

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)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.18 Биохимия

**для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)**

Биомедицина

Год начала подготовки - 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.18 Биохимия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Масамрех Рами Ахмад	к.б.н.	доцент кафедры биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Добрынина Ольга Васильевна	к.б.н., доцент	профессор кафедры биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Чаусова Светлана Витальевна	д.м.н., доцент	Зав. кафедрой общей патологии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биохимии МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Кузиков Алексей Владимирович
Доктор биологических наук,
Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: получение обучающимися системных теоретических и прикладных знаний о структуре биологических молекул, биохимических процессах и их регуляции в норме и при патологии, принципах и методах биохимического анализа, а также подготовка обучающихся к реализации задач научной и медицинской деятельности

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Развивать профессионально важные качества, значимые для практической деятельности в области биомедицинских исследований
- Сформировать/развить умения, навыки, компетенции, необходимые в научной и медицинской деятельности
- Сформировать систему практических навыков планирования и проведения биохимических исследований и обработки полученных результатов
- Сформировать систему фундаментальных знаний о структуре и функции основных биологических молекул, биохимических процессах и их регуляции

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биохимия» изучается в 4, 5 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Теория вероятности и математическая статистика; Основы клеточной биологии; Аналитическая химия; Гистология; Механика, электричество.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Молекулярные основы поиска новых лекарственных средств; Общая патология; Доклинические и клинические исследования лекарственных веществ; Клеточная патология; Клиническая лабораторная диагностика; Молекулярная биология; Биофизика; Персонализированная медицина; Иммунология; Микробиология, вирусология; Медицинская генетика; Молекулярная фармакология; Биоинформатика.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

4 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	Знать: -Основные принципы планирования биологического эксперимента -Основные принципы современного оборудования, использующего в экспериментальной биологии.
	Уметь: -Адекватно ставить цель и задачи биологического эксперимента -Правильно выполнять измерения, необходимые для решения поставленных задач -Правильно проводить математический и статистический анализ полученных результатов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Проведения биологического эксперимента с использованием современного оборудования.
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: -Современные теоретические и методические подходы точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Уметь: -Правильно применять современные теоретические и методические подходы точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Практическим опытом применения современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-3.ИД2 Использует знание современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: -Современные теоретические и методические подходы естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Уметь: -Правильно применять современные теоретические и методические подходы естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Практическим опытом применения современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины	
ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; - Основные базы данных, применяемых при поиске информации.
	Уметь: - Находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; - Анализировать найденную информацию.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Практическим опытом пользования общепринятым программным обеспечением для получения и обработки данных, дистанционного обучения посредством доступных профессиональных ресурсов в сети «Интернет».
ПК-2.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Основные принципы и методы молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины; - Принципы работы оборудования, применяемого молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицине; - Методы и компьютерные программы статистической обработки экспериментальных данных.
	Уметь: - Ставить цель и задачи исследования; - Формулировать гипотезы; - Адекватно планировать эксперимент; - Доказывать полученные результаты, основываясь на наблюдениях и корректно обработанных экспериментальных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Навыками работы с общелaborаторным и специальным оборудованием и объектами исследований, используемыми в молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицине; - Навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования.
	Уметь: - Проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; - Сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным.
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.
УК-1.ИД3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: -Принципы работы с источниками информации.
	Уметь: -Оценивать надежность источников информации; -Выявлять противоречия информации в различных источниках; -Сопоставлять информацию из разных источников.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Навыками анализа и синтеза информации.

5 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	Знать: -Основные принципы планирования биологического эксперимента; -Основные принципы современного оборудования, использующего в экспериментальной биологии.
	Уметь: -Адекватно ставить цель и задачи биологического эксперимента -Правильно выполнять измерения, необходимые для решения поставленных задач -Правильно проводить математический и статистический анализ полученных результатов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Проведения биологического эксперимента с использованием современного оборудования.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: -Современные теоретические и методические подходы точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Уметь: -Правильно применять современные теоретические и методические подходы точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Практическим опытом применения современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-3.ИД2 Использует знание современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: -Современные теоретические и методические подходы естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Уметь: -Правильно применять современные теоретические и методические подходы естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Практическим опытом применения современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины	
ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; - Основные базы данных, применяемых при поиске информации.
	Уметь: - Находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; - Анализировать найденную информацию.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Практическим опытом пользования общепринятым программным обеспечением для получения и обработки данных, дистанционного обучения посредством доступных профессиональных ресурсов в сети «Интернет».
ПК-2.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Основные принципы и методы молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины; - Принципы работы оборудования, применяемого молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицине; - Методы и компьютерные программы статистической обработки экспериментальных данных.
	Уметь: - Ставить цель и задачи исследования; - Формулировать гипотезы; - Адекватно планировать эксперимент; - Доказывать полученные результаты, основываясь на наблюдениях и корректно обработанных экспериментальных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Навыками работы с общелабораторным и специальным оборудованием и объектами исследований, используемыми в молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицине; - Навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных.
ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: - Принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования.
	Уметь: - Проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; - Сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным.
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
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.
УК-1.ИД3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: -Принципы работы с источниками информации.
	Уметь: - Оценивать надежность источников информации; -Выявлять противоречия информации в различных источниках; -Сопоставлять информацию из разных источников.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Навыками анализа и синтеза информации.

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

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам	
			4	5
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		148	72	76
Семинарское занятие (СЗ)		64	28	36
Лекционное занятие (ЛЗ)		32	16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		28	16	12
Коллоквиум (К)		24	12	12
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		104	52	52
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		104	52	52
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		12	4	8
Зачет (З)*		4	4	0
Экзамен (Э)**		8	0	8
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	288	128	160
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	9,00	4,00	5,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

4 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	Тема 1. Аминокислоты и белки	Белки. Роль белков в организме. Аминокислоты. Строение. Классификация. Химические и физико-химические свойства аминокислот и белков. Определение рК и рI, кривые титрования аминокислот. Уровни организации структуры белка. Первичная структура белка. Характеристика пептидной связи. Карты Рамачандрана. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Определение аминокислотного состава белков. Ферментативное и химическое расщепление пептидов. Вторичная структура белка. Характеристика -спирали, складчатого слоя, спирали коллагена. Элементы нерегулярной вторичной структуры. Супервторичная структура. Классификация белков на основе супервторичной структуры. Домены. Предсказание вторичной и третичной структуры на основании первичной последовательности аминокислот. Четвертичная структура белка. Олигомерные комплексы и протомеры. Сложные белки (гликопротеины, липопротеины, фосфопротеины, металлопротеины, флавопротеины). Характеристика структуры и функции каждого из классов сложных белков. Протеомика – направление в изучении белкового состава организма в норме и патологии. Принципы методов изучения белков: круговой дихроизм, ЯМР, рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия. Электрофорез белков. Хроматография белков.
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	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. Механизм ферментативного катализа. Понятие о механизме бисубстратных реакций. Способы регуляции ферментативной активности. Аллостерические ферменты и их особенности. Функциональное значение регуляторных ферментов. Ингибирование ферментов: типы, кинетика, механизмы. Графические способы определения типа и констант ингибирования. Ингибиторы в фармакологии и терапии. Применение ферментов в биотехнологии.
3	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	Тема 3. Витамины и коферменты	Витамины. Коферменты. Строение витаминов, их биологическая активность. Классификация витаминов. Характеристика структуры и функции водорастворимых витаминов в контексте их коферментных функций. Характеристика структуры и функции жирорастворимых витаминов. Витаминоподобные вещества. Участие коферментов в конкретных биохимических реакциях, механизмы их функционирования.

5 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Биоэнергетика и метаболизм			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	Тема 1. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм	Понятие метаболизма. Принципы регуляции метаболизма. Анаболические и катаболические процессы и их сопряженность с биоэнергетикой клетки. Изменение энергии Гиббса в процессе биохимических реакций. Расчеты термодинамических параметров биохимических реакций. 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 метаболизма углеводов. Анаэробный метаболизм глюкозы. Гликолиз. Последовательность реакций и ферменты гликолиза. Механизмы реакций гликолиза. Расчет энергетической эффективности аэробного окисления глюкозы и других субстратов. Метаболизм 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 восстанавливающих эквивалентов от цитоплазматических НАДН в митохондрии. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты и его регуляция. Цикл трикарбоновых кислот и его регуляция. Механизмы реакций цикла трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование: Схема и механизм работы дыхательной цепи. Строение дыхательных комплексов. Механизм переноса электронов по дыхательной цепи. Аккумуляция энергии в форме $\Delta\mu\text{H}^+$ и АТФ. Теория Митчелла-Скулачева. Строение и механизм работы АТФ-синтазы. Роль IF1 в ингибировании АТФ-синтазы. Адениннуклеотидтранслоказа и фосфаттранслоказа. Состояние митохондрий по Чансу. Коэффициент фосфорилирования. Транспортные системы митохондрий.
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	Тема 2. Липиды и их метаболизм	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 четных и нечетных жирных кислот, последовательность реакций, ферменты и энергетическая эффективность процессов. Роль электронпереносащего флавопротеина в переносе электронов от ацил-КоА дегидрогеназы в дыхательную цепь митохондрий. Процессы α- и ω-окисления жирных кислот. Роль пероксисом в окислении жирных кислот. Метаболизм кетонных тел в норме и при патологии. Биосинтез жирных кислот de novo. Системы модификации жирных кислот. Образование моно- и полиеновых жирных кислот. Метаболизм триацилглицеридов. Метаболизм сложных липидов (фосфолипидов, сфинголипидов, гликолипидов). Метаболизм холестерина. Биосинтез стероидных гормонов. Роль системы цитохрома P450 в метаболизме липидов и биосинтезе стероидных гормонов. Интеграция липидного и углеводного обменов у млекопитающих.
3	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3	Тема 3. Метаболизм аминокислот, белков 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, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование темы	Содержание темы
Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ			
1	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	Тема 1. Аминокислоты и белки	Классификация аминокислот. Физикохимические свойства аминокислот. Физико-химические методы разделения и анализа аминокислот. Структура пептидов и белков. Методы анализа первичной структуры белков. Простые и сложные белки. Физикохимические методы разделения и анализа белков. Методы выделения белков. Принципы методов изучения белков: круговой дихроизм, ЯМР, рентгеноструктурный анализ, массспектрометрия. Электрофорез белков. Хроматография белков. Решение задач.
2	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	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 на примере конкретных ферментов. Способы определения констант скоростей ферментативных процессов. Определение начальной скорости ферментативных реакций. Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление. Решение задач по определению кинетических параметров ферментативных реакций. Графическое представление результатов ингибиторного анализа, определение типа и констант ингибирования. Решение задач по определению типа ингибирования и константы ингибирования. Ингибиторы в фармакологии и терапии. Применение ферментов в биотехнологии.
3	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	Тема 3. Витамины и коферменты	Водорастворимые витамины в контексте их коферментных функций. Жирорастворимые витамины и их биохимические функции. Подготовка сводной таблицы по витаминам, коферментам и примерам биохимических реакций с их участием.
Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм			
1	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	Тема 1. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм	Регуляция метаболических путей. Теория контроля метаболизма. Решение расчётных задач по термодинамике биохимических реакций. Классификация, физико-химические и химические свойства углеводов. Функциональная роль и особенности метаболизма гетерополисахаридов. Анаэробный гликолиз. Механизмы реакций гликолиза. Унификация моносахаридов. Галактоземия. Молекулярные механизмы эффекта Варбурга. Индуцируемый гипоксией транскрипционный фактор-1 (HIF-1). Глюконеогенез. Синтез глюкозы из различных метаболитов клетки. Связь глюкозо-1,6-бисфосфатазы с уровнем лактата крови. Гликогенез и гликогенолиз. Регуляция процессов. Отличительные особенности регуляции ферментов метаболизма гликогена в печени и мышцах. Гликогенозы. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Дефицит глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Синдром Вернике-Корсакова. Аэробный путь превращения глюкозы. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Цикл трикарбоновых кислот и его регуляция. Роль аконитазы в поддержании гомеостаза железа клетки. Роль некоторых мутаций генов ферментов цикла трикарбоновых кислот в канцерогенезе. Дыхательная цепь митохондрий. Строение дыхательных комплексов митохондрий. Респиросомы. Окислительное фосфорилирование. АТФ-синтаза, строение и механизм каталитического действия. Решение задач по метаболизму углеводов.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование темы	Содержание темы
2	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	Тема 2. Липиды и их метаболизм	Классификация и номенклатура липидов. Пространственная организация биологических мембран. Структура мицелл, липосом, бислоев, протеолипосом. Специфика метаболизма липидов. Фосфолипиды как основа биологических мембран. Характеристика амфифильности фосфолипидов. Катаболизм липидов. Липазы ЖКТ. Липопротеины крови. Строение, разнообразие и функции биологических мембран. Окисление жирных кислот. Энергетическая ценность этого процесса. Роль ядерных рецепторов, активированных пролифераторами пероксисомы в синтезе ферментов катаболизма липидов. Генетические нарушения ацил-КоА дегидрогеназ. Роль пероксисом в окислении жирных кислот. Синдром Целльвегера. Болезнь Рефсума. Кетоновые тела. Кетоацидоз при сахарном диабете. Биосинтез жирных кислот (de novo, модификация) и триацилглицеридов. Триацилглицериновый цикл. Метаболизм эйкозаноидов. Циклический и линейный пути метаболизма арахидоновой кислоты. Ингибирование циклооксигеназ. Метаболизм сложных липидов. Нарушения метаболизма сфинголипидов. Биосинтез холестерина. Биосинтез стероидных гормонов. Решение задач по метаболизму липидов.
3	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , УК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 , ОПК-3.ИД1 , ОПК-3.ИД2 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 , ПК-2.ИД3	Тема 3. Метаболизм аминокислот, белков и нуклеотидов	Переваривание белков в желудочнокишечном 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, механизмы реакций. Физиологическое действие биогенных аминов. Пути обезвреживания аммиака в организме. 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 метаболизму азотсодержащих соединений.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8
4 семестр							
Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ							
Тема 1. Аминокислоты и белки							
1	ЛЗ	Предмет и задачи биохимии. Номенклатура, классификация и биологическое значение аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот: оптическая изомерия, кислотно-основные свойства и их характеристика. Химические свойства функциональных групп аминокислот.	2	Д	1	1	
2	СЗ	Вводное занятие. Предмет биохимии. ТБ по работе в биохимической лаборатории. Классификация аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот.	4	Д	1	1	
3	ЛЗ	Первичная структура белков и методы ее установления. Характеристика вторичной, третичной и четвертичной структур белков. Супервторичная структура и доменная организация белков.	2	Д	1	1	
4	ЛПЗ	Хроматографические методы разделения аминокислот: Разделение аминокислот методом тонкослойной хроматографии	4	Т	1	1	1
5	ЛЗ	Классификация, функции и строение простых и сложных белков.	2	Д	1	1	1
6	СЗ	Методы анализа первичной структуры белка. Решение задач.	4	Д	1	1	1
7	СЗ	Современные методы исследования белков и других макромолекул: высаливание, ультрацентрифугирование, электрофорез, хроматография, масспектрометрия, спектральные методы.	4	Д	1	1	1
8	ЛПЗ	Разделение белков методом гель-фильтрации. Спектрофотометрический метод определения белка по методу Брэдфорда.	4	Т	1	1	1
9	ЛПЗ	Электрофорез белков.	4	Т	1	1	1
Тема 2. Ферменты							
10	ЛЗ	Номенклатура и классификация ферментов. Единицы ферментативной активности. Зависимость скорости ферментативной реакции от влияния различных факторов: температуры, pH среды, концентрации фермента и субстрата. Механизмы ферментативных реакций	2	Д	1	1	1
11	ЛПЗ	Определение активности каталазы.	4	Т	1	1	1
12	ЛЗ	Основы стационарной кинетики. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Понятия и физический смысл K_M , V_{max} . Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление. Термодинамика и механизмы ферментативных реакций.	2	Д	1	1	1
13	СЗ	Основы стационарной кинетики. Решение задач на определение кинетических параметров ферментативных реакций.	4	Д	1	1	1
14	ЛЗ	Ингибирование ферментативной активности. Виды ингибирования. Графическое представление результатов ингибирования. Бисубстратные реакции. Регуляция ферментативной активности. Аллостерические ферменты.	2	Д	1	1	1
15	СЗ	Ингибирование ферментативной активности. Решение задач на определение типа и констант ингибирования.	4	Д	1	1	1
Тема 3. Витамины и коферменты							
16	ЛЗ	Водорастворимые витамины и их коферментные функции.	2	Д	1	1	1
17	СЗ	Коферментные функции витаминов и их роль в ферментативных реакциях.	4	Д	1	1	1
18	ЛЗ	Структура и биохимические функции жирорастворимых витаминов и витаминоподобных веществ.	2	Д	1	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8
19	СЗ	Биохимические функции жирорастворимых витаминов и витаминоподобных веществ.	4	Д	1	1	1
20	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 1	4	Р	1	1	1
21	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 2	4	Р	1	1	1
22	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 3	4	Р	1	1	1
23	З	Зачётное занятие	4	ПА	1	1	
		Всего в семестре	76		22	22	19
5 семестр							
Раздел 1. Биоэнергетика и метаболизм							
Тема 1. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм							
24	ЛЗ	Понятия метаболизма и биоэнергетики. Основные пути метаболизма. Сопряжение метаболических реакций с биоэнергетикой клетки. Адениловая система клетки. Макроэргические субстраты клетки.	2	Д	1	1	1
25	СЗ	Структура, классификация, химические и физико-химические свойства углеводов.	4	Д	1	1	1
26	ЛЗ	Специфика метаболизма углеводов. Анаэробный распад. Гликолиз. Механизм субстратного фосфорилирования. Глюконеогенез. Взаимная регуляция гликолиза и глюконеогенеза.	2	Д	1	1	1
27	ЛПЗ	Определение глюкозы глюкозооксидазным методом.	4	Т	1	1	1
28	ЛЗ	Аэробный путь превращения глюкозы. Челночные механизмы переноса восстанавливающих эквивалентов от цитоплазматических НАДН в митохондрии. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Цикл трикарбоновых кислот. Его значение в метаболизме клетки. Дыхательная цепь.	2	Д	1	1	1
29	СЗ	Анаэробный распад углеводов	4	Д	1	1	1
30	СЗ	Аэробный распад углеводов.	4	Д	1	1	1
31	СЗ	Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование. Сопряжение и разобщение дыхательной цепи.	4	Д	1	1	1
Тема 2. Липиды и их метаболизм							
32	ЛЗ	Специфика метаболизма липидов. Катаболизм липидов. Липазы ЖКТ. Липопротеины крови. Окисление жирных кислот. Энергетическая ценность этого процесса. Метаболизм кетонных тел.	2	Д	1	1	1
33	СЗ	Структура, классификация, химические и физико-химические свойства липидов.	4	Д	1	1	1
34	ЛЗ	Биосинтез жирных кислот (de novo, модификация) и триацилглицеридов	2	Д	1	1	1
35	СЗ	Катаболизм липидов.	4	Д	1	1	1
36	ЛЗ	Метаболизм сложных липидов. Биосинтез фосфолипидов. Метаболизм холестерина. Биосинтез стероидных гормонов.	2	Д	1	1	1
37	СЗ	Биосинтез липидов.	4	Д	1	1	1
38	ЛПЗ	Определение холестерина в сыворотке крови.	4	Т	1	1	1
Тема 3. Метаболизм аминокислот, белков и нуклеотидов							
39	ЛЗ	Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Утилизация аммиака. Биосинтез мочевины.	2	Д	1	1	1
40	ЛПЗ	Определение активности трансаминаз в сыворотке крови.	4	Т	1	1	1
41	ЛЗ	Биосинтез и распад нуклеотидов. Регуляция процессов.	2	Д	1	1	1
42	СЗ	Обмен индивидуальных аминокислот.	4	Д	1	1	1
43	СЗ	Химия нуклеиновых кислот. Обмен нуклеотидов.	4	Д	1	1	1
44	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 4	4	Р	1	1	1
45	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 5	4	Р	1	1	1
46	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 6	4	Р	1	1	1
47	Э	Экзамен	8	ПА	1	1	1
		Всего в семестре	84		23	23	23

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8
		Всего по дисциплине	160		45	45	42

(* , **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
3	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
4 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный
5 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Проверка лабораторной работы

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

4 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	При устном ответе студент демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), дает полный, достаточно аргументированный ответ; делает правильные обобщения и выводы; правильно отвечает на дополнительные вопросы по программному материалу; умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач. Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	При устном ответе студент демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию; допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; не делает обобщения и выводы; не отвечает на дополнительные вопросы; не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«неудовлетворительно»	Обучающийся частично выполнил или не выполнил задания, предусмотренные билетом; демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию; допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; не делает обобщения и выводы; не отвечает на дополнительные вопросы; не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания, предусмотренные билетом; демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; грамотно, используя научную терминологию, излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; не допускает серьезных ошибок при воспроизведении знаний; отвечает без особых затруднений на дополнительные вопросы по программному материалу; умеет применять полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач. Допускаются мелкие неточности и не более двух ошибок, которые после уточнения (наводящих вопросов) обучающийся способен исправить.
«удовлетворительно»	Обучающийся частично выполнил задания, предусмотренные билетом; демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; не делает правильные обобщения и выводы; допускает ошибки при воспроизведении знаний; на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки. Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«отлично»	Обучающийся выполнил задания, предусмотренные билетом; демонстрирует усвоение всего объема программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; грамотно, используя научную терминологию, логично излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; не допускает ошибок при воспроизведении знаний; легко отвечает на дополнительные вопросы по программному материалу; осмысленно применяет полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач.

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

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.

4 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	4	0	В	Т	0	0	0
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	501	В	Р	167	112	56
Сумма баллов по дисциплине за семестр					501					

5 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	3	0	В	Т	0	0	0
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	501	В	Р	167	112	56
Сумма баллов по дисциплине за семестр					501					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

4 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 300 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 300 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части)

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

4 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Номенклатура, классификация и биологическое значение аминокислот. Физикохимические свойства аминокислот: оптическая изомерия, кислотно-основные свойства и их характеристика. Химические свойства функциональных групп аминокислот.
2. Характеристика пептидной связи. Первичная структура белков и методы её анализа (химические реакции для определения N- и C-концевых аминокислот). Ферментативное (действие трипсина, химотрипсина и пепсина) и химическое (бромциановый и бромсукцинимидный методы) расщепление полипептида.
3. Характеристика вторичной структуры белков (α -спираль, β -складчатые слои, β -изгибы). Характеристика и элементы супервторичной структуры.
4. Характеристика третичной структуры белков. Строение и функции миоглобина.
5. Доменная организация белков.
6. Характеристика четвертичной структуры белков. Строение и функции гемоглобина.
7. Классификация, функции и строение простых и сложных (гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, металлопротеины, хромопротеины) белков. Биологическое значение пептидов и белков.
8. Современные методы исследования белков и других макромолекул: высаливание, центрифугирование, электрофорез, хроматография, спектральные методы, масспектрометрия.
9. Номенклатура и классификация ферментов. Зависимость скорости ферментативной реакции от влияния различных факторов: температуры, pH среды, концентрации фермента и субстрата.
10. Основы стационарной кинетики. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Понятия и физический смысл K_M , V_{max} . Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление.
11. Кислотно-основные и ферментативные реакции. ковалентные механизмы катализа, примеры.
12. Ингибирование ферментативной активности. Виды ингибирования. Выявление типа и определение констант ингибирования с помощью графиков Михаэлиса-Ментен, Лайнуивера-Берка, Иди-Хофсти.
13. Бисубстратные ферментативные реакции. Кинетические схемы упорядоченного и неупорядоченного присоединения субстратов, механизма «пинг-понг».
14. Аллостерические ферменты. Кинетика аллостерических ферментов.
15. Витамины: классификация, биомедицинское значение. Коферменты.
16. Тиаминпирофосфат: химическое строение и биохимическая роль.

17. ФМН и ФАД: химическое строение и биохимическая роль.
18. Кофермент А: химическое строение и биохимическая роль.
19. НАД и НАДФ: химическое строение и биохимическая роль.
20. Пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат: химическое строение и биохимическая роль. Пиридоксалевого катализ и его роль в обмене аминокислот.
21. Тетрагидрофолиевая кислота: химическое строение и биохимическая роль.
22. Метилкобаламин и 5'-дезоксиаденозилкобаламин: химическое строение и биохимическая роль.
23. Биотин: химическое строение и биохимическая роль.
24. Аскорбиновая кислота: химическое строение и биохимическая роль.
25. Химическое строение и биохимическая роль витамина А.
26. Химическое строение и биохимическая роль витамина D.
27. Химическое строение и биохимическая роль витамина E.
28. Химическое строение и биохимическая роль витамина K.
29. Химическое строение и биохимическая роль витаминоподобных веществ (липоевой кислоты, коэнзима Q).

5 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Номенклатура, классификация и биологическое значение аминокислот. Физикохимические свойства аминокислот: оптическая изомерия, кислотные свойства и их характеристика. Химические свойства функциональных групп аминокислот.
2. Характеристика пептидной связи. Первичная структура белков и методы её анализа (химические реакции для определения N- и C-концевых аминокислот). Ферментативное (действие трипсина, химотрипсина и пепсина) и химическое (бромциановый и бромсукцинимидный методы) расщепление полипептида.
3. Характеристика вторичной структуры белков (α -спираль, β -складчатые слои, β -изгибы). Характеристика и элементы супервторичной структуры.
4. Характеристика третичной структуры белков. Строение и функции миоглобина.
5. Доменная организация белков.
6. Характеристика четвертичной структуры белков. Строение и функции гемоглобина.
7. Классификация, функции и строение простых и сложных (гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, металлопротеины, хромопротеины) белков. Биологическое значение пептидов и белков.

8. Современные методы исследования белков и других макромолекул: высаливание, центрифугирование, электрофорез, хроматография, спектральные методы, масспектрометрия.
9. Номенклатура и классификация ферментов. Зависимость скорости ферментативной реакции от влияния различных факторов: температуры, pH среды, концентрации фермента и субстрата.
10. Основы стационарной кинетики. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Понятия и физический смысл K_M , V_{max} . Способы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен и их графическое представление.
11. Кислотно-основный и ферментативных реакций. ковалентный механизмы катализа, примеры.
12. Ингибирование ферментативной активности. Виды ингибирования. Выявление типа и определение констант ингибирования с помощью графиков Михаэлиса-Ментен, Лайнуивера-Берка, Иди-Хофсти.
13. Бисубстратные ферментативные реакции. Кинетические схемы упорядоченного и неупорядоченного присоединения субстратов, механизма «пинг-понг».
14. Аллостерические ферменты. Кинетика аллостерических ферментов.
15. Витамины: классификация, биомедицинское значение. Коферменты.
16. Тиаминпирозофосфат: химическое строение и биохимическая роль.
17. ФМН и ФАД: химическое строение и биохимическая роль.
18. Кофермент А: химическое строение и биохимическая роль.
19. НАД и НАДФ: химическое строение и биохимическая роль.
20. Пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат: химическое строение и биохимическая роль. Пиридоксальный катализ и его роль в обмене аминокислот.
21. Тетрагидрофолиевая кислота: химическое строение и биохимическая роль.
22. Метилкобаламин и 5'-дезоксиденозилкобаламин: химическое строение и биохимическая роль.
23. Биотин: химическое строение и биохимическая роль.
24. Аскорбиновая кислота: химическое строение и биохимическая роль.
25. Химическое строение и биохимическая роль витамина А.
26. Химическое строение и биохимическая роль витамина D.
27. Химическое строение и биохимическая роль витамина E.
28. Химическое строение и биохимическая роль витамина K.
29. Химическое строение и биохимическая роль витаминоподобных веществ (липоевой кислоты, коэнзима Q).

30. Классификация углеводов. Специфика метаболизма углеводов. Переваривание в ЖКТ. Унификация моносахаридов.
31. Гликолиз. Последовательность и механизм реакций. Субстратное фосфорилирование. Гликолитическая оксидоредукция. Регуляция гликолиза.
32. Глюконеогенез и его регуляция. Цикл Кори.
33. Гликогенолиз и его регуляция.
34. Биосинтез гликогена и его регуляция.
35. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы и его биохимическое значение.
36. Челночные механизмы транспорта восстанавливающих эквивалентов от НАДН из цитоплазмы в митохондрии.
37. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Регуляция процесса.
38. Цикл трикарбоновых кислот: последовательность и механизм реакций, регуляция. Биохимическая роль цикла трикарбоновых кислот.
39. Дыхательная цепь митохондрий. Строение и механизм работы дыхательных комплексов. АТФ-синтаза. Окислительное фосфорилирование.
40. Классификация липидов. Переваривание липидов. Катаболизм и ресинтез триацилглицеридов. Липазы ЖКТ. Липопротеины крови. Строение, разнообразие и функции биологических мембран.
41. Окисление жирных кислот, механизмы окисления различных жирных кислот, регуляция и энергетическая ценность процессов. Липолиз и его регуляция.
42. Биосинтез и распад кетонных тел. Биохимическое и медицинское значение процессов.
43. Биосинтез жирных кислот *de novo*. Ферментные системы элонгации и десатурации жирных кислот. Регуляция процессов.
44. Биосинтез триацилглицеридов и глицерофосфолипидов.
45. Метаболизм сфинголипидов. Биосинтез и распад сфингомиелина и гликосфинголипидов.
46. Биосинтез холестерина. Регуляция процесса.
47. Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Реакции дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования.
48. Глюкозо-аланиновый цикл и биосинтез глутамина в утилизации и обезвреживании аммиака.
49. Цикл образования мочевины.
50. Катаболизм аминокислот до пирувата.
51. Катаболизм аминокислот до оксалоацетата.
52. Катаболизм аминокислот до сукцинил-КоА.
53. Катаболизм аминокислот до α -кетоглутарата.

54. Катаболизм аминокислот до ацетоацетил-КоА.
55. Катаболизм аминокислот до ацетил-КоА.
56. Катаболизм аминокислот до фумарата.
57. Биосинтез аминокислот у человека.
58. Биосинтез катехоламинов и меланина.
59. Биосинтез и распад креатинфосфата.
60. Обмен фенилаланина и тирозина в норме и при патологии.
61. Нуклеиновые кислоты. Классификация, строение, функции. Пространственная организация нуклеиновых кислот. Нуклеопротеины. Роль нуклеотидов в биохимии клетки.
62. Распад пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция процессов.
63. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция процессов.

Образец билета для проведения экзамена

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра биохимии МБФ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине «Биохимия» по программе специалитета по
специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

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

Кафедра биохимии МБФ

Билет № 1

для проведения экзамена по дисциплине

биохимия

(наименование дисциплины)

по специальности «06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология»

1. Характеристика пептидной связи. Первичная структура белков и методы её анализа (химические реакции для определения N- и C-концевых аминокислот). Ферментативное и химическое расщепление полипептида.
2. Гликолиз и его регуляция. Механизм субстратного фосфорилирования.
3. Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Реакции дезаминирования (прямого и непрямого), трансаминирования и декарбоксилирования.

И.о. заведующего кафедрой

(подпись)

Кузиков А.В.

(Фамилия, ИО)

Кафедра биохимии МБФ

Заведующий кафедрой
Кузиков Алексей
Владимирович
Доктор биологических наук,
Доцент

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к зачету

внимательно изучить материалы лекций и рекомендуемую литературу, а также проработать практические задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Основы биохимии Ленинджера: [учебник для высшего профессионального образования], Нельсон Д., Коке М., 2024 - 2025	Биоэнергетика и метаболизм Структурная биохимия и биологический катализ	1	

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

1. <https://www.kegg.jp/>
2. <https://www.rcsb.org/>
3. <https://www.sciencedirect.com/>
4. <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. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Доска маркерная , Доска меловая , Компьютер персональный , Проектор мультимедийный , Экран для проектора
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютер персональный , Весы лабораторные , Столы , Спектрофотометр , Оборудование для электрофореза , Дистиллятор , Дозатор лабораторный
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное 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
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

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.