

**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.06 Биохимия**

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

**31.05.01 Лечебное дело**

**направленность (профиль)**

**Фундаментальная медицина**

**Год начала подготовки - 2024**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.06 Биохимия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 31.05.01 Лечебное дело.

Направленность (профиль): Фундаментальная медицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

| №, п/п | Фамилия, Имя, Отчество       | Учёная степень, звание | Должность                   | Место работы                                                                |
|--------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Кузиков Алексей Владимирович | д.б.н., доцент         | Доцент кафедры биохимии МБФ | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |
| 2      | Масамрех Рами Ахмад          | к.б.н.                 | Доцент 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. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело, утвержденный приказом от «24» мая 2021г. № 431 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

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

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

1.1.1. Цель: получение обучающимися системных 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 3, 4 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: Биология; Высшая математика; Общая и биоорганическая химия; Физика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Клиническая биоинформатика; Медицинские нанобиотехнологии; Микробиология, вирусология; Молекулярная биология и геномика; Иммунология, аллергология; Молекулярная онкология; Нормальная физиология; Общая и медицинская генетика; Патологическая физиология; Фармакология; Молекулярная кардиология; Молекулярная эндокринология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Научно-исследовательская работа.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

#### 3 семестр

| Код и наименование компетенции                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                        | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>ПК-2 Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии</b>                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии. | <b>Знать:</b> - Основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; - основные базы данных, применяемых при поиске информации                                                                                                      |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; - Анализировать найденную информацию                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> 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 медицины и биологии.                                     | <b>Знать:</b> - Основные принципы и методы биохимических исследований; - Принципы работы оборудования, применяемого для биохимических исследований. - Методы и компьютерные программы статистической обработки экспериментальных данных                      |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Ставить цель и задачи исследования; - Формулировать гипотезы; - Адекватно планировать эксперимент; - Доказывать полученные результаты                                                                                                        |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> - Навыками работы с общелабораторным и специальным биохимическим оборудованием и объектами исследований; - Навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных                  |
| ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области медицины и биологии.                                     | <b>Знать:</b> - Принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования                                                                                                     |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; - Сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными;                                                                                         |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным                                                                                                                  |

#### 4 семестр

| Код и наименование компетенции                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                        | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>ПК-2 Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии</b>                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии. | <b>Знать:</b> - Основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; - основные базы данных, применяемых при поиске информации                                                                                                      |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; - Анализировать найденную информацию                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> 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 медицины и биологии.                                     | <b>Знать:</b> - Основные принципы и методы биохимических исследований; - Принципы работы оборудования, применяемого для биохимических исследований. - Методы и компьютерные программы статистической обработки экспериментальных данных                      |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Ставить цель и задачи исследования; - Формулировать гипотезы; - Адекватно планировать эксперимент; - Доказывать полученные результаты                                                                                                        |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> - Навыками работы с общелабораторным и специальным биохимическим оборудованием и объектами исследований; - Навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных                  |
| ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области медицины и биологии.                                     | <b>Знать:</b> - Принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования                                                                                                     |
|                                                                                                                                                             | <b>Уметь:</b> - Проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; - Сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными;                                                                                         |
|                                                                                                                                                             | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным                                                                                                                  |

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

| Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации      |                                        | Всего часов | Распределение часов по семестрам |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------|------|
|                                                                                       |                                        |             | 3                                | 4    |
| Учебные занятия                                                                       |                                        |             |                                  |      |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:              |                                        | 168         | 82                               | 86   |
| Семинарское занятие (СЗ)                                                              |                                        | 64          | 28                               | 36   |
| Лекционное занятие (ЛЗ)                                                               |                                        | 32          | 16                               | 16   |
| Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)                                                |                                        | 36          | 20                               | 16   |
| Коллоквиум (К)                                                                        |                                        | 36          | 18                               | 18   |
| Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:                          |                                        | 116         | 58                               | 58   |
| Подготовка к учебным аудиторным занятиям                                              |                                        | 116         | 58                               | 58   |
| Промежуточная аттестация:                                                             |                                        |             |                                  |      |
| Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:         |                                        | 13          | 4                                | 9    |
| Зачет (З)*                                                                            |                                        | 4           | 4                                | 0    |
| Экзамен (Э)**                                                                         |                                        | 9           | 0                                | 9    |
| Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)** |                                        | 27          | 0                                | 27   |
| Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)                                                   | в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА       | 324         | 144                              | 180  |
|                                                                                       | в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36 | 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

#### 3 семестр

| № п /п                                                        | Шифр компетенции             | Наименование раздела, темы дисциплины | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ</b> |                              |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1                                                             | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | Тема 1. Аминокислоты и белки          | Белки. Роль белков в организме. Аминокислоты. Строение. Классификация. Химические и физико-химические свойства аминокислот и белков. Определение pK и pI, 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                                                             | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | 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                                                             | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### 4 семестр

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

| № п /п | Шифр компетенции             | Наименование раздела, темы дисциплины                | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | Тема 1. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм      | <p>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 <math>\Delta\mu\text{H}^+</math> 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.</p> |
| 2      | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | Тема 2. Липиды и их метаболизм                       | <p>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. <math>\beta</math>-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 <math>\alpha</math>- и <math>\omega</math>-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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3      | ПК-2.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2 | Тема 3. Метаболизм аминокислот, белков и нуклеотидов | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

### 3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

| № п /п                                                        | Шифр компетенции               | Наименование темы                               | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ</b> |                                |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                                             | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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                                                             | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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                                                             | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Раздел 2. Биоэнергетика и метаболизм</b>                   |                                |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                                             | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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. Респирасомы. Окислительное фосфорилирование. АТФ-синтаза, строение и механизм каталитического действия. Решение задач по метаболизму углеводов. |

| № п /п | Шифр компетенции               | Наименование темы                                    | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2      | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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 Целлвегера. Болезнь Рефсума. Кетоновые тела. Кетоацидоз при сахарном диабете. Биосинтез жирных кислот (de novo, модификация) и триацилглицеридов. Триаилглицериновый 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      | ПК-2.ИД3 , ПК-2.ИД1 , ПК-2.ИД2 | 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  |
| <b>3 семестр</b>                                              |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                       |                                                    |    |    |
| <b>Раздел 1. Структурная биохимия и биологический катализ</b> |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                       |                                                    |    |    |
| <b>Тема 1. Аминокислоты и белки</b>                           |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                       |                                                    |    |    |
| 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  |
| <b>Тема 2. Ферменты</b>                                       |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                       |                                                    |    |    |
| 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  |
| <b>Тема 3. Витамины и коферменты</b>                          |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                       |                                                    |    |    |
| 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  |

| №<br>п<br>/п                                                | Виды<br>учебных<br>занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и<br>наименования разделов (при наличии), тем, учебных<br>занятий                                                                                                                                                  | Количество<br>часов<br>контактной<br>работы | Виды текущего<br>контроля<br>успеваемости** | Формы<br>проведения<br>текущего<br>контроля<br>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                                                          | ЛПЗ                         | Определение активности НАД(Н)-зависимых ферментов оптическим тестом Варбурга.                                                                                                                                                                                   | 4                                           | Т                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 21                                                          | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 1                                                                                                                                                                                                                 | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 22                                                          | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 2                                                                                                                                                                                                                 | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 23                                                          | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 3                                                                                                                                                                                                                 | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 24                                                          | З                           | Зачётное занятие                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                           | ПА                                          | 1                                                              | 1  |    |
|                                                             |                             | <b>Всего в семестре</b>                                                                                                                                                                                                                                         | 86                                          |                                             | 23                                                             | 23 | 20 |
| <b>4 семестр</b>                                            |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                             |                                                                |    |    |
| <b>Раздел 1. Биоэнергетика и метаболизм</b>                 |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                             |                                                                |    |    |
| <b>Тема 1. Биоэнергетика. Углеводы и их метаболизм</b>      |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                             |                                                                |    |    |
| 25                                                          | 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  |
| 26                                                          | СЗ                          | Структура, классификация, химические и физико-химические свойства углеводов.                                                                                                                                                                                    | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 27                                                          | ЛЗ                          | Специфика метаболизма углеводов. Анаэробный распад. Гликолиз. Механизм субстратного фосфорилирования. Глюконеогенез. Взаимная регуляция гликолиза и глюконеогенеза.                                                                                             | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 28                                                          | ЛПЗ                         | Определение глюкозы глюкозооксидазным методом.                                                                                                                                                                                                                  | 4                                           | Т                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 29                                                          | 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  |
| 30                                                          | СЗ                          | Анаэробный распад углеводов                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 31                                                          | СЗ                          | Аэробный распад углеводов.                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 32                                                          | СЗ                          | Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование. Сопряжение и разобщение дыхательной цепи.                                                                                                                                                                     | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| <b>Тема 2. Липиды и их метаболизм</b>                       |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                             |                                                                |    |    |
| 33                                                          | 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  |
| 34                                                          | СЗ                          | Структура, классификация, химические и физико-химические свойства липидов.                                                                                                                                                                                      | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 35                                                          | ЛЗ                          | Биосинтез жирных кислот (de novo, модификация) и триацилглицеридов                                                                                                                                                                                              | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 36                                                          | СЗ                          | Катаболизм липидов.                                                                                                                                                                                                                                             | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 37                                                          | ЛЗ                          | Метаболизм сложных липидов. Биосинтез фосфолипидов. Метаболизм холестерина. Биосинтез стероидных гормонов.                                                                                                                                                      | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 38                                                          | СЗ                          | Биосинтез липидов.                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 39                                                          | ЛПЗ                         | Определение холестерина в сыворотке крови.                                                                                                                                                                                                                      | 4                                           | Т                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| <b>Тема 3. Метаболизм аминокислот, белков и нуклеотидов</b> |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                             |                                                                |    |    |
| 40                                                          | ЛЗ                          | Основные пути катаболизма белков и аминокислот. Утилизация аммиака. Биосинтез мочевины.                                                                                                                                                                         | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 41                                                          | ЛПЗ                         | Определение активности трансаминаз в сыворотке крови.                                                                                                                                                                                                           | 4                                           | Т                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 42                                                          | ЛЗ                          | Биосинтез и распад нуклеотидов. Регуляция процессов.                                                                                                                                                                                                            | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 43                                                          | ЛПЗ                         | Определение мочевины уреазным методом.                                                                                                                                                                                                                          | 4                                           | Т                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 44                                                          | СЗ                          | Обмен индивидуальных аминокислот.                                                                                                                                                                                                                               | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 45                                                          | СЗ                          | Химия нуклеиновых кислот. Обмен нуклеотидов.                                                                                                                                                                                                                    | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 46                                                          | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 4                                                                                                                                                                                                                 | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 47                                                          | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 5                                                                                                                                                                                                                 | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |

| №<br>п<br>/п | Виды<br>учебных<br>занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и<br>наименования разделов (при наличии), тем, учебных<br>занятий | Количество<br>часов<br>контактной<br>работы | Виды текущего<br>контроля<br>успеваемости** | Формы<br>проведения<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости*** |    |    |
|--------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|----|
|              |                             |                                                                                                                |                                             |                                             | КП                                                             | ОК | ЛР |
| 1            | 2                           | 3                                                                                                              | 4                                           | 5                                           | 6                                                              | 7  | 8  |
| 48           | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 6                                                                | 6                                           | Р                                           | 1                                                              | 1  | 1  |
| 49           | Э                           | Экзамен                                                                                                        | 9                                           | ПА                                          | 1                                                              | 1  | 1  |
|              |                             | <b>Всего в семестре</b>                                                                                        | 95                                          |                                             | 24                                                             | 24 | 24 |
|              |                             | <b>Всего по дисциплине</b>                                                                                     | 181                                         |                                             | 47                                                             | 47 | 44 |

(\* , \*\* , \*\*\* 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<br>успеваемости (ВТК) | Сокращённое<br>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<br>успеваемости обучающихся (ФПТКУ) | Техническое и<br>сокращённое<br>наименование |    | Возможность проведения текущего<br>контроля успеваемости по видам<br>контроля |   |   |
|---|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|   |                                                                        |                                              |    | Д                                                                             | Т | Р |
| 1 | Контроль присутствия                                                   | Присутствие                                  | КП | +                                                                             |   |   |
| 2 | Опрос комбинированный                                                  | Опрос<br>комбинированный                     | ОК |                                                                               |   | + |
| 3 | Проверка лабораторной работы                                           | Лабораторная<br>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                                                                         |
| 3 семестр | Зачет                              | Контроль присутствия, Опрос комбинированный                               |
| 4 семестр | Экзамен                            | Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Проверка лабораторной работы |

#### Условные обозначения \*\*\*\*

| Формы промежуточной аттестации | Сокращённое наименование |   |
|--------------------------------|--------------------------|---|
| Экзамен                        | Экзамен                  | Э |
| Зачет                          | Зачет                    | З |

## 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.

### 3 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 | 5                | 170                 | В                                      | Т   | 34   | 23   | 12     |
| Коллоквиум                            | К   | Опрос комбинированный                           | ОК | 3                | 351                 | В                                      | Р   | 117  | 78   | 39     |
| Сумма баллов по дисциплине за семестр |     |                                                 |    |                  | 521                 |                                        |     |      |      |        |

### 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                | 136                 | В                                      | Т   | 34   | 23   | 12     |
| Коллоквиум                            | К   | Опрос комбинированный                           | ОК | 3                | 351                 | В                                      | Р   | 117  | 78   | 39     |
| Сумма баллов по дисциплине за семестр |     |                                                 |    |                  | 487                 |                                        |     |      |      |        |

**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)**

### 3 семестр

| Шкала оценивания | Критерии выставления оценки                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено»        | Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 310 баллов)<br>и<br>Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре                                         |
| «не зачтено»     | Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 310 баллов)<br>и/или<br>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)**

### 4 семестр

| Шкала оценивания | Критерии выставления оценки                                                                                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»        | Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов)<br>и<br>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)<br>и<br>Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре                                         |
| «удовлетворительно»   | Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов)<br>и<br>Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре                                         |
| «неудовлетворительно» | Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов)<br>и/или<br>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

### 3 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 ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -складчатые слои,  $\beta$ -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).

#### **4 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 ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -складчатые слои,  $\beta$ -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  $\alpha$ -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 31.05.01 Лечебное дело  
направленность (профиль) Фундаментальная медицина

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 «31.05.01 Лечебное дело»*

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 | Структурная биохимия и биологический катализ<br>Биоэнергетика и метаболизм | 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.