platelet hemostasis. Stages. The mechanism of platelet activation, the changes that occur with platelets during activation.

18. Secondary hemostasis. 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.

19. The cellular model of blood coagulation, the main processes occurring at each stage. Stages: initiation, amplification, propagation (fibrin formation).

20. 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.

21. 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. Degradation of fibrin by plasmin, fibrin degradation products.

Biochemistry of tissues

1. Metabolism of kidneys. Features and differences of metabolism in the renal cortex and renal medulla. Aerobic and anaerobic oxidation processes, their localization in the kidneys. Gluconeogenesis. The role of kidneys in the synthesis of biologically active substances (erythropoietin, 1,25 dioxycholecalciferol), creatine. The processes of urine formation: filtration, reabsorption and secretion.

2. Sources of water in the body and ways of its elimination. The role of the skin, lungs, digestive tract and kidneys in the excretion of water. Features of water metabolism in children. Factors affecting the body's water metabolism: blood osmolality, circulating blood volume, blood pressure, and sodium and potassium concentrations. Regulation of water reabsorption. The role of antidiuretic hormone. Hypofunction of antidiuretic hormone, clinical manifestations.

3. Regulation of sodium reabsorption. Activation and functioning of the renin-angiotensin-aldosterone system. A scheme of the role of the renin-angiotensin-aldosterone system in sodium reabsorption. The mechanism of hypertension in case of circulatory disorders in the kidneys, the causes of such disorders.

4. Regulation of calcium and phosphate metabolism. Parathyroid hormone, calcitonin and calcitriol: site of synthesis, regulation of synthesis and secretion, mechanism of action, targets.
5. The role of the kidneys in maintaining the acid-base balance: bicarbonate reabsorption, acidogenesis, ammoniogenesis, and release of organic acids.
6. General properties of urine: quantity, color, transparency, odor, relative density, pH. Their changes in pathological conditions. Organic and inorganic components of urine. The causes of the appearance of pathological components of urine: proteins, glucose, bile pigments, ketone bodies, blood, enzymes.
7. Biochemistry of nervous tissue. Features of the transport of substances through the blood-brain barrier. Features of brain metabolism. The mechanism of transmission of nerve impulses.
8. Muscle proteins. The structure of myofibrils and proteins of myofibrils. The structure and properties of myosin. Enzymatic activity of myosin. Thin (actin) filaments, structure, composition. Assembly and structure of a thin filament.
9. Mechanism and regulation of muscle contraction, functions of troponin subunits. Energy supply for muscle contraction.
10. Changes in metabolism during muscle work. Features of metabolism in muscle tissue. Specialization of muscles.
11. Features of the biochemistry of the myocardium and smooth muscles. Regulation of smooth muscle contractility and relaxation.
12. The importance of oxygen for the myocardium and metabolic disorders of the heart muscle in ischemic disease. The effect of reactive oxygen species and lipid peroxidation on the myocardium. Changes in the composition of myocardial proteins and biochemical changes in coronary heart disease. Modern markers of heart failure. Markers of acute myocardial infarction.
13. White adipose tissue. Functions. Features of carbohydrate and lipid metabolism in white adipocytes. Endocrine function of white adipose tissue.

14. Brown and beige adipose tissue. Functions. Features of metabolism of brown and beige adipocytes.

15. Connective tissue proteins. Classification, function. Features of the structure and function of collagen, elastin, fibronectin. Stages of collagen fiber formation. The role of vitamins and trace elements. Scurvy.

16. Glucosaminoglycans of connective tissue. Features of structure and function. Matrix metalloproteinases. Classification. Functions.

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.08 Биохимия
по программе Специалитета
по направлению подготовки (специальности) 31.05.01 Лечебное дело
направленность (профиль) Практическая медицина

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. White adipose tissue. Functions. Features of carbohydrate and lipid metabolism in white adipocytes. Endocrine function of white adipose tissue.

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

повторить учебный материал по теме коллоквиума и отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться контроль.

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 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	Medical Biochemistry: [a textbook], Davydov V. V., 2018	Обмен липидов. Ферменты. Энергетический обмен. Гормоны. Обмен белков и нуклеотидов. Биохимия печени и крови. Обмен углеводов Биохимия тканей.	49	
2	Наглядная биохимия, Кольман Я., Рём К.-Г., 2023	Обмен липидов. Ферменты. Энергетический обмен. Гормоны. Обмен белков и нуклеотидов. Биохимия печени и крови. Обмен углеводов Биохимия тканей.	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=125bn.pdf&show=dcatalogues/1/5366/125bn.pdf&view=true
3	Биохимия: учебник, Северин Е. С., 2019	Обмен липидов. Ферменты. Энергетический обмен. Гормоны. Обмен белков и нуклеотидов. Биохимия печени и крови. Обмен углеводов Биохимия тканей.	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html
4	Витамины: учебное пособие, Шатова О. П., 2022	Обмен липидов. Ферменты. Энергетический обмен. Гормоны. Обмен белков и нуклеотидов. Биохимия печени и крови. Обмен углеводов Биохимия тканей.	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=191746.pdf&show=dcatalogues/1/5242/191746.pdf&view=true
5	Принципы гормональной регуляции и работы	Гормоны.	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?

	сигнальных путей: учебное пособие, Заболотнева А. А., 2023			name=192096. pdf&show=dcatalogues /1/5503/0192096. pdf&view=true
6	Основы биохимии Ленинжера: учебное пособие, Нельсон Д., Кокс М., 2020	Обмен липидов. Ферменты. Энергетический обмен. Гормоны. Обмен белков и нуклеотидов. Биохимия печени и крови. Обмен углеводов Биохимия тканей.	0	https://rsmu. informsystema.ru /uploader/fileUpload? name=101bn. pdf&show=dcatalogues /1/5073/101bn. pdf&view=true

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

1. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els>
2. <http://biblioclub.ru> - Университетская библиотека online
3. Консультант студента <https://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	Ноутбук, Проектор мультимедийный , Столы, Стулья, Экран для проектора , Доска маркерная, Доска меловая
2	Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ноутбук, Столы, 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	КП
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	ЛЗ
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	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА