

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Мордовский государственный педагогический  
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Факультет естественно-технологический

Кафедра химии, технологии и методик обучения

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Биохимия

Уровень ОПОП: Бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя  
профилями подготовки)

Профиль подготовки: Биология. Химия

Форма обучения: Очная

Разработчики:

Ямашкин С. А., д-р хим. наук, профессор

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 12  
от 13.04.2018 года

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Жукова Н. В.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры,  
протокол № 1 от 31.08.2020 года

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ляпина О. А.

## **2. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - формирование знаний о биохимии, необходимых для реализации образовательной программы по химии в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Задачи дисциплины:

- дать понятие о предмете и объектах биохимии, ее месте в ряду других естественных дисциплин, значении в жизни современного общества и роли в научно-техническом прогрессе;
- привить практические навыки работы с биохимическими объектами в лаборатории;
- ознакомить будущих учителей химии с современными физико-химическими методами анализа биомолекул;
- сформировать готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина Б1.В.18 «Биохимия» относится к вариативной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знание общей биологии, общей химии, основ коллоидной химии; владение теоретическими основами органической химии; умения выполнять сложные задания по органической химии.

Изучению дисциплины «Биохимия» предшествует освоение дисциплин (практик):

Возрастная анатомия, физиология и основы валеологии;

Общая и неорганическая химия;

Коллоидная химия;

Органическая химия.

Освоение дисциплины «Биохимия» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Прикладная химия;

Микробиология;

Введение в биотехнологию;

Молекулярная биология.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Биохимия», включает: образование, социальную сферу, культуру.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- просвещение;
- образовательные системы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом:

научно-исследовательская деятельность

- постановка и решение исследовательских задач в области науки и образования;
- использование в профессиональной деятельности методов научного исследования.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций и трудовых функций (профессиональный стандарт Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель), утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты №544н от 18.10.2013).

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК)

в соответствии с видами деятельности:

**ПК-1. готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов педагогическая деятельность**

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов | <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной программы по химии;</li> <li>- преподаваемый предмет в пределах требований федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной программы;</li> <li>- основные биохимические процессы, протекающие в организмах и основы биорегуляции организмов;</li> <li>- многообразие биохимических процессов и сохранение устойчивости организма;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных основного общего и среднего общего образования по химии;</li> <li>- использовать знания, полученные по биохимии для целей химического образования и воспитания школьников;</li> <li>- аргументировать научную позицию при анализе лже-, псевдо- и антинаучных утверждений, а также популистских, не обоснованных с научной точки зрения трактовок биохимических процессов и методов их регуляции;</li> <li>- объяснить взаимосвязь между экологическими проблемами, биохимическими процессами и состоянием здоровья людей;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения форм и методов обучения, в том числе выходящих за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты т.п.;</li> <li>-использования современных методов биохимических исследований;</li> <li>- системного подхода к изучаемым биохимическим процессам и наблюдаемым физиологическим проявлениям, обладать комплексным виде.</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

| Вид учебной работы                         | Всего часов | Восьмой семестр |
|--------------------------------------------|-------------|-----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>           | <b>56</b>   | <b>56</b>       |
| Лабораторные                               | 28          | 28              |
| Лекции                                     | 28          | 28              |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      | <b>16</b>   | <b>16</b>       |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       |             |                 |
| Зачет                                      |             | +               |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>72</b>   | <b>72</b>       |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>2</b>    | <b>2</b>        |

## **5. Содержание дисциплины**

### **5.1. Содержание модулей дисциплины**

#### **Модуль 1. Статическая биохимия:**

Введение в биохимию. Химический состав организмов. Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи. Белки. Аминокислотный состав белков. Структура белковой молекулы. Ферменты. Коферменты. Витамины. Нуклеиновые кислоты. Химический состав нуклеиновых кислот. Гормоны. Номенклатура и классификация гормонов. Механизм действия пептидных гормонов. Углеводы. Локализация углеводов в клетке и их биологическое значение. Липиды. Классификация липидов: простые липиды – жиры, воски и стериды; сложные липиды – фосфолипиды и гликолипиды.

#### **Модуль 2. Динамическая и функциональная биохимия:**

Общие понятия об обмене веществ и энергии в организме. Энергетика обмена веществ. Понятие об уровне свободной энергии в органическом соединении и его изменении в процессе преобразования веществ. Обмен нуклеиновых кислот. Обмен белков. Обмен белков и нуклеиновых кислот как ядро клеточного метаболизма. Обмен углеводов. Цикл трикарбоновых и дикарбоновых кислот. Биосинтез углеводов. Обмен липидов. Обмен жиров. Биологическое окисление. Механизм окислительного фосфорилирования на этом и др. уровне. Энергетический эффект распада углеводов, сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю. Водный и минеральный обмен. Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов. Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме. Регуляция обмена веществ и энергии.

### **5.2. Содержание дисциплины: Лекции (28 ч.)**

#### **Модуль 1. Статическая биохимия (14 ч.)**

Тема 1. Введение в курс биохимии. Химический состав организмов (2 ч.)

План:

1. Предмет и методы биохимии.
2. Значение биохимии для развития биологии, медицины, сельского хозяйства и промышленности.
3. Краткая история биохимии.
4. Химический состав, строение и свойства основных групп органических соединений, участвующих в построении живой материи, в процессах жизнедеятельности и обмене веществ организма.
5. Формирование биохимических знаний и понятий
6. Биохимические превращения в организме человека, составляющие основу его физиологических функций в состоянии покоя и при воздействии физических упражнений
7. Постоянно и иногда встречающиеся элементы.
8. Понятие о макро-, микро- и ультрамикроразделах в составе живой материи.
9. Потребность организмов в химических элементах.
10. Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи.
11. Процентное содержание нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, минеральных веществ и др. соединений в организме.
12. Биоактивные соединения, их место и роль в живой природе.
13. Биоконплексы и их значение в процессах жизнедеятельности.

Тема 2. Белки и ферменты (2 ч.)

План:

1. Роль белков в построении живой материи и осуществлении процессов жизнедеятельности. Элементарный состав белков.
2. Аминокислотный состав белков. Методы гидролиза белка до аминокислот (кислотный, щелочной, ферментативный).
3. Качественное и количественное определение аминокислот в гидролизатах белков.
4. Структура белковой молекулы.

5. Денатурация и ренатурация белков. Понятие о нативном белке. Номенклатура и классификация белков.

6. Функция белков в организме (структурная, механо-химическая, каталитическая, гормональная, защитная, рецепторная, регуляторная, транспортная, токсическая).

7. Каталитическая (ферментативная) функция белка. Роль ферментов в процессе жизнедеятельности.

8. История открытия и изучения ферментов.

9. Строение ферментов.

10. Механизм действия ферментов.

11. Номенклатура ферментов.

12. Классификация ферментов, ее принципы и современное состояние.

13. Локализация ферментов в клетке.

Тема 3. Коферменты, витамины и некоторые другие биоактивные соединения (2 ч.)

План:

1. Витамины. История их открытия. Роль витаминов в живых организмах.

2. Классификация витаминов. Номенклатура витаминов.

3. Жирорастворимые витамины. Витамин А (ретинол).

4. Водорастворимые витамины.

5. Понятие о других биоактивных соединениях (антивитамины, антибиотики, фитонциды, дефолианты, ростовые вещества).

6. Коферменты (коэнзимы) – органические факторы ферментов.

7. Роль ионов металлов в образовании связей кофермент-апофермент.

8. Химическая природа и механизм действия некоторых коферментов.

9. Коферменты – переносчики групп как субстраты.

Тема 4. Нуклеиновые кислоты и гормоны (2 ч.)

План:

1. История открытия и изучения нуклеиновых кислот.

2. Химический состав нуклеиновых кислот.

3. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот.

4. Два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновые (ДНК) и рибонуклеиновые (РНК).

5. ДНК.

Тема 5. Нуклеиновые кислоты и гормоны (2 ч.)

План:

6. Рибонуклеиновые кислоты, их классификация (т-РНК, р-РНК и РНК, я-РНК, в-РНК).

7. Суть понятия «гормоны».

8. Номенклатура и классификация гормонов.

9. Стероидные гормоны.

10. Пептидные гормоны.

Тема 6. Углеводы и липиды (2 ч.)

План:

1. Общая характеристика углеводов и их классификация.

2. Строение и свойства моносахаридов.

3. Строение и свойства олигосахаридов.

4. Характеристика дисахаридов.

5. Полисахариды растительного и животного происхождения.

6. Строения и функции полисахаридов.

7. Локализация углеводов в клетке и их биологическое значение.

Тема 7. Углеводы и липиды (2 ч.)

План:

8. Общая характеристика класса липиды.

9. Классификация липидов: простые липиды – жиры, воски и стериды; сложные липиды – фосфолипиды и гликолипиды.

10. Строение, свойства и функции жиров.
11. Строение, свойства и функции восков.
12. Строение, свойства и функции стеридов.
13. Строение, свойства и функции фосфолипидов.
14. Строение, свойства и функции гликолипидов.
15. Локализация липидов в клетке и их биологическое значение.

## **Модуль 2. Динамическая и функциональная биохимия (14 ч.)**

### Тема 8. Понятие об общем обмене веществ и энергии (2 ч.)

План:

1. Обмен веществ и энергии – неотъемлемое свойство живого.
2. Анаболизм и катаболизм.
3. Масштабы обмена веществ на Земле.
4. Промежуточный обмен веществ.
5. Энергетика обмена веществ.
6. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Особая роль атомов Р и S в образовании макроэргических связей.
7. Роль АТФ в энергетическом обмене
8. Принципиальное отличие энергетики химических реакций в живой природе от таковой в неживой.
9. Трансформации в живых объектах.
10. Общие принципы организации структур, ответственных за трансформацию энергии.

### Тема 9. Обмен белков (2 ч.)

План:

1. Обмен белков и нуклеиновых кислот как ядро клеточного метаболизма.
- Значение белкового обмена.
2. Пути распада белков. Гидролиз белков.
  3. Метаболизм аминокислот.
  4. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически-активных соединений конечные продукты распада аминокислот.
  5. Пути связывания аммиака в организме.
  6. Механизм биосинтеза мочевины (орнитинный цикл).
  7. Пути новообразования аминокислот в природе и их соотношение у различных классов организмов.
  8. Заменяемые, полужаменяемые и незаменимые аминокислоты.
  9. Матричный и нематричный механизмы биосинтеза белков.
- Тема 10. Обмен нуклеиновых кислот (2 ч.)

План:

1. Путь распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов.
  2. Применение нуклеаз в медицине. Обмен нуклеозидфосфатов.
  3. Пути их деструкции. конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых оснований.
  4. Образование пиримидинового цикла из  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и аспарагиновой кислоты в присутствии АТФ при участии соответствующих ферментов.
  5. Регуляция соотношения нуклеозид - дезоксинуклеозидтрифосфатов в клетке.
  6. Биосинтез циклической АМФ из АТФ при посредстве аденилатциклазы.
  7. Механизм биосинтеза ДНК.
  8. Роль ДНК-затравки, ДНК-матрицы, ферментов (ДНК-полимеразы, ДНК-лигазы) и белковых факторов, обеспечивающих биосинтез ДНК.
  9. Генная инженерия. регуляция биосинтеза ДНК в клетке.
  10. Роль ДНК в передаче наследственной информации.
  11. Биосинтез РНК. Локализация биосинтеза РНК в клетке.
  12. Строение, свойства и механизм действия РНК-полимеразы.
- Тема 11. Обмен углеводов и липидов (2 ч.)

План:

1. Обмен углеводов. Пути распада полисахаридов и олигосахаридов.
2. Ферменты гидролиза полисахаридов:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -амилазы, амило-1,6-гликозидаза, целлюлаза
3. Фосфоролитический распад сложных углеводов. Роль реакции фосфорилирования в активировании моносахаридов.
4. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути, их соотношение в организме).
5. Обмен пировиноградной кислоты.
6. Биосинтез углеводов. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фотосинтеза и хемосинтеза.
7. Обмен жиров.
8. Механизмы – окисление высших жирных кислот, их локализация в клетке и соотношение в животном и растительном царстве.
9. Обмен ацетил-КоА.

#### Тема 12. Обмен углеводов и липидов (2 ч.)

План:

10. Гликолитический цикл.
11. Механизм биосинтеза высших жирных кислот.
12. Локализация биосинтеза ВЖК в клетке.
13. Механизм биосинтеза триглицеридов, роль ацетилтрансфераз (ионо- и диacyлдтрансфераз) в этом процессе.
14. Пути распада фосфатидов в организме.
15. Механизм биосинтеза фосфатидов, роль цитидиндифосфохолина в этом процессе.
16. Гликолипиды, их состав и строение. Функции гликолипидов в тканях и органах.

#### Тема 13. Биологическое окисление и водно-минеральный обмен. (2 ч.)

План:

1. Современные представления о механизмах биологического окисления.
2. Типы оксидоредуктаз в клетке.
3. Характеристика важнейших оксидоредуктаз 1 типа. Ансамбли оксидоредуктаз.
4. Характеристика оксигеназ и гидроксилаз.
5. Сопряжение биоокисления с фосфорилированием.
6. Разобщение окисления и фосфорилирования.
7. Энергетический эффект распада углеводов, сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю.
8. Энергетический эффект окисления триглицеридов и др. липидов.
9. Содержание и распределение воды в организме и в клетке.

#### Тема 14. Регуляция обмена веществ и энергии (2 ч.)

План лекции:

1. Регуляция водного обмена. Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структуры биополимеров.
2. Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме.
3. Принципы регуляции биохимических процессов.
4. Регуляция транскрипции и трансляции.
5. Регуляция активности ферментов.
6. Принцип обратной связи. Нейромедиаторы.
7. Гормональная регуляция.
8. Белковые и стероидные гормоны, механизмы действия.
9. Роль циклических нуклеотидмонофосфатов.
10. Роль компартментализации в организации обменных процессов

### 5.3. Содержание дисциплины: Лабораторные (28 ч.)

#### Модуль 1. Статическая биохимия (14 ч.)

##### Тема 1. Химический состав живых систем. Белковые аминокислоты (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Элементный состав организмов.
2. Структура, свойства и биологические функции воды.
3. Неорганические ионы, их свойства и биологические функции.
4. Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи

5. Аминокислоты как класс органических соединений. Классификации протеиногенных аминокислот.

6. Получение  $\alpha$ -аминокислот.
7. Физические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Оптические свойства  $\alpha$ -аминокислот.
8. Химические превращения  $\alpha$ -аминокислот.

#### Тема 2. Белки (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Теория кислот и оснований Бренстеда.
  - 1.1. Кислоты Бренстеда. Понятие  $pK_a$ .
  - 1.2. Факторы, влияющие на силу кислоты.
  - 1.3. Основания Бренстеда. Понятие  $pK_b$ .
  - 1.4. Факторы, влияющие на силу основания.
2. Теория кислот и оснований Льюиса.

#### Тема 3. Витамины. Ферменты (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общее понятие о витаминах. Классификация витаминов.
2. Коферменты (коэнзимы) – органические факторы ферментов. Химическая природа и механизм действия некоторых коферментов (НАД, ФАД, КоА, АТФ, придоксальфосфат). Витамины, входящие в состав важнейших коферментов.

3. Общее понятие о ферментах. Особенности строения и свойств ферментов как биокатализаторов.

4. Строение простых и сложных ферментов.
5. Механизм действия ферментов (опишите на примере действия ацетилхолинэстеразы).

6. Кинетика ферментативных реакций.
7. Химическая природа и свойства ферментов.
8. Номенклатура ферментов.
9. Классификация ферментов. Приведите примеры ферментативных реакций для характеристики классов и подклассов ферментов:

- 9.1. Оксиредуктаз.
- 9.2. Трансфераз.
- 9.3. Гидролаз.
- 9.4. Лиаз.
- 9.5. Изомераз.
- 9.6. Лигаз.
10. Локализация ферментов в клетке.
11. Практические аспекты использования ферментов в промышленности и медицине.

#### Тема 4. Нуклеиновые кислоты (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общее понятие «нуклеиновые кислоты». Биологическая роль нуклеиновых кислот.

2. Химический состав нуклеиновых кислот.
  - 2.1. Пиримидиновые основания.
  - 2.2. Пуриновые основания.
  - 2.3. Углеводы в составе нуклеиновых кислот.
3. Молекулярная масса, содержание и локализация в клетке ДНК и РНК.
4. Строение структурных элементов нуклеиновых кислот.
  - 4.1. Нуклеозиды.
  - 4.2. Нуклеотиды.

5. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Правила Чаргаффа.
6. Первичная структура ДНК и РНК.
7. Вторичная структура ДНК и РНК. Принцип комплементарности, реализующийся между парами пуриновых и пиримидиновых оснований.
8. Опишите особенности строения т-РНК.
9. Третичная структура ДНК и РНК.
10. Виды ДНК и РНК. Опишите структуру р-РНК.
11. Свойства ДНК.
12. Вирусные и фаговые РНК.

#### Тема 5. Гормоны (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общее понятие и классификация гормонов.
2. Стероидные гормоны. Синтез и распад холестерина.
3. Механизм действия стероидных гормонов.
4. Пептидные гормоны.
5. Механизм действия пептидных гормонов.
6. Прочие гормоны.

#### Тема 6. Углеводы (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Какие органические вещества называются углеводами? Какова структура и биологическая роль основных групп углеводов, входящих в состав живых организмов?
2. Простые углеводы. Строение. Номенклатура.
  - 2.1. Альдозы.
  - 2.2. Кетозы.
3. Химические свойства простых углеводов.
4. Сложные углеводы. Строение и свойства.
  - 4.1. Олигосахариды (мальтоза, лактоза, целлобиоза, сахароза).
  - 4.2. Полисахариды (крахмал, целлюлоза).
5. Применение углеводов.

#### Тема 7. Липиды (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Дайте определение понятия «липиды». Охарактеризуйте биологическую роль различных липидов в организме.
2. Высшие жирные кислоты, классификация и номенклатура.
3. Простые липиды. Строение, физические и химические свойства, функции в организме
  - 3.1. Жиры. Критерии качества жира.
  - 3.2. Воски. Строение, свойства, функции.
  - 3.3. Стериды. Строение, свойства, функции.
4. Сложные липиды. Строение и их функции в организме.
  - 4.1. Фосфолипиды
    - 4.1.1. Глицерофосфолипиды;
    - 4.1.2. Сфингофосфолипиды;
    - 4.1.3. Инозитфосфолипиды;
  - 4.2. Гликолипиды.

5. Биологические мембраны. Строение биологических мембран.

### **Модуль 2. Динамическая и функциональная биохимия (14 ч.)**

#### Тема 8. Понятие об общем обмене веществ и энергии (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие об обмене веществ (ассимиляция, диссимиляция).
2. Понятие об обмене энергии. Связь обмена энергии с обменом веществ.
3. Превращение энергии в живой природе. Элементы живого организма, в которых локализован процесс трансформации энергии.
4. Классы макроэргических соединений.
5. Факторы, влияющие на разрыв макроэргических связей.

6. Общая характеристика АТФ как источника аккумуляции и трансформации энергии.

7. Синтез АТФ.

7.1. Окислительное фосфорилирование.

7.2. Субстратное фосфорилирование.

7.3. Фотосинтетическое фосфорилирование.

Тема 9. Обмен белков (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика и значение белкового обмена.

2. Общая схема распада белков. Ферменты, участвующие в процессе распада белков.

3. Превращения аминокислот.

3.1. По аминокислотной группе (дезаминирование, ацилирование).

3.2. По карбоксильной группе (декарбоксилирование, синтез аминокислот).

3.3. По радикалу.

4. Продукты распада белков и пути их вывода из организма.

5. Орнитиновый цикл.

Тема 10. Обмен белков (2 ч.)

6. Новообразование белковых аминокислот.

6.1. Синтез первичных аминокислот.

6.2. Синтез вторичных аминокислот (реакция переаминирования).

7. История развития представлений о механизмах биосинтеза белка.

8. Строение и биологическое значение рибосом.

9. Стадии синтеза белка по матричному механизму.

9.1. Активация аминокислот.

9.2. Перенос аминокислотных остатков на т-РНК.

9.3. Сборка полипептидной цепи на м-РНК.

10. Кодирование биосинтеза белка.

Тема 11. Обмен нуклеиновых кислот (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика и значение обмена нуклеиновых кислот.

2. Ферменты, ускоряющие распад нуклеиновых кислот. Механизм действия эндонуклеаз.

3. Распад нуклеиновых кислот. Превращения нуклеотидов, нуклеозидов.

4. Распад пуриновых азотистых оснований.

5. Распад пиримидиновых азотистых оснований.

Тема 12. Обмен нуклеиновых кислот (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

6. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов.

6.1. Механизм биосинтеза пиримидиновых азотистых оснований.

6.2. Синтез пиримидиновых рибо- и дезоксирибонуклеотидов.

7. Биосинтез пуриновых нуклеотидов.

7.1. Механизм биосинтеза пуриновых азотистых оснований.

7.2. Синтез пуриновых рибо- и дезоксирибонуклеотидов.

8. Химизм биосинтеза нуклеиновых кислот.

9. Ферменты биосинтеза ДНК.

10. Этапы биосинтеза ДНК.

10.1. Инициация.

10.2. Элонгация.

10.3. Терминация.

11. Биосинтез РНК.

12. Повреждения ДНК. Репарации.

Тема 13. Обмен углеводов (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика и значение углеводного обмена.

2. Распад сложных углеводов под действием ферментов. Характеристика ферментов.

3. Фосфопроизводные простых углеводов. Их изомерные превращения.

4. Дихотомический распад глюкозы.

5. Превращения пировиноградной кислоты.

5.1. В анаэробных условиях.

5.2. В условиях спиртового брожения.

5.3. В аэробных условиях.

6. Цикл Кребса (три- и дикарбоновых кислот).

7. Энергетический баланс распада глюкозы.

7.1. В аэробных условиях, включая цикл Кребса.

7.2. В анаэробных условиях.

7.3. В условиях спиртового брожения.

8. Апомитический распад глюкозы. Энергетический баланс распада.

9. Биосинтез углеводов у автотрофов. Фазы фотосинтеза.

10. Синтез олигосахаридов.

11. Синтез полисахаридов.

Тема 14. Обмен липидов (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика и биологическое значение обмена липидов.

2. Распад жиров.

2.1. Распад глицерина.

2.2. Распад высших жирных кислот.

3. Энергетический баланс распада жиров.

3.1.  $\beta$ -окисление.

3.2.  $\alpha$ -окисление.

4. Глиоксильный цикл.

5. Биосинтез жиров.

5.1. Синтез глицерина.

5.2. Биосинтез высших жирных кислот.

5.3. Активация глицерина и высших жирных кислот. Их взаимодействие.

6. Распад стеридов.

6.1. Распад высших жирных кислот.

6.2. Распад стерола.

7. Синтез стеридов.

7.1. Синтез высших жирных кислот.

7.2. Синтез стерола.

7.3. Активация высших жирных кислот, их взаимодействие со стеролом.

8. Пути распада фосфолипидов.

9. Превращения холина.

10. Биосинтез фосфолипидов.

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы**

#### **Восьмой семестр (16 ч.)**

#### **Модуль 1. Статическая биохимия (8 ч.)**

Вид СРС: \*Подготовка к практическим / лабораторным занятиям Тема. Химический состав живых систем. Белковые аминокислоты

1. Напишите формулы протеиногенных аминокислот: а) с углеводородными (гидрофобными) радикалами; б) с гидрофильными неионизирующимися радикалами; в) с гидрофильными ионизирующимися боковыми радикалами.

2. Напишите формулы аминокислот: а) аминокусусной; б)  $\alpha$ -аминопропи-оновой; в  $\alpha$ -амино- $\beta$ -метилмасляной; г) аминокянтарной; д)  $\alpha$ -аминоглутаровой. Укажите и тривиальные названия.

3.  $\alpha$ -Аминокислоты могут быть синтезированы разными способами: из альдегидов через оксинитрилы; из  $\alpha$ -галогензамещенных жирных кислот при действии на них аммиака; восстановлением соответствующих  $\alpha$ -кетокислот в присутствии аммиака. Напишите уравнения реакций получения этими способами следующих аминокислот: а) изолейцина; б) валина; в) глицина.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) лейцина с пятихлористым фосфором; б) валина с уксусным альдегидом; в) аланина с хлористым ацетилом; г) лизина с едким натром; д) глицина с соляной кислотой.

5. Напишите уравнения реакций взаимодействия азотистой кислоты со следующими аминокислотами: а) лизином; б) треонином.

6. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании: а) аланина; б) изолейцина.

7. Что обуславливает амфотерность аминокислот и их способность к ионизации? Напишите в виде биполярных ионов формулы: а) серина; б) фенилаланина; в) триптофана.

8. Напишите химические формулы треонина и метионина. Укажите различие в качественном составе аминокислот и приведите примеры реакций, подтверждающих различие в химическом строении.

9. В чем различие аминокислот фенилаланина и аргинина? Напишите уравнения цветных реакций, характерных для каждой из названных аминокислот.

10. Какие функциональные группы встречаются в радикалах аминокислот? Приведите примеры: а) гидрофобных групп, б) кислых и основных групп, в) сульфогидрильных групп. Укажите, в состав каких аминокислот они входят.

#### Тема. Белки

1. В чем состоит отличие понятий «аминокислотный состав» и «первичная структура» белка?

2. Дипептид карнозин - D-аланилгистидин - принимает участие в биохимических процессах, протекающих в мышечной ткани. Напишите структурную формулу этого дипептида.

3. Напишите структурные формулы всех возможных трипептидов, в состав которых входят аланин, глутамин и тирозин. Назовите их.

4. Укажите типы взаимодействий между боковыми радикалами аминокислотных остатков: а) тир, глу; б) цис, цис; в) гис, асп.

5. Укажите типы взаимодействий, возникающих между фрагментами полипептидной цепи при формировании третичной структуры:

а) -цис-ала-тир-цис-иле-глен;

б) -глу-асн-сер-лиз-тре-асп.

6. При определении строения молекулы белка используется 2,4-динитрофторбензол.

Напишите схему реакции взаимодействия пептида лейцилаланилизололейцина 2,4-динитрофторбензолом. Напишите уравнение реакции гидролиза полученного вещества.

7. Напишите химическую формулу пептида валилглицилпролилметионилглутамин.

8. Найдите способ определения содержания аминокислот триптофана и цистеина в составе белков. Напишите соответствующие уравнения реакций.

9. В чем специфика строения каталитически активных белков?

#### Тема. Коферменты, витамины и некоторые другие биоактивные соединения

1. К каким нарушениям приводит недостаток витамина Р? В присутствии какого витамина его терапевтическое действие усиливается?

2. Какие продукты питания являются источником витамина В2?

3. Напишите структурные формулы витамеров витамина В6. Какой из витамеров обладает наибольшей биологической активностью?
4. В каких процессах участвует аскорбиновая кислота?
5. Пепсин гидролизует белки в желудке. Укажите, в какой среде (кислой, нейтральной, щелочной) пепсин проявляет максимальную активность.
6. В состав какого кофермента входит витамин В6? Напишите его структурную формулу и назовите его.
7. Какие реакции катализируют ферменты класса оксидоредуктаз? Приведите пример процесса, катализируемого дегидрогеназой.
8. НАД при кислотном гидролизе образует аденин, никотинамид, пентозу, и фосфорную кислоту в молярном соотношении соответственно 1:1:2:2.  
Напишите уравнение реакции кислотного гидролиза НАД.
9. Кофермент ФАД образуется в результате соединения ФМН и АМФ. Напишите уравнение реакции образования ФАД.
10. Кроме основных функций (перенос электронов от пиридиндинуклеотидов к цитохромам), флавопротеиды способны окислять некоторые субстраты и непосредственно. Так янтарная кислота окисляется флавопротеидом: янтарная кислота + ФАД = ФАДН<sub>2</sub> + фумаровая кислота. Напишите схему реакции с использованием структурных формул субстратов и продуктов.

Тема. Нуклеиновые кислоты

1. Напишите химические формулы минорных оснований: 5-метилцитозина, 5-оксиметилурацила, 1-метилурацила, N<sup>6</sup>-метилцитозина и соответствующие им формулы нуклеозидов.
2. Дайте химические формулы минорных оснований: N<sup>6</sup>-метиладенина, N<sup>6</sup>-диметиладенина  
N<sup>2</sup>-метилгуанина, 1-метилурацила и соответствующие им формулы нуклеозидов.
3. Напишите структурную формулу фрагмента полинуклеотидной цепочки – ГГАЦ -. Укажите последовательность нуклеотидов в комплементарном ему фрагменте.
4. Укажите последовательность нуклеотидов во фрагменте полинуклеотидной цепочки, комплементарном – ЦГАУ-. Напишите его структурную формулу.
5. Напишите таутомерные формы оснований: гуанина, 5-оксиметилцитозина, N<sup>6</sup>-метиладенина, 5-метилурацила.
6. Напишите химические формулы гуанозин-3'-монофосфата, дезокситимидин-5'-монофосфата и уридин-3'-монофосфата. Укажите, какие из нуклеотидов являются только продуктами деградации нуклеиновых кислот, а какие из них могут участвовать в ресинтезе.
7. Напишите формулу динуклеотида, входящего в состав ДНК, в котором в качестве оснований были бы аденин и гуанин.
8. Напишите формулу тринуклеотида, входящего в состав РНК, в котором в качестве оснований были бы урацил, цитозин, аденин.
9. Напишите формулу динуклеотида дА-дТ. Покажите:
  - 1) 3'-Фосфоэфирную связь.
  - 2) 5'-Фосфоэфирную связь.
  - 3) 3'-Конец.
  - 4) 5'-Конец.
  - 5) N - гликозидную связь в одном из мономеров.
10. Дан фрагмент одной из цепей молекулы ДНК: -А-Г-Ц-Т-Т-А-Г-Ц-Ц-
  - а) запишите, какую нуклеотидную последовательность имеет вторая цепь ДНК;
  - б) укажите 3'- и 5'-концы.

Тема. Гормоны

1. Дайте общую классификацию гормонов, приведите примеры, характеризующие каждый из классов.

2. Охарактеризуйте сходство и различие в действии глюкагона и инсулина. Укажите к какому классу относятся названные гормоны.

3. Укажите отличие механизма действия стероидных гормонов от механизма действия пептидных гормонов. Приведите примеры.

4. Охарактеризуйте роль циклической АМФ в регуляции биосинтеза тестостерона.

5. Охарактеризуйте гормоны желудочно-кишечного тракта.

Тема. Углеводы

1. Напишите структурные формулы рибозо-5-фосфата, ксилулозо-5-фосфата, глюкозо-6-фосфата, галактозо-1-фосфата, фруктозо-1,6-дифосфата.

2. Напишите названия всех шести форм D-глюкозы и приведите формулу одной и циклических форм. Отметьте асимметрические углеродные атомы в формуле  $\beta$ -D-глюкопиранозы.

3. Напишите проекционную формулу Фишера и формулы двух аномеров рибофуранозы.

4. Напишите структурные формулы трех таутомерных форм D-маннозы (открытую и двипиранозных) и назовите их. Напишите структурную формулу  $\alpha$ -D-маннофуранозы.

5. Напишите структурную формулу мальтозы (солодового сахара). Какие монозы образуются при гидролизе мальтозы?

6. Напишите схемы реакций с использованием структурных формул субстратов и продуктов: а) Глюкоза + АТФ = Глюкозо-6-фосфат + АДФ; б) Фруктозо-1,6-дифосфат = 3-Фосфоглицериновый альдегид + Фосфоди-оксиацетон;

в) 3-Фосфоглицериновая кислота = 2-Фосфоглицериновая кислота;

г) Фосфоенолпировиноградная кислота + АДФ = Пировиноградная кислота + АТФ; д) Пировиноградная кислота + НАД.Н<sub>2</sub> = Молочная кислота + НАД.

7. Напишите схему кислотного гидролиза пентаацетилглюкопиранозы.

8. На основании каких реакций можно доказать восстанавливающие свойства глюкозы?

9. Что такое мутаротация и чем она объясняется?

10. Какова причина растворения  $Cu(OH)_2$  в растворе сахарозы? Как называются соединения, образующиеся при этом?

Тема. Липиды

1. Напишите формулы пяти кислот, которые обычно входят в состав жиров и масел.

2. Составьте формулы всех возможных триглицеридов исходя из глицерина, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот.

3. Напишите структуру триноленоата глицерина.

4. Напишите структурные формулы трипальмитина, пальмитодилаурина, пальмитостеароолеина. Какие триглицериды входят в группу простых, а какие - смешанных триглицеридов?

5. Приведите схему гидролиза триолеина.

6. Напишите схему щелочного гидролиза: а) олеопальмитостеарина; б) линоленодипальмитина. Назовите полученные продукты.

7. Напишите схему кислотного гидролиза линолеодиолеина. Назовите образующиеся продукты.

8. Как можно получить натриевую соль стеариновой кислоты (мыло) из жира?

9. Объясните, почему при вливании раствора пальмитиновокислого натрия в воду, содержащую бикарбонат кальция, выпадает осадок. Напишите схему реакции.

10. Напишите структурную формулу жидкого жира. Укажите, от чего зависит консистенция жиров. Напишите структурную формулу твердого жира.

Вид СРС: \*Подготовка письменных работ (эссе, рефератов, докладов)

• по теме «Витамины. Ферменты» 1. Витамин А (ретинол).

2. Витамины D (кальциферол) и E (токоферол).
3. Витамины K (филлохинон) и F (комплекс ненасыщенных жирных кислот).
4. Витамины B1 (тиамин) и B2 (рибофлавин).
5. Витамин B3 (пантотеновая кислота), участие его в образовании коэнзима-A.
6. Витамины B5 (никотиновая кислота и амид никотиновой кислоты) и B6 (пиридоксин).
7. Витамины C (аскорбиновая кислота) и P (рутин), взаимообусловленность действия витаминов C и P.
8. Витамин H (биотин), его роль при карбоксилировании.

## **Модуль 2. Динамическая и функциональная биохимия (8 ч.)**

Вид СРС: \*Подготовка к практическим / лабораторным занятиям  
Тема. Понятие об общем обмене веществ и энергии.

1. Что понимают под обменом веществ? В чем выражается взаимосвязь организма и среды в процессе обмена веществ?
2. Составьте формулу макроэргического соединения из: а) ортофосфорной кислоты, рибозы и аденина; б) ортофосфорной кислоты и глицериновой кислоты; в) ортофосфорной кислоты и пировиноградной кислоты; г) двух остатков ортофосфорной кислоты, рибозы, аденина, ацетильного остатка, серы, пантотеновой кислоты и этиламина.
3. В чем заключается обмен веществ? Чем отличается анаболизм от катаболизма?
4. Докажите, что обмен веществ тесно связан с обменом энергии.
5. Какова структура АТФ и ее роль в обмене энергии? Какая связь называется макроэргической?
6. Какие классы макроэргических соединений Вам известны? Приведите по одному представителю каждого класса.

Тема. Обмен белков

1. Какие амины образуются в результате декарбоксилирования аланина, лизина, тирозина, гистидина, триптофана? Какова их роль в организме? Напишите уравнения реакций декарбоксилирования названных аминокислот и укажите ферменты, ускоряющие данные процессы.
2. Какие метаболиты образуются в результате окислительного дезаминирования глутаминовой кислоты, аспарагиновой кислоты и аланина? Напишите уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие данные процессы.
3. Составьте уравнения реакций переаминирования аланина и глиоксиловой кислоты. Покажите механизм действия пиридоксальфермента.
4. Напишите уравнение реакции переаминирования с участием пиридоксальфосфата между L-аспарагиновой и  $\alpha$ -кетоглутаровой кислотами.
5. Участок правой цепи ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: ГТААЦАЦТАГТТААААТА... Какова возможная последовательность аминокислот белка, синтезируемого при участии и-РНК, транскрибируемой данным фрагментом цепи ДНК? Объясните, используя таблицу генетического кода.

Тема. Обмен нуклеиновых кислот

1. Дайте возможные схемы ферментативного гидролиза нуклеиновой кислоты по центральному фрагменту – дЦ – дТ – дГ – . Укажите ферменты, ускоряющие данный процесс. Определите, к каким нуклеазам они относятся, на какие химические связи действуют, и в зависимости от этого объясните, образованию каких конечных продуктов они способствуют.
2. Напишите уравнения реакций ферментативного дезаминирования всех пуриновых и пиримидиновых оснований, назовите конечные продукты реакций и ферменты, катализирующие этот процесс.
3. Укажите различие в деградации дезаминированных пуриновых и пиримидиновых оснований, назовите конечные продукты реакций и ферменты, катализирующие этот процесс.

4. Покажите роль 5-фосфорибозил-1-пирофосфата в биосинтезе нуклеотидов с пиримидиновыми и пуриновыми основаниями. Напишите соответствующие уравнения реакций.

5. Покажите сходство и различие в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых оснований. Пронумеруйте пуриновые и пиримидиновые циклы и укажите происхождение каждого из атомов углерода и азота.

#### Тема. Обмен углеводов

1. Укажите взаимосвязь гликосилатного цикла и цикла три- и дикарбоновых кислот. Покажите соответствующими уравнениями реакций роль ацетил- SCoA в указанных процессах.

2. При каком пути деструкции моносахаридов приведенная ниже реакция занимает центральное место  $\text{фруктозо-1,6-дифосфат} \rightarrow \text{фосфодиоксиацетон} + \text{3-фосфоглицериновый альдегид}$ ?

Напишите полное химическое уравнение реакции и объясните значение этого пути распада моносахаридов для организма.

3. Каковы пути распада пировиноградной кислоты в организме в анаэробных и аэробных условиях? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

4. Напишите уравнения реакций фосфорилирования АДФ на уровне субстрата при распаде моносахаридов по дихотомическому пути.

5. Используя превращений метаболитов в цикле три- и дикарбоновых кислот, найдите этапы дегидрирования метаболитов. Напишите химические уравнения реакций и, учитывая особенности передачи энергии на синтез АТФ через систему дыхательных ферментов, подсчитайте число синтезированных молекул АТФ за один цикл превращения.

#### Тема. Обмен липидов

1. Напишите уравнения реакции ступенчатого ферментативного гидролиза триглицеридов: пальмитодиолеина, олеодилаурина, триолеина.

2. Линолевая кислота разрушается путем  $\beta$ -окисления. Напишите уравнения реакций ступенчатого ферментативного распада линолевой кислоты. Назовите метаболиты и ферменты, катализирующие реакции.

3. Путем реакций трансацилирования глицерофосфата осуществите синтез триглицерида  $\alpha, \alpha$ -диолео- $\beta$ -пальмитина.

4. Моноглицеридным путем осуществите биосинтез  $\alpha, \alpha$ -дипальмито-  $\beta$ -стеарина. Отметьте преимущество данного типа биосинтеза перед фосфатидным.

5. Осуществите биосинтез мевалоновой кислоты из ацетил- S-CoA. Напишите уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие эти процессы.

#### Тема. Биологическое окисление

1. Охарактеризуйте оксидоредуктазы, обеспечивающие дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода непосредственно на кислород. Напишите полное уравнение реакции превращения гликолевой кислоты в глиоксиковую, показав участие фермента.

2. Напишите полные уравнения реакций окисления изолимонной кислоты до  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты. Покажите участие первичной и вторичной дегидрогеназ в этом процессе и подсчитайте число синтезированных молекул АТФ.

3. Осуществите превращение  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в янтарную. Покажите участие первичной и вторичной дегидрогеназ и цитохромной системы в этих реакциях. Подсчитайте число синтезированных молекул АТФ.

4. Покажите отличие окисления на уровне янтарной кислоты от окисления на уровне яблочной кислоты в цикле три- и дикарбоновых кислот. Напишите полные уравнения этих реакций с участием дегидрогеназ.

5. Охарактеризуйте окислительное фосфорилирование на примере окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты.

6. Сопоставьте энергетический баланс деструкции углеводов при гидролизе и брожении. Сделайте соответствующие расчеты.

7. Объясните энергетический эффект процесса дыхания при дихотомическом распаде углеводов. Произведите расчеты.

8. Рассчитайте количество синтезированных молекул АТФ при деструктивном распаде стеариновой кислоты.

9. Рассчитайте энергетический эффект при полной деструкции дипальмитостеарина.

10. Произведите расчет расхода энергии АТФ в процессе фотосинтеза глюкозы. Расчет подтвердите написанием соответствующих уравнений реакций.

Тема. Водно-минеральный обмен. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ

1. На примере превращений 3-фосфоглицеринового альдегида покажите взаимосвязь углеводного и липидного обменов. Напишите уравнения реакций.

2. Найдите конкретные формы взаимосвязи обмена белков и нуклеиновых кислот. Раскройте их сущность.

3. Покажите роль нуклеозиддифосфосахаров в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Напишите уравнения реакций.

4. Покажите значение метаболитов цикла три- и дикарбоновых кислот в белковом обмене. Напишите уравнения химических реакций.

5. На примере превращений ацетил- S-CoA покажите взаимосвязь обмена углеводов и липидов.

6. На конкретных примерах продемонстрируйте опосредованную взаимосвязь обмена белков, углеводов и нуклеотидов.

7. Опишите уровни регуляции биосинтеза белка.

8. Охарактеризуйте оперонный уровень регуляции биосинтеза информационных макромолекул. Дайте понятие о латентном и активном состоянии информационных макромолекул.

9. Приведите примеры регуляции ферментативных процессов аденилатциклазой. Напишите химические уравнения.

10. Охарактеризуйте гормональную регуляцию углеводного обмена.

Вид СРС: \*Подготовка письменных работ (эссе, рефератов, докладов)

- по теме «Обмен белков»

1. Нарушение обмена аминокислот и белков в организме.

2. Биосинтез белков и незаменимых аминокислот для практических целей.

## 7. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

| Коды компетенций | Этапы формирования      |                |                                                      |
|------------------|-------------------------|----------------|------------------------------------------------------|
|                  | Курс, семестр           | Форма контроля | Модули (разделы) дисциплины                          |
| ПК-1             | 4 курс, Восьмой семестр | Зачет          | Модуль 1:<br>Статическая биохимия.                   |
| ПК-1             | 4 курс, Восьмой семестр | Зачет          | Модуль 2:<br>Динамическая и функциональная биохимия. |

Сведения об иных дисциплинах, участвующих в формировании данных компетенций:

Компетенция ПК-1 формируется в процессе изучения дисциплин:

Биогеография, Биологические основы сельского хозяйства, Ботаника, Генетика, Зоология, Коллоидная химия, Методика обучения биологии, Методика обучения химии, Микробиология, Микроорганизмы и здоровье, Молекулярная биология, Общая и неорганическая химия, Общая экология, Органическая химия, Прикладная химия, Санитарная и пищевая микробиология, Современные подходы в обучении химии, Современные технологии в процессе преподавания химии, Социальная экология и рациональное природопользование, Строение молекул и основы квантовой химии, Теория эволюции, Физиология растений, Физиология человека, Физическая химия, Химия окружающей среды.

## 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

знает и понимает теоретическое содержание дисциплины; творчески использует ресурсы (технологии, средства) для решения профессиональных задач; владеет навыками решения практических задач.

**Базовый уровень:**

знает и понимает теоретическое содержание; в достаточной степени сформированы умения применять на практике и переносить из одной научной области в другую теоретические знания; умения и навыки демонстрируются в учебной и практической деятельности; имеет навыки оценивания собственных достижений; умеет определять проблемы и потребности в конкретной области профессиональной деятельности.

**Пороговый уровень:**

понимает теоретическое содержание; имеет представление о проблемах, процессах, явлениях; знаком с терминологией, сущностью, характеристиками изучаемых явлений; демонстрирует практические умения применения знаний в конкретных ситуациях профессиональной деятельности.

**Уровень ниже порогового:**

имеются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, студент допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не способен продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

| Уровень сформированности компетенции | Шкала оценивания для промежуточной аттестации |           | Шкала оценивания по БРС |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|-------------------------|
|                                      | Экзамен (дифференцированный зачет)            | Зачет     |                         |
| Повышенный                           | 5 (отлично)                                   | зачтено   | 90 – 100%               |
| Базовый                              | 4 (хорошо)                                    | зачтено   | 76 – 89%                |
| Пороговый                            | 3 (удовлетворительно)                         | зачтено   | 60 – 75%                |
| Ниже порогового                      | 2 (неудовлетворительно)                       | незачтено | Ниже 60%                |

### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

| Оценка  | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено | Демонстрирует знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; использует профессиональную терминологию. Излагает тематический материал, соблюдает последовательность его изложения, используя однозначные формулировки; строит ответ, используя принятую терминологию, однако дает неполные ответы. Умеет выполнять типовые задания и задачи, предусмотренные программой, но допускает незначительные ошибки; обнаруживает невысокий уровень владения химическими понятиями или |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | недостаточную развитость основных химических знаний и умений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Незачтено | Демонстрирует незнание основного содержания дисциплины и его элементов; не использует или использует неверно профессиональную терминологию.<br>Затрудняется выполнять типовые задания и задачи, предусмотренные программой, или допускает значительные ошибки.<br>Пытается излагать тематический материал, но не соблюдает последовательность его изложения, используя примитивные (некорректные) формулировки. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы преподавателя. Во всех приведенных ответах допускает грубые ошибки и необоснованные суждения или отказывается выполнять предложенные задания. |

### 8.3. Вопросы, задания текущего контроля

#### Модуль 1: Статическая биохимия

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

1. Напишите формулы протеиногенных аминокислот: а) с углеводородными (гидрофобными) радикалами; б) с гидрофильными неионизирующимися радикалами; в) с гидрофильными ионизирующимися боковыми радикалами. Приведите примеры проведения выполнения подобных заданий при обучении химии в школе.

2. Напишите формулы аминокислот: а) аминоксусной; б)  $\alpha$ -аминопропионовой; в  $\alpha$ -амино- $\beta$ -метилмасляной; г) аминоянтарной; д)  $\alpha$ -аминоглутаровой. Укажите и тривиальные названия. При изучении каких разделов химии и биологии формируются знания о перечисленных веществах?

3.  $\alpha$ -Аминокислоты могут быть синтезированы разными способами: из альдегидов через оксинитрилы; из  $\alpha$ -галогензамещенных жирных кислот при действии на них аммиака; восстановлением соответствующих  $\alpha$ -кетокислот в присутствии аммиака. Напишите уравнения реакций получения этими способами следующих аминокислот: а) изолейцина; б) валина; в) глицина

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия глицина: а) с едким натром; б) с соляной кислотой. Приведите пример взаимосвязи темы "Аминокислоты" школьного курса химии и темы "Белки" курса биологии.

5. В чем состоит отличие понятий «аминокислотный состав» и «первичная структура» белка? Аргументируйте свой ответ.

6. Дипептид карнозин - D-аланилгистидин - принимает участие в биохимических процессах, протекающих в мышечной ткани. Напишите структурную формулу этого дипептида

7. Укажите типы взаимодействий между боковыми радикалами аминокислотных остатков: а) тир, глу; б) цис, цис; в) гис, асп. Какие знания необходимо формировать у обучающихся с целью их подготовки к выполнению заданий ЕГЭ по биологии и химии по теме «Белки»?

8. Напишите структурные формулы рибозо-5-фосфата, ксилулозо-5-фосфата, глюкозо-6-фосфата, галактозо-1-фосфата, фруктозо-1,6-дифосфата.

9. Напишите названия всех шести форм D-глюкозы и приведите формулу одной из циклических форм. Отметьте асимметрические углеродные атомы в формуле  $\beta$ -D-глюкопиранозы.

10. Напишите формулы пяти кислот, которые обычно входят в состав жиров и масел.

В каком разделе химии изучается данная тема?

11. Напишите структурные формулы трипальмитина, пальмитодилаурина, пальмитостеароолеина. Какие триглицериды входят в группу простых, а какие - смешанных триглицеридов?

12. Объясните, почему при вливании раствора пальмитиновокислого натрия в воду, содержащую бикарбонат кальция, выпадает осадок. Напишите схему реакции.

## **Модуль 2: Динамическая и функциональная биохимия**

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

1. В чем суть процесса биологического окисления? Чем отличаются аэробное и анаэробное окисление? Опишите ферментную систему, осуществляющую аэробное окисление в митохондриях.

2. Опишите процесс анаэробных превращений углеводов (гликолиз). Какова энергетическая эффективность и роль гликолиза при мышечной деятельности. Опишите пути устранения из организма образующейся при работе молочной кислоты

3. В чем суть обмена веществ в организме человека? Что называют ассимиляцией и диссимиляцией? Какие изменения в обмене веществ происходят на протяжении жизни человека, под влиянием мышечной работы, других воздействий на организм?

4. Опишите химические превращения цикла трикарбоновых кислот (цикла Кребса). Какова связь этих превращений с системой переноса водорода на кислород и ресинтезом АТФ?

5. Что понимают под обменом веществ? В чем выражается взаимосвязь организма и среды в процессе обмена веществ? В чем заключается обмен веществ? Чем отличается анаболизм от катаболизма? Докажите, что обмен веществ тесно связан с обменом энергии

6. Какова структура АТФ и ее роль в обмене энергии? Какая связь называется макроэргической?

7. Охарактеризуйте оксидоредуктазы, обеспечивающие дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода непосредственно на кислород. Напишите полное уравнение реакции превращения гликолевой кислоты в глиоксиковую, показав участие фермента.

8. Покажите отличие окисления на уровне янтарной кислоты от окисления на уровне яблочной кислоты в цикле три- и дикарбоновых кислот. Напишите полные уравнения этих реакций с участием дегидрогеназ.

9. Покажите отличие окислительного фосфорилирования от фосфорилирования на уровне субстрата. Приведите примеры. Напишите уравнения реакций названных процессов

10. Покажите участие первичной и вторичной дегидрогеназ и цитохромной системы в этих реакциях. Подсчитайте число синтезированных молекул АТФ.

11. Какие классы макроэргических соединений Вам известны? Приведите по одному представителю каждого класса.

12. Функции и состав биополимеров изучается в курсе биологии. Программа органической химии предусматривает изучение органических соединений не являющихся полимерами, но при этом обладающие большой биологической активностью. Не являются полимерами.

13. Учитель предложил выполнить опыт «Действие слюны на крахмал» в домашних условиях. Какие вещества понадобятся для выполнения эксперимента? Наличие какого вещества в составе слюны доказывает этот опыт?

14. Углеводы бывают очень разнообразны по строению. Все известные углеводы можно подразделить на две большие группы – простые углеводы и сложные углеводы. Отдельную группу составляют углеводсодержащие смешанные полимеры. В связи с этим и функции, которые выполняют углеводы, также многообразны. Какие функции не выполняют углеводы?

### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации Восьмой семестр (Зачет, ПК-1)**

1. Охарактеризуйте белки, приведите их классификацию. Опишите элементный и химический состав белков. Охарактеризуйте биологическую роль белков

2. Опишите аминокислоты как класс органических соединений. Перечислите белковые аминокислоты. Приведите классификацию, строение и свойства последних

3. Охарактеризуйте строение и свойства пептидной связи. Опишите строение и свойства пептидов

4. Опишите методы выделения и очистки белков. Перечислите способы расшифровки первичной структуры белковой молекулы
5. Дайте характеристику уровням организации белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белковых молекул
6. Перечислите функции белков. Опишите классификацию белков в соответствии с выполняемой ими функцией
7. Охарактеризуйте водорастворимые витамины. Опишите химическую природу, физиологическое действие водорастворимых витаминов
8. Охарактеризуйте жирорастворимые витамины. Опишите химическую природу, физиологическое действие жирорастворимых витаминов
9. Дайте характеристику коферментам. Изобразите строение НАД, НАДФ, ФАД, Q
10. Опишите классификацию, химическую природу, строение ферментов. Приведите механизм ферментативных реакций (гидролиз ацетилхолина с участием холинэстеразы, реакция переаминирования с участием пиридоксальфермента)
11. Охарактеризуйте нуклеиновые кислоты. Приведите классификацию нуклеиновых кислот. Охарактеризуйте биологическую роль нуклеиновых кислот
12. Опишите химический состав нуклеиновых кислот. Приведите строение пиримидиновых и пуриновых оснований, входящие в молекулы нуклеиновых кислот
13. Перечислите важнейшие нуклеотиды и нуклеозиды. Опишите химический состав и строение последних
14. Опишите строение ДНК. Сформулируйте правила Чаргаффа. Охарактеризуйте роль комплементарных оснований в поддержании вторичной структуры
15. Перечислите особенности строения транспортной РНК
16. Опишите структуру и биологическую роль основных групп углеводов, входящих в состав живых организмов
17. Охарактеризуйте строение и номенклатуру простых углеводов
18. Охарактеризуйте строение и свойства сложных углеводов
19. Дайте определение понятия «липиды». Охарактеризуйте биологическую роль различных липидов в организме
20. Опишите высшие жирные кислоты, классификацию и номенклатуру
21. Опишите строение, физические и химические свойства, функции простых липидов в организме
22. Опишите строение следующих групп веществ: фосфолипиды; глицерофосфолипиды; сфингофосфолипиды; инозитфосфолипиды; гликолипиды
23. Охарактеризуйте водный и минеральный обмен.
24. Опишите строение стероидных гормонов и механизм их действия.
25. Опишите взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.
26. Дайте общую взаимосвязь обмена веществ.
27. Опишите уровни регуляции процессов жизнедеятельности в природе.
28. Биоорганические соединения отличаются большим разнообразием по строению, свойствам и значению. При изучении биоорганических соединений прежде всего необходимо понять их классификацию. Имеется классификация по их способности растворяться в воде. Как называются вещества, хорошо растворимые в воде? Приведите пример.
29. Функции и состав биополимеров изучается в курсе биологии. Программа органической химии предусматривает изучение органических соединений не являющихся полимерами, но при этом обладающие большой биологической активностью. Не являются полимерами.
30. В рамках курса органической химии в школе обязательно изучаются строение и свойства аминокислот. Из предложенного перечня веществ выберите два, которые способны образовывать пептидную связь..

31. Учитель предложил выполнить опыт «Действие слюны на крахмал» в домашних условиях. Какие вещества понадобятся для выполнения эксперимента? Наличие какого вещества в составе слюны доказывает этот опыт?

32. Углеводы бывают очень разнообразны по строению. Все известные углеводы можно подразделить на две большие группы – простые углеводы и сложные углеводы. Отдельную группу составляют углеводсодержащие смешанные полимеры. В связи с этим и функции, которые выполняют углеводы, также многообразны. Какие функции не выполняют углеводы?

### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет позволяет оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, готовность к практической деятельности, приобретенные навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Собеседование (устный ответ) на зачете

Для оценки сформированности компетенции посредством собеседования (устного ответа) студенту предварительно предлагается перечень вопросов или комплексных заданий, предполагающих умение ориентироваться в проблеме, знание теоретического материала, умения применять его в практической профессиональной деятельности, владение навыками и приемами выполнения практических заданий.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

Тесты

При определении уровня достижений студентов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;
- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;
- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;
- по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

Письменная контрольная работа

Виды контрольных работ: аудиторные, домашние, текущие, экзаменационные, письменные, графические, практические, фронтальные, индивидуальные. Система заданий письменных контрольных работ должна:

- выявлять знания студентов по определенной дисциплине (разделу дисциплины);
- выявлять понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей;
- выявлять умение самостоятельно делать выводы и обобщения;
- творчески использовать знания и навыки.

Требования к контрольной работе по тематическому содержанию соответствуют устному ответу.

Также контрольные работы могут включать перечень практических заданий.

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы Основная литература**

1. Алямкина, Е. А. Лабораторные работы по биохимии [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Алямкина, Г. А. Солодовникова, С. А. Ямашкин ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2011. – 96 с.
2. Пожарова, Г. В. Биохимия [Текст] : учеб. пособие / Г. В. Пожарова ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2011. – 133 с.
3. Фоминых, В.Л. Биохимия : учебно-методическое пособие / В.Л. Фоминых, Е.В. Тарасенко, О.Н. Денисова ; ред. П.Г. Павловская ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. – 144 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439171>

### **Дополнительная литература**

1. Алямкина, Е. А. Биохимия и основы биорегуляции организмов. Часть I. Статическая биохимия : учебное пособие / Е. А. Алямкина, Г. А. Солодовникова С. А. Ямашкин. – Саранск : Мордов. гос. пед. ин-т, 2007. – 52 с.
2. Тюкавкина, Н. А. Биорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – М. : Дрофа, 2008. – 542 с.
3. Филиппович, Ю. Б. Биологическая химия : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Ю. Б. Филиппович, Н. И. Ковалевская, Г. А. Севостьянова, [и др.]. – М. : Академия, 2005. – 256 с.
4. Шамраев, А. В. Биохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2014. – 186 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=270262](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=270262)

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.xumuk.ru/biologhim/> Биологическая химия. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф.
2. <https://booksee.org/book/553541-> Биохимия: Учеб. для вузов Под ред. Е.С. Северина., – 2003. – 779 с.

## **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;
- выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к зачету;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии;
- выучите определения терминов, относящихся к теме;

- продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию. Рекомендации по работе с литературой:
  - ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
  - составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету;
  - выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

## **12. Перечень информационных технологий**

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

### **12.1 Перечень программного обеспечения**

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Microsoft Office Professional Plus 2010
- 3.1С: Университет ПРОФ

### **12.2 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)**

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» ( <http://www.consultant.ru>)

### **12.3 Перечень современных профессиональных баз данных**

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sblcdzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Профессиональная база данных «Портал открытых данных Министерства культуры Российской Федерации» (<http://opendata.mkrf.ru/>)
3. Электронная библиотечная система Znanium.com( <http://znanium.com/>)
4. Научная электронная библиотека e-library( <http://www.e-library.ru/>)

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

При изучении дисциплины используется интерактивный комплекс Flipbox для проведения презентаций и видеоконференций, система iSpring в процессе проверки знаний по электронным тест-тренажерам.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет.

Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (№ 15).**

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (учебный мультимедийный комплекс трибуна, проектор, лазерная указка, маркерная доска); колонки SVEN.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (№ 21).**

**Лаборатория биологической химии.**

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Ноутбук Lenovo; проектор; экран.

Лабораторное оборудование: сахариметр СУ-5; шкаф сушильный СНОЛ; весы технические; набор гирь; аквадистиллятор; весы лабораторные; очки защитные; электроплитка ЭПТ-1.

Специализированная мебель:

стулья винтовые; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф для приборов; шкаф для хранения реактивов.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации; набор таблиц по химии (Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, Таблица растворимости, Электрохимический ряд напряжения металлов).

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ

**Помещение для самостоятельной работы (№ 29).**

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место (в составе: персональный компьютер) с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, Ксерокс Canon, Сканер, Мультимедийный проектор.

Учебно-наглядные пособия:

Методические рекомендации «Методические рекомендации по организации аудиторной и внеаудиторной работы студентов естественно-технологического факультета».

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ