МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДЕНО»
Проректор по УР и НИД
Андрощук В.С.

«25» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# «Биохимия»

| | |
|---|---|
| Научная специальность: | **1.5.5. Физиология человека и животных** |
| Уровень программы: | Высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации |
| Форма обучения: | очная |
| Составители (разработчики) программы: | д.б.н., профессор, профессор кафедры ветеринарии Алексеева Л.В. |

Тверь, 2023

Автор рабочей программы: д.б.н., профессор, профессор кафедры ветеринарии Алексеева Л.В.

Рабочая программа дисциплины «Биохимия» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951.

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена и рекомендована на методическом совете технологического факультета

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Биохимия» являются:

- формирование знаний о главных биохимических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности организмов человека и животных;
- знакомство с молекулярными механизмами, нарушение которых может приводить к развитию патологических состояний;
- освоение важнейших методов лабораторных исследований обмена веществ и умение интерпретировать результаты исследований.

Задачи освоения дисциплины:

- сформировать представления о строении и биохимических свойства классов биологически важных соединений, их превращении в ходе основных метаболических путей организма человека и животных, о регуляции данных метаболических процессов и последствиях их нарушения, в том числе под влиянием изменяющихся факторов внешней и внутренней среды организма; достаточные для изучения дисциплин, базирующихся на знаниях биохимии и в будущей профессиональной деятельности;
- сформировать умения самостоятельно выбирать методы исследования, пользоваться лабораторным оборудованием, приборами и реактивами с соблюдением правил техники безопасности, анализировать полученные данные результатов биохимических исследований;
- сформировать навыки самостоятельной работы с научной литературой.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Биохимия» является дисциплиной по выбору и включена в раздел 2.1 «Дисциплины (модули)» образовательного компонента учебного плана по научной специальности 1.5.5. Физиология человека и животных.

Для полноценного освоения дисциплины аспирантам необходимо иметь знания по физиологии (полученные на предыдущих уровнях образования). Дисциплина «Биохимия» создает необходимую базу для успешного освоения аспирантами научного компонента программы.

Особенностью дисциплины является многопрофильность, включающая в себя - знакомство с молекулярными механизмами, освоение важнейших методов лабораторных исследований обмена веществ и умение интерпретировать результаты исследований.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Промежуточный контроль - зачет.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

| Результаты освоения образовательной программы | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|
| Способность к проведению исследований и анализу закономерностей функционирования организма и его отдельных систем, выявлению адаптивных возможностей организма в различных условиях жизнедеятельности и взаимодействия с окружающей средой | Знать: -методы биохимических исследований;<br>- молекулярные основы физиологических процессов и их нарушений, механизмы обмена энергией и энергообеспечения тканей;<br>- сущность главных биохимических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организмов человека и животных;<br>- прикладные вопросы современной биохимии, такие как: химический состав, структуры, обмен и функции молекулярных и надмолекулярных образований. |
| | Уметь: - использовать необходимые приборы и реактивы;<br>- использовать необходимые приборы и реактивы;<br>- предсказывать возможные механизмы воздействия факторов внешней среды на обмен веществ в организме, их последствия, способы профилактики;<br>- анализировать сведения литературных источников. |
| | Владеть: -навыками работы с биологическим материалом;<br>-техникой и методикой биохимического анализа;<br>- возможностью интерпретировать результаты анализа биологических жидкостей крови, мочи, желудочного сока, слюны ;<br>-знаниями о перспективах развития биохимического анализа. |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Трудоёмкость дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **108** часов **3** з.е.

**Очная форма обучения, семестр**

| № п\п | Вид учебной работы | Трудоемкость дисциплины | |
|---|---|---|---|
| | | Всего часов | в том числе по семестрам(-ы)<br>3 семестр |
| **I. Контактная работа обучающихся с преподавателем** | | 26 | 26 |
| **Виды учебных занятий (всего часов), в том числе:** | | 26 | 26 |
| 1 | Лекции **(Л)** | 18 | 18 |
| 2 | Практические занятия **(ПР)** | 8 | 8 |
| 3 | Семинарские занятия **(С)** | | |
| 4 | Лабораторные работы **(ЛР)** | | |
| **II. Самостоятельная работа (СР) (всего),**<br>в том числе: - реферат;<br>- др. виды самостоятельной работы | | 82 | 82 |
| **Аттестационные испытания промежуточной аттестации**<br>**(всего часов), в том числе** | | | |
| Реферат | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Зачет | + | + |
| Дифференцированный зачет | | |
| Экзамен | | |
| **Общая трудоемкость:**<br>Часы<br>Зачетные единицы | **3**<br>**180** | **3**<br>**108** |

### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий по разделам учебной дисциплины
### Очная форма обучения, семестр

| Наименование раздела дисциплины | Трудоемкость дисциплины по видам занятий (работ) | | | | Всего часов |
|---|---|---|---|---|---|
| | Л | ПР | СР | контроль | |
| **Модуль 1.** | **11** | **4,5** | **47** | **-** | **62,5** |
| Тема № 1. Предмет и задачи биологической химии. | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 2. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 3. Липофильные соединения и классификация липидов. Нуклеотиды. | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 4. Витамины, коферменты и другие биологически активные | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 5. Структура и свойства биополимеров, белки. | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 6. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 7. Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры) | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| Тема № 8. Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. | 2 | 0,5 | 6 | - | 8,5 |
| Тема № 9. Ферментативный катализ, белки-ферменты | 2 | 0,5 | 6 | - | 8,5 |
| **Модуль 2.** | **7** | **3,5** | **35** | **-** | **45,5** |
| Тема № 10. Биохимия пищеварения. | 2 | 0,5 | 6 | - | 8,5 |
| Тема № 11. Протеолитические ферменты. | 1 | 0,5 | 6 | - | 7,5 |
| Тема № 12. Молекулярные основы подвижности биологических систем. | 1 | 0,5 | 6 | - | 7,5 |
| Тема № 13. Биохимические основы передачи нервного импульса. | 1 | 1 | 6 | - | 8 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Тема № 14. Хранение и реализация генетической информации. | 1 | 0,5 | 6 | - | 7,5 |
| Тема № 15. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме. | 1 | 0,5 | 5 | - | 6,5 |
| **Итого по модулям** | **18** | **8** | **82** | **-** | **108** |
| **Подготовка к промежуточной аттестации (контроль)/аттестация** | | | | **-** | |
| **ИТОГО** | **18** | **8** | **82** | **-** | **108** |

### 4.3 Содержание разделов дисциплины

### Модуль 1.

#### Тема № 1. Предмет и задачи биологической химии.

1. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами - биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией.
2. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией.
3. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии.
4. Направления и перспективы развития биохимии.

#### Тема № 2. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов

1. Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов.
2. Природные олигопептиды. Глютатион и его значение в обмене веществ.
3. Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды.
4. Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Стереохимия углеводов. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства. Конформация моносахаридов. Взаимопревращения моносахаридов.
5. Гликозиды, амино-, фосфо- и сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификация углеводов.

#### Тема № 3. Липофильные соединения и классификация липидов. Нуклеотиды.

1. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды и сульфолипиды.
2. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Диольные липиды. Полярность молекулы фосфатидов. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран.
3. Воска и стероиды. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды.
4. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания.
5. Комплексообразующие свойства нуклеотидов.

#### Тема № 4. Витамины, коферменты и другие биологически активные

**соединения**.

1. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов.
2. Жирорастворимые витамины. Витамин А. Каротиноиды и их значение как провитаминов А. Витамин Д и его образование. Витамин Е. Витамин К. Нафтохиноны и убихинон.
3. Водорастворимые витамины. Витамин В1. Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Пантотеновая кислота. Липоевая кислота. Витамин В12. Фолиевая кислота и дигидроптеридин. Другие витамины и витаминоподобные вещества комплекса В. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Биофлавоноиды, рутин.
4. Витамины - антиоксиданты. Витамины - прокоферменты. Витамины - прогормоны. Прочие известные в настоящее время витамины.
5. Антивитамины. Динуклеотидные коферменты. Нуклеотиды как коферменты. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железопорфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты.
6. Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии.

**Тема № 5. Структура и свойства биополимеров, белки.**

1. Теория строения белковой молекулы. Ковалентные и нековалентные связи в белках. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Ф. Сенгера, Л. Полинга.
2. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Методы определения первичной структуры белка. Упорядоченные и неупорядоченные вторичные структуры. Супервторичные структуры. Примеры. Принципы и методы изучения структуры белков. Соотношение между первичной структурой и структурами более высокого порядка в белковой молекуле. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка.
3. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы.
4. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Прионы. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями, белок- лигандные взаимоотношения.
5. Сольватация белков. Кристаллические белки. Методы определения пространственного расположения полипептидных цепей. Олигомерные комплексы белков.
6. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины.

**Тема № 6. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды.**

1. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства.
2. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны.
3. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов.

**Тема № 7. Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры)**

1. Модели строения биологических мембран.
2. Липосомы; методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах

амфифильных соединений.

3. Проницаемость биологических мембран. Электрохимия осмотических явлений.

4. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние).

**Тема № 8. Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме.**

1. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований.

2. Минорные основания. A-, B-, C-, T- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК.

3. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды.

4. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке.

5. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, м- РНК.

6. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот.

7. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Понятие о геномике.

**Тема № 9. Ферментативный катализ, белки-ферменты**

1. История развития энзимологии. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Методы выделения и очистки ферментов.

2. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Теория индуцированного активного центра. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов.

3. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов.

4. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Активность и числа оборотов фермента. Критерии чистоты ферментных препаратов.

5. Двухкомпонентные и однокомпонентные ферменты. Динамичность структуры и ферментативный катализ. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксалевый катализ, карбоаегидраза, рибонуклеаза и др.)

***Модуль 2.***

**Тема № 10. Биохимия пищеварения.**

1. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз, гликозидаз. Распад белков, липидов и углеводов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений.

2. Пристеночное пищеварение в кишечнике. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пино- цитозе.

3. Углеводы и их ферментативные превращения. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме.

4. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров.

5. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Роль многоатомных спиртов в углеводном обмене. Образование уроновых кислот и биогенез пентоз у растений.

6. Гликозиды и дубильные вещества, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Ферменты, гидролизующие олигосахариды.
7. Нуклеозиддифосфатсахара и их роль в биосинтезе олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазы. Амилазы. Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Роль амилаз в промышленности и пищеварении.
8. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Биосинтез крахмала и гликогена.
9. Полифруктозиды, клетчатка и гемицеллюлозы, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности.

**Тема № 11. Протеолитические ферменты.**

1. Протеолитические ферменты — пептидгидролазы, общая характеристика и распространение в природе.
2. Отдельные представители (пепсин, трипсин, химотрипсин, папаин, сычужный фермент, амино- и карбоксипептидазы, лейцинаминопептидаза). Активирование протеиназ типа папаина сульфгидрильными соединениями.
3. Лизосомы.
4. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине.
5. Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования.
6. Роль аспарагина, глютамина и мочевины в обмене азота.

**Тема № 12. Молекулярные основы подвижности биологических систем.**

1. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры.
2. Сократительные белки.
3. Модели функционирования мышц.
4. Подвижность жгутиков и ресничек у микроорганизмов.
5. Поддержание ионного гомеостаза клеток.
6. Транспортные АТФазы и ионные каналы.

**Тема № 13. Биохимические основы передачи нервного импульса.**

1. Ионные потоки при возбуждении нерва.
2. Синаптическая передача возбуждения.
3. Медиаторы центральной нервной системы. Ацетилхолин, ацетихолинэсте- раза, рецепция ацетилхолина.
4. Рецептор ацетилхолина как пример лиганд-зависимого ионного канала.

**Тема № 14. Хранение и реализация генетической информации.**

1. Понятия ген и оперон.
2. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом.
3. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы.
4. Репликация ДНК. Циклическая ДНК и технология включения генов в плазмиды.
5. Мутации и направленный мутагенез. Работы С. Очоа и А. Корнберга. РНК-полимеразы. Информационная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме.
6. Синтез мРНК, процесс транскрипции, информосомы.
7. Посттранскрипционный процессинг мРНК.
8. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка.

**Тема № 15. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме.**

1. Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ.
2. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты.
3. Способы регулирования метаболизма.
4. Регулирование экспрессии генов.
5. Наследственные болезни.
6. Посттрансляционная ковалентная модификация белков (внутриклеточные протеазы, протеинкиназы, протеинфосфатазы), метилирование, гликозилирование, амидирование и дезамидирование и др. модификации.
7. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами. Молекулярные основы гомеостаза клетки.

## 4.4 Самостоятельная работа

| № п/п | № и наименование раздела дисциплин | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|---|
| 1. | **Тема № 1. Предмет и задачи биологической химии.** | 1. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами - биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией.<br>2. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией.<br>3. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии.<br>4. Направления и перспективы развития биохимии. |
| 2. | **Тема № 2. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов** | 1. Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов.<br>2. Природные олигопептиды. Глютатион и его значение в обмене веществ.<br>3. Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды.<br>4. Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Стереохимия углеводов. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства. Конформация моносахаридов. Взаимопревращения моносахаридов.<br>5. Гликозиды, амино-, фосфо- и сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификация углеводов. |

| | | |
|---|---|---|
| 3. | **Тема № 3. Липофильные соединения и классификация липидов. Нуклеотиды.** | 1. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды и сульфолипиды.<br>2. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Диольные липиды. Полярность молекулы фосфатидов. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран.<br>3. Воска и стероиды. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды.<br>4. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Цик¬лические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания.<br>5. Комплексообразующие свойства нуклеотидов. |
| 4. | **Тема № 4. Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения.** | 1. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов.<br>2. Жирорастворимые витамины. Витамин А. Каротиноиды и их значение как провитаминов А. Витамин Д и его образование. Витамин Е. Витамин К. Нафтохиноны и убихинон.<br>3. Водорастворимые витамины. Витамин В1. Каталитические функции тиа-минпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Пантотеновая кислота. Липоевая кислота. Витамин В12. Фолиевая кислота и дигидроптеридин. Другие витамины и витаминоподобные вещества комплекса В. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Биофлавоноиды, рутин.<br>4. Витамины - антиоксиданты. Витамины - прокоферменты. Витамины - прогормоны. Прочие известные в настоящее время витамины.<br>5. Антивитамины. Динуклеотидные коферменты. Нуклеотиды как коферменты. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железопорфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты.<br>6. Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии. |

| | | |
|---|---|---|
| 5. | **Тема № 5. Структура и свойства биополимеров, белки.** | 1. Теория строения белковой молекулы. Ковалентные и нековалентные связи в белках. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Ф. Сенгера, Л. Полинга.<br>2. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Методы определения первичной структуры белка. Упорядоченные и неупорядоченные вторичные структуры. Супервторичные структуры. Примеры. Принципы и методы изучения структуры белков. Соотношение между первичной структурой и структурами более высокого порядка в белковой молекуле. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка.<br>3. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы.<br>4. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Прионы. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями, белок-лигандные взаимоотношения.<br>5. Сольватация белков. Кристаллические белки. Методы определения пространственного расположения полипептидных цепей. Олигомерные комплексы белков.<br>6. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины. |
| 6. | **Тема № 6. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды.** | 1. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства.<br>2. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны.<br>3. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов. |
| 7. | **Тема № 7. Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры)** | 1. Модели строения биологических мембран.<br>2. Липосомы; методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах амфифильных соединений.<br>3. Проницаемость биологических мембран. Электрохимия осмотических явлений.<br>4. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние). |

| | | |
|---|---|---|
| 8. | **Тема № 8. Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме.** | 1. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований.<br>2. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК.<br>3. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды.<br>4. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке.<br>5. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, м- РНК.<br>6. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот.<br>7. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Понятие о геномике. |
| 9. | **Тема № 9. Ферментативный катализ, белки-ферменты** | 1. История развития энзимологии. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Методы выделения и очистки ферментов.<br>2. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Теория индуцированного активного центра. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов.<br>3. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов.<br>4. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Активность и числа оборотов фермента. Критерии чистоты ферментных препаратов.<br>5. Двухкомпонентные и однокомпонентные ферменты. Динамичность структуры и ферментативный катализ. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксалевый катализ, карбоаегидраза, рибонуклеаза и др.) |

| | | |
|---|---|---|
| 10. | **Тема № 10. Биохимия пищеварения.** | 1. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз, гликозидаз. Распад белков, липидов и углеводов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений.<br>2. Пристеночное пищеварение в кишечнике. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе.<br>3. Углеводы и их ферментативные превращения. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме.<br>4. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров.<br>5. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Роль многоатомных спиртов в углеводном обмене. Образование уроновых кислот и биогенез пентоз у растений.<br>6. Гликозиды и дубильные вещества, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Ферменты, гидролизующие олигосахариды.<br>7. Нуклеозиддифосфатсахара и их роль в биосинтезе олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазы. Амилазы. Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Роль амилаз в промышленности и пищеварении.<br>8. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Биосинтез крахмала и гликогена.<br>9. Полифруктозиды, клетчатка и гемицеллюлозы, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. |
| 11. | **Тема № 11. Протеолитические ферменты.** | 1. Протеолитические ферменты — пептидгидролазы, общая характеристика и распространение в природе.<br>2. Отдельные представители (пепсин, трипсин, химотрипсин, папаин, сычужный фермент, амино- и карбоксипептидазы, лейцинаминопептидаза). Активирование протеиназ типа папаина сульфгидрильными соединениями.<br>3. Лизосомы.<br>4. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине.<br>5. Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования.<br>6. Роль аспарагина, глютамина и мочевины в обмене азота. |

| | | |
|---|---|---|
| 12. | **Тема № 12. Молекулярные основы подвижности биологических систем.** | 1. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры.<br>2. Сократительные белки.<br>3. Модели функционирования мышц.<br>4. Подвижность жгутиков и ресничек у микроорганизмов.<br>5. Поддержание ионного гомеостаза клеток.<br>6. Транспортные АТФазы и ионные каналы. |
| 13. | **Тема № 13. Биохимические основы передачи нервного импульса.** | 1. Ионные потоки при возбуждении нерва.<br>2. Синаптическая передача возбуждения.<br>3. Медиаторы центральной нервной системы. Ацетилхолин, ацетихолинэсте- раза, рецепция ацетилхолина.<br>4. Рецептор ацетилхолина как пример лиганд-зависимого ионного канала. |
| 14. | **Тема № 14. Хранение и реализация генетической информации.** | 1. Понятия ген и оперон.<br>2. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом.<br>3. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы.<br>4. Репликация ДНК. Циклическая ДНК и технология включения генов в плазмиды.<br>5. Мутации и направленный мутагенез. Работы С. Очоа и А. Корнберга. РНК- полимеразы. Информационная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме.<br>6. Синтез мРНК, процесс транскрипции, информосомы.<br>7. Посттранскрипционный процессинг мРНК.<br>8. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. |
| 15. | **Тема № 15. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме.** | 1. Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ.<br>2. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты.<br>3. Способы регулирования метаболизма.<br>4. Регулирование экспрессии генов.<br>5. Наследственные болезни.<br>6. Посттрансляционная ковалентная модификация белков (внутриклеточные протеазы, протеинкиназы, протеинфосфатазы), метилирование, гликозилирование, амидирование и дезамидирование и др. модификации.<br>7. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами. Молекулярные основы гомеостаза клетки. |

[illegible] *«Общее*

## 5. *ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*

Краткое описание, применяемых в учебном процессе образовательных технологий.

Изучение дисциплины «Биохимия» осуществляется в ходе лекций и самостоятельной работы аспирантов.

Проблемная лекция. На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения.

Суть проблемной лекции заключается в том, что преподаватель создает проблемные ситуации и вовлекает слушателей в их анализ. Разрешая противоречия, заложенные в проблемных ситуациях, обучаемые самостоятельно могут прийти к тем выводам, которые преподаватель должен сообщить в качестве новых знаний. При этом преподаватель, используя определенные методические приемы, способствует включению слушателей в общение и к поиску правильного решения проблемы.

На проблемной лекции у аспирантов появляется возможность высказать свою позицию, задать вопросы и получить ответы, представить результат всей аудитории. При ведении диалога преподавателя с аспирантами устанавливается обратная связь и в процессе взаимодействия педагог может контролировать такую связь. Средством управления мышлением обучаемых на проблемной диалогической лекции является система заранее подготовленных преподавателем проблемных и информационных вопросов.

При этом основная задача лектора состоит не столько в передаче ин-формации, сколько в приобщении обучаемых к объективным противоречиям развития научного знания и способам их преодоления. Это формирует мыслительную активность обучаемых, порождает их познавательную активность. В результате процесс познания обучаемых приближается к поисковой, исследовательской деятельности.

На информационной лекции преподаватель предлагает аспирантам известный, подлежащий запоминанию материал, а затем примеры, на которых можно поупражняться в применении полученных знаний.

Перед проведением информационной и проблемной лекций обучаемый должен иметь возможность восстановить свои знания индивидуально, по учебнику или с помощью мультимедийных средств обучения, в том числе дистанционно.

Лабораторные работы - практическая работа обучающегося под руководством преподавателя, связанная с использованием учебного, научного или производственного оборудования (приборов, устройств и др.) с физическим моделированием и проведением экспериментов, направленная в основном на приобретение новых фактических знаний и практических умений

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В приложении 1 приводятся образцы оценочных средств в виде контрольных вопросов для проведения текущего контроля, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины. Для промежуточной аттестации (зачёт) приводится перечень вопросов, выносимых на зачёт.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Основная литература:**

1. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных : учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1823-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211931

2. Данилова, Л. А. Биохимия : учебник / Л. А. Данилова. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2020. — 333 с. — ISBN 978-5-299-01020-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159096

**Дополнительная литература:**

3. Барышева, Е. С. Биохимия : учебное пособие / Е. С. Барышева. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 141 с. — ISBN 978-5-7410-1888-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110587

4. Биохимия (Белки. Биохимия витаминов и гормонов): учебно-методический комплекс по дисциплине: лабораторный практикум : учебное пособие / составитель Е. С. Мухина. — Абакан : ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2018. — 184 с. — ISBN 978-5-7810-1724-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301322

5. Биохимия (Ферменты. Энергетический обмен. Обмен азотсодержащих биополимеров. Лаборатория НИРС): лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / составитель Е. С. Мухина. — Абакан : ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-7810-1841-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301331

6. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии : учебник / В. К. Плакунов. — Москва : Логос, 2020. — 216 с. — ISBN 978-5-98704-493-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/163069

**Научная литература:**

7. Биохимия и физиология активного транспорта в организме животных : монография / В. В. Мосягин, Н. И. Жеребилов, В. И. Максимов [и др.]. — Курск : Курский ГАУ, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-00122-508-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134846

**Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

| № п.п. | Вид БД, ИСС | Наименование БД, ИСС | Доступ в БД (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный |
|---|---|---|---|
| 1. | ЭБС | «Знаниум» | сеть Интернет, авторизованный доступ |
| 2. | ЭИОС | Тверская ГСХА | локальная сеть, авторизованный доступ |

**Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

| № п.п. | Вид ПО | Наименование ПО |
|---|---|---|
| 1. | Программное обеспечение | MS Windows 7, 8.1 |
| 2. | Программное обеспечение | Kasperskiy Endpoint Security |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса

| № корпуса, № помещения и его площадь | Предназначение помещения | № аудитории по техническому паспорту | Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения |
|---|---|---|---|
| Учебно-лабораторный корпус, ауд.122 Площадь 95,5 м$^2$ | Учебная аудитория Для занятий лекционного типа | 48 | Экран наст. Механический 2*2 – 1 шт., доска меловая 3х секционная - 1шт., моноблок поточный аудиторный – 48 шт., парта для лиц с ОВЗ – 1 шт., стол демонстративный физиологический – 1 шт., трибуна – 1 шт., табурет Хокер - 1 шт., монитор 20 «Viewson» 6: VA 204a6eD., крепление для проектора - 1шт., проектор WievSonic – 1 шт, компьютер - 1 шт. |
| Учебно-лабораторный корпус, ауд.122а Площадь 32,5 м$^2$ | Учебная аудитория Для занятий семинарского типа Для групповых и индивидуальных консультаций Для текущего контроля и промежуточной аттестации | 53 | Доска меловая настенная 3-х секционная 3000*1000 – 1 шт., Телевизор LG -21 F80K - 1шт., проектор EPSON «EMP-X5e» - 1 шт., экран – 1шт., микроскоп “Микрон-400 МВ» - 1шт., компьютер P4-631 3.0 GHz Asus Socket 775. P5GC-MX- 5 шт., видеоплеер LG 172 TW – 1 шт., ноутбук Asus - 1 шт., стол компьютерный - 14 шт. (14 пос.мест), табурет Хокер -7 шт., стул металлический - 5 шт., стол рабочий – 1 шт. стул – 12 шт. |
| Учебно-лабораторный корпус, ауд.123 Площадь 32,5 м$^2$ | Учебная аудитория Для занятий семинарского типа Для групповых и индивидуальных консультаций Для текущего контроля и промежуточной аттестации | 64 | Доска меловая настенная 3-х секционная 3000*1000 – 1 шт., Микроскоп биологический ученический «Биомед» - 6 шт., микроскоп монокулярный «Миктрон - 102 М» - 3 шт., водяная баня - 1 шт., стол пристенный химический (пластик) - 7 шт. (7 пос. мест), стол лабораторный островной – 1 шт. (4 посадочных места), стол преподавательский – 1 шт., |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | табурет Хокер – 8 шт., стул престиж -1 шт., стул -1 шт. |
| Учебно-лабораторный корпус, ауд.231 Площадь 71,2 м$^2$ | Помещение для самостоятельной работы Учебная аудитория Для текущего контроля и промежуточной аттестации | 27 | Компьютер LG-14 шт., стол компьютерный ВСК-009 - 16 шт. (16 посад. мест)., табурет Хокер-9 шт., стол В-ДЛ-008 - 1 шт., доска 3-х секционная - 1шт. стул – 13 шт., стул черный – 2 шт. |
| Учебно-лабораторный корпус, ауд.317 Площадь 35 м$^2$ | Помещение для самостоятельной работы | 43 | Стол компьютерный ВСК-009 – 9 шт. (9 посадочных мест);учебная парта – 1 шт, стул Рио – 10 шт., компьютер LG – 10 шт., стеллаж - 2 шт. |

*Обновление технической базы, необходимой*

Приложение 1

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

| Оценочные средства | |
|---|---|
| **Текущий контроль** | **Промежуточная аттестация** |
| **Контрольные вопросы:**<br><br>1. Принципы классификации аминокислот. Привести примеры.<br>2. Белоклигандные взаимодействия. Избирательность взаимодействия с лигандами («узнавание лиганда»).<br>3. Первичная структура белка. Написать тетрапептид (гидрофобная незаряженная, полярная незаряженная, положительно заряженная, отрицательно заряженная аминокислоты).<br>4. Вторичная структура белка. Связи ее стабилизирующие. Написать формулы двух трипептидов и соединить их водородными связями.<br>5. Понятие о доменах и кластерах.<br>6. Кофермент, апофермент и простетическая группа. Привести примеры.<br>7. Витамины как кофакторы ферментов.<br>8. Активный центр ферментов, его строение.<br>9. Специфичность действия ферментов. Виды специфичности, биологическое значение этого свойства.<br>10. Изоферменты. Характеристика и их регуляторная роль на примере лактатдегидрогеназы. Клиническое значение их определения.<br>11. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентрации фермента и субстрата.<br>12. Активация ферментов.<br>13. Определение ферментов в крови с целью диагностики болезней.<br>14. Классификации веществ, входящих в состав живых организмов. | **Вопросы к зачету:**<br><br>1. Основные свойства аминокислот. Их роль в формировании структуры белка и образовании внутримолекулярных связей. Аминокислоты как лекарственные препараты.<br>2. Типы природных лигандов и особенности их взаимодействия с белками (кофакторы, простетические группы, субстраты, транспортируемые вещества, аллостерические эффекторы).<br>3. Роль белковых взаимодействий в образовании межмолекулярных комплексов.<br>4. Зависимость конформации и свойств белков от первичной структуры. Привести пример.<br>5. Третичная структура молекулы как высшая ступень организации мономерных белков. Связи ее стабилизирующие.<br>6. Четвертичная структура белковой молекулы как высшая ступень организации олигомерных белков. Связи ее стабилизирующие.<br>7. Ферменты, их молекулярная организация.<br>8. Витамины как лекарственные препараты.<br>9. Основные отличия свойств ферментов от неорганических катализаторов, принципы количественного определения ферментов. Единицы измерения ферментативной активности.<br>10. Образование энзим-субстратного комплекса. 11. Лекарственные средства для энзимотерапии.<br>11. Условия для оптимального хранения ферментативных лекарственных препаратов. |

| | |
|---|---|
| 15. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в питании человека и животных.<br>16. Незаменимые факторы питания.<br>17. Вода и ее роль в живых организмах.<br>18. Структура низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов. | 12. Регуляция активности ферментов путем химической и структурной модификации. Использование лекарственных средств как ингибиторов ферментов.<br>13. Аллостерическая регуляция олигомерных ферментов. Явление кооперативности.<br>14. Множественные молекулярные формы ферментов.<br>Понятие о мультиферментных комплексах и поли-функциональных ферментах.<br>15. Классификация белков по их биологическим функциям. Строение белков.<br>16. Аминокислоты, входящие в состав белка, их классификация по физико-химическим свойствам.<br>17. Первичная структура белков. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры.<br>18. Конформация пептидных цепей в белках (вторичная и третичная структура). Типы внутримолекулярных связей.<br>19. Кластеры и домены и их роль в функционировании белков. Фолдинг белков. Понятие о шаперонах. Денатурация белков.<br>20. Четвертичная структура белков. Кооперативные изменения конформации протомеров.<br>21. Особенности строения и функционирования олигомерных белков на примере гемоглобина.<br>22. Полиферментные комплексы.<br>23. Особенности ферментативного катализа. Специфичность ферментов.<br>Классификация и номенклатура ферментов. Структурная организация ферментов.<br>24. Кофакторы ферментов. Коферментные функции витаминов, ионов металлов.<br>25. Кинетика ферментативных реакций.<br>26. Принципы количественного определения ферментов.<br>27. Регуляция активности ферментов. Ингибиторы ферментов: обратимые, необратимые, конкурентные, неконкурентные.<br>28. Лекарственные препараты как ингибиторы ферментов. |

| | |
|---|---|
| | 29. Регуляция действия аллостерических ферментов: аллостерические ингибиторы и активаторы, структура аллостерических ферментов, кооперативные изменения конформации протомеров.<br>30. Химическая модификация ферментов: регуляция активности ферментов путем фосфорилирования и дефосфорилирования, ограниченного протеолиза.<br>31. Происхождение ферментов крови. Изоферменты (на примере лактатдегидрогеназы и креатинкиназы), их физиологическая роль.<br>32. Наследственные энзимопатии.<br>33. Развитие биохимии, и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией.<br>34. Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.<br>35. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ человека и животных.<br>36. Калорийность и усвояемость пищевых продуктов.<br>37. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.<br>38. Основные понятия электрохимии водных растворов.<br>39. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (pH), буферные растворы.<br>40. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуорометрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ.<br>41. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесия реакций.<br>42. Гомогенный и гетерогенный катализ.<br>43. Физико-химические свойства низкомолекулярных |