

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)**

медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

**Декан медико-
биологического факультета**

Д-р. биол. наук, проф.

_____ **Е.Б. Прохорчук**

«17» октября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.О.4 «БИОХИМИЯ КЛЕТКИ»

**для образовательной программы высшего образования -
программы магистратуры
по направлению подготовки
06.04.01 Биология**

**направленность (профиль) образовательной программы:
Клеточная и генная терапия**

Москва 2022г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.4 «Биохимия клетки» (Далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) образовательной программы Клеточная и генная терапия.

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре биохимии медико-биологического факультета (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством заведующего кафедрой Мошковского Сергея Александровича, д-р. биол. наук, проф. РАН.

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Мошковский Сергей Александрович	Д-р. биол. наук, проф. РАН	Заведующий кафедрой биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2	Кузиков Алексей Владимирович	Канд. биол. наук, доц.	Доцент кафедры биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
3	Масамрех Рами Ахмад	Канд. биол. наук	Ассистент кафедры биохимии МБФ	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича» (ИБМХ)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 17 от «17» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Кухарский Михаил Сергеевич	Д-р. биол. наук	Доцент кафедры общей и клеточной биологии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 2 от «17» октября 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11.08.2020 № 934 (Далее – ФГОС ВО (3++)).
- 2) образовательная программа по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы – Клеточная и генная терапия.
- 3) Общая характеристика образовательной программы.
- 4) Учебный план образовательной программы.
- 5) Устав и локальные нормативные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Приобретение теоретических знаний и методических основ современной биохимии с возможностью их использования в научной и клинической практике.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- сформировать систему фундаментальных знаний о химическом строении и функции основных биологических молекул (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов), ферментативном катализе, биоэнергетике клетки, основных метаболических путях клетки и принципах их регуляции;
- развивать профессионально важные качества, значимые для практической деятельности в области биомедицинских исследований;
- сформировать/развить умения, навыки, компетенции, необходимые в научной и биомедицинской деятельности.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.В.О.4 «Биохимия клетки» изучается в 1 семестре и относится к базовой части блока Б1. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Химия, Биология, Физиология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: медицинская генетика, геномная инженерия, молекулярная биология, персонализированная медицина, клеточные технологии, прикладная геномная инженерия, иммунотерапия, молекулярная и клеточная иммунология, микробиология, вирусология, молекулярная фармакология, системная биология, нанобиотехнология и прохождения практик: практика по направлению профессиональной деятельности (Культивирование клеток животных и человека), практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика), преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа.

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

1 семестр

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля) (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
УК-1.Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
УК-1. ИД1 – Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знать:	- Методологию системного подхода, критического анализа проблемных ситуаций; - Основные принципы критического анализа.
	Уметь:	- Получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; - Собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; - Осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта; - Анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - Грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	- Исследования проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; - выявления научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; - демонстрация оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
УК-1. ИД2 – Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	Знать:	- Методы анализа проблемной ситуации.
	Уметь:	- Определять пробелы в информации и находить пути восполнения этих пробелов; - Устанавливать причины возникновения проблемной ситуации; - определять степень полноты и достоверности информации о проблемной ситуации; - Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	- Решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, способов их решения.
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности		
ОПК-1.ИД1 – Использует фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.	Знать:	-Теоретические основы биологических дисциплин; -Методы математического и статистического анализа биологических данных; -Методологию постановки и решения новых нестандартных задач.
	Уметь:	-Применять имеющиеся фундаментальные биологические знания для решения профессиональных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	-Решать новые нестандартные задачи, опираясь на имеющиеся знания фундаментальных биологических дисциплин и опыт решения стандартных профессиональных задач
ПК-3. Способен творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы		

магистратуры для изучения молекулярных механизмов патогенеза заболеваний.		
ПК-3.ИД1 Использует в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования механизмов патогенеза заболеваний.	Знать:	- фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования механизмов патогенеза заболеваний - основные принципы методов биохимических исследований нормальных и патологических процессов
	Уметь:	- применять фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для постановки цели и задач в рамках исследований механизмов патогенеза заболеваний - выявлять и анализировать взаимосвязь звеньев биохимических процессов, участвующих в патогенезе
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	- практическими навыками статистического анализа полученных экспериментальных результатов

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													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Учебные занятия																
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		36	36													
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16													
Семинарское занятие (СЗ)		18	18													
Практическое занятие (ПЗ)																
Практикум (П)																
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)																
Лабораторная работа (ЛР)																
Клинико-практические занятия (КПЗ)																
Специализированное занятие (СПЗ)																
Комбинированное занятие (КЗ)																
Коллоквиум (К)		2	2													
Контрольная работа (КР)																
Итоговое занятие (ИЗ)																
Групповая консультация (ГК)																
Конференция (Конф.)																
Иные виды занятий																
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.		36	36													
Подготовка к учебным аудиторным занятиям																
Подготовка истории болезни																
Подготовка курсовой работы																
Подготовка реферата																
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)																
Промежуточная аттестация																
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:																
Зачёт (З)		- *														
Защита курсовой работы (ЗКР)		- *														
Экзамен (Э)**																
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.																
Подготовка к экзамену**																
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	72	72													
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	2	2													

3. Содержание дисциплины (модуля)

3.1. Содержание разделов (модулей), тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 1: Структурная биохимия и биологический катализ. Тема 1: Аминокислоты и белки	Белки. Роль белков в организме. Физико-химические свойства аминокислот и белков. Аминокислоты. Строение. Классификация. Химические и физико-химические свойства аминокислот. Определение рК и рI. Кривые титрования аминокислот. Уровни организации структуры белка. Первичная структура белка. Характеристика пептидной связи. Методы определения N- и C- концевых аминокислот. Определение аминокислотного состава белков. Вторичная структура белка. Характеристика α -спирали, β -складчатого слоя, спирали коллагена. Супервторичная структура. Классификация белков на основе супервторичной структуры. Домены. Предсказание вторичной и третичной структуры на основании первичной последовательности аминокислот. Четвертичная структура белка. Олигомерные белки. Понятие о субъединицах и протомеры. Сложные белки (гликопротеины, липопротеины, фосфопротеины, металлопротеины, флавопротеины). Протеомика – направление в изучении белкового состава организма в норме и патологии. Принципы методов изучения белков: круговой дихроизм, ЯМР, рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия, электрофорез, хроматография.
2.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 1: Структурная биохимия и биологический катализ. Тема 2: Ферменты	Ферменты. Общая характеристика, классификация и номенклатура ферментов. Изоферменты. Сравнение ферментативного с другими видами катализа. Общие представления о строении активного центра. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции - концентрации фермента и субстрата, pH, состав инкубационной среды, наличие активаторов и ингибиторов. Единицы активности фермента. Константа скорости реакций. Порядок реакций. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен. Графические способы определения максимальной скорости и константы Михаэлиса. Термодинамика ферментативного катализа. Понятие о переходном состоянии. Механизмы ферментативного катализа. Понятие о механизме бисубстратных реакций. Ингибирование ферментов: типы, механизмы, кинетика. Графические способы определения типа и констант ингибирования. Ингибиторы в фармакологии и терапии. Способы регуляции ферментативной активности. Аллостерические ферменты и их особенности. Функциональное значение регуляторных ферментов. Применение ферментов в биотехнологии.
3.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2,	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм.	Понятие метаболизма. Анаболические и катаболические процессы и их сопряженность с

	ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Тема 3: Углеводы и их метаболизм	биоэнергетикой клетки. Понятие о макроэргических соединениях и макроэргической связи. Характеристика АТФ как универсального макроэргического соединения. Понятие субстратного и окислительного фосфорилирования. Адениловая система клетки. Энергетический заряд клетки. Метаболизм углеводов. Строение моно-, ди-, олиго- и полисахаридов. Роль углеводов в жизнедеятельности организма. Основные пути катаболизма углеводов. Анаэробный распад углеводов. Гликолиз. Последовательность реакций и ферменты гликолиза. Расчет энергетической эффективности аэробного окисления глюкозы и других субстратов. Пути утилизации молочной кислоты. Последовательность реакций и значение глюконеогенеза. Регуляция гликолиза и глюконеогенеза. Распад и синтез гликогена, регуляция процессов. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Эффект Пастера. Эффект Варбурга. Регуляция углеводного обмена и роль инсулина, глюкагона и др. гормонов. Биохимия митохондрий и роль митохондрий как генераторов энергии в клетке. Челночные механизмы переноса восстановительных эквивалентов от цитоплазматических НАД в митохондрии. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты и его регуляция. Цикл трикарбоновых кислот и его регуляция. Окислительное фосфорилирование: Схема и механизм работы дыхательной цепи. Хемосмотическая теория. Строение и механизм работы АТФ-синтазы. Транспортные системы митохондрий.
4.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм. Тема 4: Липиды и их метаболизм	Метаболизм липидов. Строение, физико-химические свойства и классификация липидов. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте. Характеристика липаз. Всасывание, ресинтез и специфика транспорта липидов в организме. Характеристика состава и функции липопротеинов. Внутриклеточный метаболизм липидов. β-окисление жирных кислот, последовательность реакций, ферменты и энергетическая эффективность этого процесса. Процессы α- и ω-окисления жирных кислот. Метаболизм кетонных тел в норме и при патологии. Биосинтез жирных кислот <i>de novo</i>. Системы модификации жирных кислот. Образование моно- и полиеновых жирных кислот. Метаболизм триацилглицеридов. Метаболизм сложных липидов (фосфолипидов, сфинголипидов, гликолипидов). Метаболизм холестерина. Роль митохондриальной системы окисления в метаболизме липидов и ксенобиотиков. Фосфолипиды как основа биологических мембран. Характеристика амфифильности фосфолипидов. Структура мицелл, липосом, бислоев, протеолипосом. Пространственная организация биологических мембран.
5.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм. Тема 5: Метаболизм белков, аминокислот и нуклеотидов	Баланс азота в организме. Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте. Пептидазы: специфика действия и механизм активации пептидаз. Транспорт аминокислот через

			плазматическую мембрану. Реакции прямого и непрямого дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Ферменты и коферменты этих процессов. Роль биогенных аминов в организме. Пути обезвреживания аммиака в организме. Цикл мочевинообразования. Взаимосвязь цикла синтеза мочевины с циклом трикарбоновых кислот. Основные пути деградации аминокислот через цикл трикарбоновых кислот. Катаболизм индивидуальных аминокислот. Биосинтез некоторых аминокислот и их производных. Химия нуклеиновых кислот. Биосинтез и распад нуклеотидов. Регуляция метаболизма нуклеотидов. Реутилизация пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Фармакологическая регуляция метаболизма нуклеотидов.
--	--	--	--

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися (при наличии)

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела (модуля), темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 1: Структурная биохимия и биологический катализ. Тема 1: Аминокислоты и белки	Классификация аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот. Физико-химические методы разделения и анализа аминокислот. Структура пептидов и белков. Методы анализа первичной структуры белков. Простые и сложные белки. Изучение структуры и функций некоторых представителей сложных белков. Физико-химические методы разделения и анализа белков. Решение задач.
2.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 1: Структурная биохимия и биологический катализ, Тема 2: Ферменты	Номенклатура и классификация ферментов. Зависимость скорости ферментативной реакции от влияния различных факторов: температуры, pH среды, концентрации фермента и субстрата. Механизмы ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление. Решение задач по определению кинетических параметров ферментативных реакций. Ингибирование ферментов. Виды ингибирования. Графическое представление результатов ингибирования и определение констант ингибирования. Решение задач по определению типа ингибирования и константы ингибирования.
3.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм. Тема 3: Углеводы и их метаболизм	Понятия метаболизма и биоэнергетики. Основные пути метаболизма. Сопряжение метаболических реакций с биоэнергетикой клетки. Адениловая система клетки. Энергетический заряд клетки. Макроэргические субстраты клетки. Изменение энергии Гиббса в процессе биохимических реакций. Классификация углеводов. Специфика метаболизма углеводов. Анаэробный гликолиз. Унификация моносахаридов. Механизм субстратного фосфорилирования. Глюконеогенез. Энергетическая ценность процессов. Биосинтез

			гликогена. Гликогенолиз. Регуляция метаболизма гликогена. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Аэробный путь превращения глюкозы. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Цикл трикарбоновых кислот. Дыхательная цепь митохондрий. Строение дыхательных комплексов. Окислительное фосфорилирование. АТФ-синтаза, строение и механизм каталитического действия. Решение задач по энергетической эффективности катаболизма и анаболизма различных субстратов.
4.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм. Тема 4: Липиды и их метаболизм	Классификация и номенклатура липидов. Специфика метаболизма липидов. Катаболизм липидов. Липазы ЖКТ. Липопротеины крови. Строение, разнообразие и функции биологических мембран. Окисление жирных кислот. Энергетическая ценность этого процесса. Кетонные тела. Биосинтез жирных кислот (<i>de novo</i>, модификация) и триацилглицеридов. Метаболизм сложных липидов. Биосинтез холестерина. Биосинтез стероидных гормонов. Решение задач по энергетической эффективности катаболизма и анаболизма липидов.
5.	УК-1. ИД1, УК-1. ИД2, ОПК-1. ИД1, ПК-3. ИД1	Раздел 2: Биоэнергетика и метаболизм. Тема 5: Метаболизм белков, аминокислот и нуклеотидов	Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте. Пептидазы: специфика действия и механизм активации пептидаз. Транспорт аминокислот через плазматическую мембрану. Реакции прямого и непрямого дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Ферменты и коферменты этих процессов. Роль биогенных аминов в организме. Пути обезвреживания аммиака в организме. Цикл мочевинообразования. Взаимосвязь цикла синтеза мочевины с циклом трикарбоновых кислот. Основные пути деградации аминокислот. Катаболизм индивидуальных аминокислот. Биосинтез некоторых аминокислот и их производных. Химия нуклеиновых кислот. Метаболизм нуклеотидов. Регуляция метаболизма нуклеотидов. Реутилизация пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Решение задач по энергетической эффективности метаболизма азот-содержащих соединений.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

Если тематический план дисциплины делится на разделы, то разделы должны включать темы дисциплины.
Каждое занятие также должно иметь тему.

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промежуточной аттестации*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					КП	ОК			..	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
_1 семестр										
		Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ								
		Тема 1. Аминокислоты и белки								
1	ЛЗ	Номенклатура, классификация и биологическое значение аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот: оптическая изомерия, кислотно-основные свойства и их характеристика.	2	Д	+					
2	СЗ	Физико-химические свойства аминокислот. Кривые титрования аминокислот. Решение задач.	2	Т	+					
3	ЛЗ	Первичная структура белков. Характеристика пептидной связи. Характеристика вторичной, третичной и четвертичной структур белков. Супервторичная структура белков. Домены. Классификация, функции и строение простых и сложных белков.	2	Д	+					
4	СЗ	Физико-химические свойства пептидов и белков. Методы определения первичной структуры белков. Решение задач.	2	Т	+					
		Тема 2. Ферменты								
5	ЛЗ	Номенклатура и классификация ферментов. Единицы активности ферментов. Кинетика и термодинамика ферментативного катализа. Механизмы ферментативных реакций.	2	Д	+					
6	СЗ	Основы стационарной кинетики. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Понятия и физический смысл K_M , V_{max} . Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление.	2	Т	+					
7	СЗ	Ингибирование ферментативной активности. Виды ингибирования. Графическое представление результатов ингибирования. Бисубстратные реакции. Регуляция	2	Т	+					

		активности ферментов. Аллостерические ферменты.								
		Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм								
		Тема 3. Углеводы и их метаболизм								
8	ЛЗ	Понятия метаболизма и биоэнергетики. Характеристика метаболических путей. Адениловая система клетки. Макроэргические субстраты клетки.	2	Д	+					
9	СЗ	Анаэробный распад углеводов. Гликолиз. Глюконеогенез. Гликогенез и гликогенолиз. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Регуляция анаэробных процессов метаболизма углеводов.	2	Т	+					
10	ЛЗ	Цикл трикарбоновых кислот. Его значение в метаболизме клетки. Дыхательная цепь митохондрий. Окислительное фосфорилирование.	2	Д	+					
11	СЗ	Аэробный путь превращения глюкозы. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты.	2	Т	+					
		Тема 4. Липиды и их метаболизм								
12	ЛЗ	Окисление жирных кислот. Специфика окисления жирных кислот в зависимости от их строения. Регуляция процессов. Кетоновые тела.	2	Д	+					
13	СЗ	Катаболизм липидов. Строение и функции биологических мембран.	2	Т	+					
14	ЛЗ	Биосинтез жирных кислот (<i>de novo</i> , модификация) и триацилглицеридов. Метаболизм сложных липидов. Биосинтез фосфолипидов. Метаболизм холестерина. Регуляция процессов.	2	Д	+					
15	СЗ	Биосинтез липидов.	2	Т	+					
		Тема 5. Метаболизм белков, аминокислот и нуклеотидов								
16	ЛЗ	Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Реакции дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования. Обезвреживание и утилизация аммиака. Синтез мочевины. Биосинтез аминокислот у человека.	2	Д	+					
17	СЗ	Пути распада и биосинтеза нуклеотидов. Регуляция метаболизма нуклеотидов.	2	Т	+					
18	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по темам 1-5</i>	2	Р	+	+				
		Всего часов за семестр:	36							
		Всего часов по дисциплине:	36							

(* см. разд. 2, **, *** смотри условные обозначения)

4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Период обучения (семестр). Наименование раздела (модуля), тема дисциплины (модуля).	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Всего часов
1	2	3	4
1 семестр			
1.	Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ Тема 1. Аминокислоты и белки.	Номенклатура и классификация аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот: оптическая изомерия, кислотно-основные свойства и их характеристика. Решение задач.	2
		Первичная структура белков и методы ее установления. Решение задач по установлению первичной структуры белков. Характеристика вторичной, третичной и четвертичной структур белков. Супервторичная структура и доменная организация белков. Классификация, функции и строение простых и сложных белков. Изучение структуры и функций некоторых отдельных представителей сложных белков.	2
		Физико-химические методы выделения, очистки и анализа белков (высаливание, ультрацентрифугирование, электрофорез, хроматография, спектральные методы, масс-спектрометрия). Методы анализа трехмерной структуры белков. Решение задач.	2
2.	Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ. Тема 2. Ферменты.	Номенклатура и классификация ферментов. Единицы ферментативной активности. Зависимость скорости ферментативной реакции от влияния различных факторов: температуры, pH среды, концентрации фермента и субстрата. Решение задач.	2
		Основы стационарной кинетики. Определение параметров стационарной кинетики ферментов. Решение задач.	2
		Ингибирование ферментативной активности. Виды ингибирования и вывод уравнения Михаэлиса-Ментен для различных случаев ингибирования. Графическое представление результатов ингибирования и определение констант ингибирования. Решение задач.	2
3.	Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм. Тема 3. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм.	Понятия метаболизма и биоэнергетики. Основные пути метаболизма. Сопряжение метаболических реакций с биоэнергетикой клетки. Адениловая система клетки. Энергетический заряд клетки. Классификация углеводов. Физико-химические и химические свойства углеводов. Решение задач.	2

		Анаэробный распад. Гликолиз. Механизм субстратного фосфорилирования. Глюконеогенез. Регуляция процессов. Синтез глюкозы из различных субстратов. Энергетическая ценность процессов. Гликогенез и гликогенолиз. Регуляция процессов. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Решение задач.	3
		Аэробный путь превращения глюкозы. Челночные механизмы переноса восстанавливающих эквивалентов от цитоплазматических НАД в митохондрии. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Цикл трикарбоновых кислот. Его значение в метаболизме клетки. Дыхательная цепь митохондрий. Структура и функции. Процессы сопряжения и разобщения в дыхательной цепи митохондрий. Окислительное фосфорилирование. Решение задач.	3
4.	Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм. Тема 4. Липиды и их метаболизм.	Структура, классификация, химические и физико-химические свойства липидов. Специфика метаболизма липидов. Катаболизм липидов. Липазы ЖКТ. Липопротеины крови. Строение, разнообразие и функции биологических мембран. Окисление жирных кислот (β -окисление насыщенных, ненасыщенных жирных кислот, особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода, разветвленных жирных кислот, процессы α - и ω -омега окисления жирных кислот). Энергетическая ценность этого процесса. Решение задач по расчету энергетической ценности окисления жирных кислот различного строения.	2
		Биосинтез жирных кислот (<i>de novo</i> , механизмы элонгации и десатурации) и триацилглицеридов. Решение задач по определению энергетики процессов биосинтеза жирных кислот и триацилглицеридов.	2
		Метаболизм сложных липидов. Биосинтез фосфолипидов. Патологии, связанные с нарушением метаболизма сложных липидов. Метаболизм холестерина. Биосинтез стероидных гормонов. Решение задач.	2
5.	Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм. Тема 5. Метаболизм белков, аминокислот и нуклеотидов.	Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Утилизация аммиака. Биосинтез мочевины. Изучение метаболических путей распада индивидуальных аминокислот. Патологии, связанные с нарушением катаболизма ароматических аминокислот.	2

		Изучение метаболических путей биосинтеза аминокислот у человека.	2
		Химия нуклеиновых кислот. Биосинтез и распад нуклеотидов. Регуляция процессов.	2
		Подготовка к текущему рубежному (модульному) контролю по темам 1-5	4
Итого:			36

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимися
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

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

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие

3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и/или разделам дисциплины (модуля)

Планируемые результаты обучения по темам и/или разделам дисциплины (модуля), соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины (модуля) – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины (модуля) – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины (модуля).

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (модуля) (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимися
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

1 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		Макс. баллы				
				ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Семинарское занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос комбинированный	ОК	В	Р	10	0	1

5.3.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

1 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	10			Контроль присутствия	П	10			

Текущий рубежный (модульный) контроль	90			Опрос комбинированный	В	90			
Мах. кол. баллов	100								

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю) по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (модуля)

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю) по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (модуля) (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

1 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– на основании семестрового рейтинга.

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

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины

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

1 семестр

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

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине
(заполняется идентично БРС)

Дисциплина	Биохимия клетки		
Направление подготовки	06.04.01 Биология Направленность (профиль): Клеточная и генная терапия		
Семестры	1		
Трудоемкость семестров в часах (Тдсi)	72		
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	72		
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросi)	1		
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины	-		
Экзаменационный коэффициент (Кэ)	-		

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение по дисциплине «Биохимия» складывается из контактной работы, включающей лекционные занятия, семинарские, лабораторно-практические занятия, коллоквиумы, и самостоятельной работы.

Лекционные занятия проводятся с использованием демонстрационного материала в виде слайдов.

Семинарские занятия проходят в учебных аудиториях и учебных лабораториях. В ходе занятий студенты разбирают и обсуждают вопросы по соответствующим разделам и темам дисциплины, выполняют теоретические задания.

Коллоквиум является важным видом занятия, в рамках которого проводится текущий рубежный, а также текущий итоговый контроль успеваемости студента. Коллоквиум состоит из комбинированного опроса, включающий в себя письменный ответ на 3 вопроса по билету с последующей устной защитой и дополнительными вопросами в ходе беседы с преподавателем. При подготовке к коллоквиумам студенту следует внимательно изучить материалы лекций и рекомендуемую литературу, а также проработать практические задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к текущему тематическому и текущему рубежному контролю успеваемости. Самостоятельная работа включает в себя проработку лекционных материалов, изучение рекомендованной учебной литературы, изучение информации, публикуемой в периодической печати и представленной в Интернете.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Литература по дисциплине (модулю)

9.1.1. Основная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера, 1 том. 2012, Москва	10	
2	Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера, 2 том. 2014, Москва	10	
3	Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера, 3 том. 2014, Москва	10	

9.1.2. Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	К. Уилсон, Дж. Уолкер Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. 2015, Москва	10	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), профессиональные базы данных

1. <https://www.kegg.jp/>
2. <https://www.rcsb.org/>
3. <https://www.sciencedirect.com/>
3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

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

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.

9.4. 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.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренные программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбуки, мультимедийный проектор, проекционный экран), а также лабораторные комнаты для проведения лабораторно-практических занятий со всем необходимым лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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 и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой

С.А. Мошковский

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	7
3.	Содержание дисциплины (модуля)	8
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	12
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	17
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	19
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	20
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	21
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	21
	Приложения:	24
1)	Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)	24