

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

кафедра экологии и химии

*«Утверждаю»*  
Проректор по учебно-  
методической работе

\_\_\_\_\_  
Ю.А. Устименко  
«09» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Б1.О.34 «Биологическая химия»**

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

Направленность: **Биология, Химия**

Форма обучения очная

Курс – 4

Семестр – 7, 8

Всего зачетных единиц – 6; часов – 216

Форма отчетности: экзамен – 7 семестр, 8 семестр

Программу разработала  
к.п.н., доцент Журова В.Г.

Одобрена на заседании кафедры  
«02» июня 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

М.Ю. Гильденков

Смоленск  
2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.О.34 «Биологическая химия» относится к блоку Б1 обязательной части образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (уровень бакалавриата), направленность: Биология и Химия.

Имеет тесные связи со всеми дисциплинами химического цикла. Дисциплина «Биологическая химия» является предшествующей для некоторых обязательных дисциплин и дисциплин по выбору вариативной части ОП и взаимодействует в большей или меньшей степени с такими дисциплинами как «Органическая химия», «Химические основы питания».

Дисциплина «Биологическая химия» по данному направлению подготовки формирует знания о биологических структурах живых систем, взаимосвязи обмена белков, углеводов и липидов в организме; регуляции обмена веществ на различных уровнях организма.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ПК-6.</b> Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	<b>Знать:</b> особенности химического состава живого организма или химическую организацию клетки, основные пути обмена веществ или метаболизм и основные механизмы его регуляции, основы биоэнергетики. <b>Уметь:</b> планировать и осуществлять химический эксперимент, анализировать и интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы; объяснять механизмы протекания биохимических реакций, выполнять биохимические исследования. <b>Владеть:</b> практическими навыками работы с биохимическими объектами в лаборатории, понятийно-терминологическим аппаратом в области биохимии.

## 3. Содержание дисциплины

1. Предмет и задачи биохимии. Роль структурной организации, обмена веществ, генетической информации, энергетических процессов в явлениях жизни. Развитие биохимии и ее связь с практикой.

### 2. Химический состав организмов

Постоянно и иногда встречающиеся элементы в составе живой материи. Понятие о макро-, микро- и ультрамикроэлементах. Закономерности распространения элементов в живой природе. Зависимость между биологической ролью элементов и их положением в периодической системе Д.И. Менделеева. Потребность организмов в химических элементах.

### 3. Химия белков

Роль белков в построении живой материи и процессах жизнедеятельности. Элементарный состав белка. Методы выделения белков из биологического материала.

Молекулярная масса белков. Форма белковых молекул и методы ее изучения.

Аминокислотный состав белков. Селективный гидролиз белка до пептидов. Качественное и количественное определение аминокислот в гидролизатах белков. Автоматический анализатор аминокислот. История открытия аминокислот в белках. Тонкое

строение аминокислот по данным рентгеноструктурного анализа. Закономерности содержания аминокислот в белках.

Способ связи аминокислот в белковой молекуле. Работы А.Я. Данилевского и Э. Фишера. Пептиды. Методы синтеза пептидов. Природные пептиды: карнозин, глутатион, офтальмовая кислота, окситоцин, вазопрессин, фаллоидин и др. Тонкое строение пептидной цепи .

Структура белковой молекулы. Доказательства полипептидной теории строения белка. Первичная структура молекулы. Схема установления первичной структуры белка. Вторичная структура белков. Степень спирализации полипептидных цепей белков. Третичная структура белков. Методы ее выделения. Вклад русских ученых в расшифровку третичной структуры белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры белковой молекулы. Динамичность третичной структуры белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы; этапы самоорганизации и связь их с первичной структурой полипептидной цепи. Четвертичная структура белков. Субъединицы (протомеры) и эпимолекулы (мультимеры). Конкретные примеры четвертичной структуры белков. Типы связей между субъединицами в эпимолекуле.

Денатурация и ренатурация белков.

Номенклатура и классификация белков. Свойства белков.

#### 4. Ферменты

Каталитическая (ферментативная) функция белков. Черты сходства и различий в действии биокатализаторов (ферментов) и катализаторов иной природы. Роль ферментов в явлениях жизнедеятельности. История открытия и изучения ферментов. Работы отечественных ученых (А.Я. Данилевского, И.П. Павлова, В.А. Энгельгардта, А.Е. Браунштейна и др.) в этой области. Открытие рибозимов и их роль в биологическом катализе. Методы используемые для выделения и очистки ферментов. Иммунизация ферментов. Строение ферментов. Однокомпонентные и двухкомпонентные ферменты.

Коферменты. Типы связей между коферментами и апоферментами. Строение каталитического центра одно- и двухкомпонентных ферментов. Аминокислоты активных центров у ферментов-протеинов. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле фермента.

Мономерная и мультимерная структура молекул ферментов. Мультиэнзимные комплексы.

Механизм действия ферментов. ES-, ES"- и EP-комплексы, роль их в понижении энергетического барьера реакции. Кинетика ферментативных реакций.

Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения pH среды, ионной силы раствора, специфичность. Активаторы и ингибиторы ферментов. Влияние ксенобиотиков на активность ферментов.

Номенклатура ферментов. Систематические и рабочие названия ферментов. Шифры ферментов.

Классификация ферментов, её принципы. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы.

Промышленное получение и практическое использование ферментов.

#### 5. Нуклеиновые кислоты

История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Химический состав нуклеиновых кислот. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот.

Два типа дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). Различия между ДНК и РНК по составу оснований, характеру углевода, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям.

Дезоксирибонуклеиновая кислота. Количественное содержание ДНК в организме и

локализации ее в клетке. Молекулярная масса ДНК. Форма молекул ДНК. Кольцевая форма ДНК некоторых фагов, митохондрий и хлоропластов. Дезоксирибонуклеотиды - структурные элементы ДНК. Нуклеотидный состав ДНК; правила Чаргаффа. Первичная структура ДНК. Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика). Принцип комплементарности пуриновых и пиримидиновых оснований и его реализация в структуре ДНК.

Рибонуклеиновые кислоты, их классификация. Сравнительная характеристика видов рибонуклеиновых кислот по молекулярной массе, нуклеотидному составу, локализации и функциям.

## 6. Углеводы

Общая характеристика углеводов и их классификация. Простые углеводы (моносахариды). Представители (рибоза, глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза). Сложные углеводы. Дисахариды: типы строения, свойства, представители (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза). Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства, важнейшие представители (крахмал, гликоген, клетчатка, хитин, гиалуроновая кислота). Биологическое значение полисахаридов. Канонические функции (структурная, энергетическая и метаболическая) и неканонические функции (рецепторная, информационная, регуляторная) углеводов.

## 7. Химия липидов

Липиды. Определение, классификация, функции. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Жиры. Строение, состав, физические и химические свойства. Процессы, происходящие при хранении и переработке жиров.

Сложные липиды. Определение, распространение в природе, общие формулы, строение.

## 8. Витамины

Витамины. Открытие витаминов Н.И. Луниным. Авитаминозы и гиповитаминозы. Гипервитаминозы. Классификация витаминов. Жирорастворимые и водорастворимые витамины. Роль витаминов в обмене веществ. Антивитамины. Суточная потребность в витаминах. Влияние хранения и способов переработки биологического сырья на сохранность витаминов. Витаминизация пищевых продуктов.

## 9. Гормоны

История развития учения о гормонах. Определение понятия «гормоны». Номенклатура и классификация гормонов.

Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность. Механизм действия стероидных гормонов. Рецепторы стероидных гормонов, их участие в передаче гормонального сигнала. Биосинтез стероидных гормонов и его регуляция.

Пептидные гормоны, структура и функции. Характеристика важнейших из них. Механизм действия пептидных гормонов и их биосинтез.

Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ювенильный гормон насекомых, ауксин, гиббереллины, цитокинины, простагландины; их структура, механизм действия, биосинтез.

## 10. Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме.

Современные представления о сущности жизни. Обмен веществ и энергии - неотъемлемое свойство живого. Обмен веществ как закономерный, самосовершающийся процесс превращения материи в живых телах. Анаболизм и катаболизм. Масштабы обмена веществ на Земле. Пути поступления токсичных веществ (мутагенов и аллергенов, канцерогенов) в организм и их воздействие.

Энергетика обмена веществ. Понятие об уровне свободной энергии в органическом

соединении и его изменении в процессе преобразования веществ. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Важнейшие представители макроэргических соединений. Роль АТФ в энергетическом обмене.

#### 11. Обмен нуклеиновых кислот

Пути распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов. Фосфодиэстеразы и их участие в деструкции нуклеиновых кислот. Селективный характер действия эндо-рибонуклеаз. Дезоксирибонуклеазы.

Обмен нуклеозидфосфатов. Пути их деструкции. Механизм реакций распада: пуриновых оснований; пиримидиновых оснований.

Биосинтез нуклеозид-, нуклеозидди- и нуклеозидтрифосфатов.

Механизм биосинтеза ДНК. Ферменты (РНК-полимераза, гибридаза, ДНК-полимераза, лигаза) и белковые факторы (ДНК-раскручивающие и ДНК-связывающие белки и др.), участвующие в репликации ДНК. Этапы биосинтеза ДНК. Регуляция биосинтеза ДНК в клетке. Природа спонтанного и искусственного мутагенеза. Роль ДНК в передаче наследственной информации. Механизм действия химических мутагенов на ДНК.

Биосинтез РНК (транскрипция). Строение, свойства и механизм действия РНК-полимераз. Локализация биосинтеза РНК в клетке. Регуляция биосинтеза рибонуклеиновых кислот.

#### 12. Обмен белков

Обмен белков и нуклеиновых кислот как ядро клеточного метаболизма. Значение белкового обмена. Белки в питании человека. Пути распада белков. Гидролиз белков. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков до пептидов и аминокислот. Объем и скорость обновления белков различных тканей и органов.

Метаболизм аминокислот. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений (биогенных аминов, коферментов, ростовых веществ, витаминов, некоторых гормонов и т.п.). Пути связывания аммиака в организме. Механизм биосинтеза мочевины (орнитинный цикл). Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые, полужаменяемые и незаменимые аминокислоты.

Пути и механизмы природного синтеза белков. Матричный и нематричный механизмы, доказательства в пользу первого и второго, соотношение их в организме и возможная взаимосвязь.

Матричная теория биосинтеза белков. Общая схема матричного биосинтеза белков. Роль рибосом в биосинтезе белка. Строение и свойства рибосом: характеристика РНК и белков, входящих в состав субчастиц. Этапы трансляции: инициация, элонгация, терминация. Код белкового синтеза: история его открытия, современные представления. Бессмысленные кодоны и их значение. Регуляция рибосомального биосинтеза белков. Нематричные механизмы биосинтеза белков. Перенос белков через биомембраны. Посттрансляционная модификация белков.

#### 13. Обмен углеводов

Обмен углеводов. Пути распада полисахаридов и олигосахаридов. Ферменты гидролиза полисахаридов:  $\alpha, \beta, \gamma$ -амилазы, амило-1,6-глюкозидаза, хитиназа, гиалуронидаза и др. Гликозидазы. Фосфоролит сложнх углеводов: фосфорилазы, их строение и механизм действия. Обмен глюкозо-6-фосфата.

#### 14. Биологическое окисление

Определение понятия «биологическое окисление». История развития представлений о механизме биологического окисления.

Классификация процессов биологического окисления. Два типа оксидоредуктаз в клетке. Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием на уровне субстрата (в процессах гликолиза и брожения) и на уровне электронотранспортной цепи (в митохондриальном аппарате). Дыхательная цепь ферментов, осуществляющих сопряжение окисления с фосфорилированием. Ингибиторы ферментов дыхательной цепи. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке. Митохондрии, их структура и функции. Регуляция окислительного фосфорилирования в митохондриях. Свободное окисление, переключение с окисления, сопряженного с фосфорилированием, на свободное окисление. Пероксисомы и их функции. Системы биологического окисления в эндоплазматическом ретикулуме, их значение. Энергетический эффект распада углеводов; сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю.

#### 15. Водный и минеральный обмен

Содержание и распределение воды в организме и клетке. Состояние воды в тканях. Регуляция водного обмена. Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структуры биополимеров. Ионы металлов и возникновение фермент-субстратных комплексов. Роль минеральных элементов в обмене белков. Участие минеральных соединений в обмене углеводов и липидов. Обмен минеральных веществ. Тяжелые металлы в пищевых цепях.

#### 16. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов и регуляция обмена веществ

Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме. Соотношение первичного и вторичного биосинтеза у автотрофных организмов. Взаимосвязь превращения веществ у гетеротрофных организмов. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и углеводов. Роль 5-фосфорибулозо-1-пирофосфата в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Сопряжение окисления углеводов и биосинтеза нуклеозидтрифосфатов. Нуклеозиддифосфатсахара как коферменты и субстраты в биосинтезе сложных углеводов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов. Сопряженность фосфорилирования АДФ с окислением высших жирных кислот. Нуклеозиддифосфатхолин как центральный метаболит при биосинтезе фосфатидов.

Взаимосвязь белкового и углеводного обмена. Роль пировиноградной кислоты в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Иные формы связи белкового и углеводного обмена.

Взаимосвязь обмена белков и липидов. Синтез аминокислот за счет превращения ацетил-КоА в цикле трикарбоновых и дикарбоновых кислот. Ли-попротеидные мембраны и биосинтез белков.

Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетил-КоА в этом процессе.

Обмен белков как единое целое.

Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе: метаболитный, оперонный, клеточный, организменный, популяционный.

### 4. Тематический план

№ п/п	Тема	Всего (часов)	Аудиторные занятия (часов)		Самостоятельная работа (часов)
			В том числе		
			Лекции	Лабораторные	
7 семестр					
1	Предмет и задачи биохимии	4	2	-	2

2	Химический состав организмов	4	2	-	2
3	Химия белков	13	4	6	3
4	Ферменты	11	4	6	3
6	Нуклеиновые кислоты	11	4	2	3
	Углеводы	13	4	6	3
7	Химия липидов	9	2	4	3
8	Витамины	7	2	2	3
9	Гормоны	9	4	2	3
	Подготовка к экзамену	27	-	-	27
	Итого за 7 семестр	108	28	28	52
<b>8 семестр</b>					
10	Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме	5	2	-	3
11	Обмен нуклеиновых кислот	12	2	6	4
12	Обмен белков	14	4	6	4
13	Обмен углеводов	14	4	6	4
14	Биологическое окисление	12	4	4	4
15	Водный и минеральный обмен	12	2	6	4
16	Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов и регуляция обмена веществ	12	4	4	4
	Подготовка к экзамену	27	-	-	27
	Итого за 8 семестр	108	22	32	54
<b>ИТОГО ЗА ГОД:</b>		<b>216</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>106</b>

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

*Темы лекций:*

*7 семестр*

- 1) Предмет и задачи биохимии
- 2) Химический состав организмов
- 3) Аминокислотный состав белков
- 4) Свойства белков
- 5) Классификация ферментов
- 6) Свойства ферментов
- 7) Химический состав нуклеиновых кислот.
- 8) Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика).
- 9) Общая характеристика углеводов и их классификация
- 10) Характеристика важнейших представителей углеводов
- 11) Липиды. Определение, классификация, функции.
- 12) Витамины: классификация, функции
- 13) Общее понятие о гормонах.
- 14) Классификация гормонов. Важнейшие представители.

*8 семестр*

- 1) Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме
- 2) Обмен нуклеиновых кислот
- 3) Метаболизм аминокислот
- 4) Общая схема матричного биосинтеза белков
- 5) Пути распада полисахаридов и олигосахаридов
- 6) Обмен глюкозо-6-фосфата.

- 7) Классификация процессов биологического окисления
- 8) Процессы гликолиза и брожения
- 9) Водный и минеральный обмен
- 10) Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме.
- 11) Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе

Содержание лекционного материала отражено в п. 3 данной программы.

### **Лабораторные работы**

Лабораторный практикум осуществляется в специализированных лабораториях, оснащенных оборудованием, приборами и химическими реактивами. Темы лабораторных занятий сообщаются студентам заранее. Выполнению работы предшествует устный опрос теории работы и собеседование по методике ее проведения, принципу работы лабораторной установки и входящих в нее приборов и устройств. Выполняя лабораторную работу, студент должен записать в журнал ее цель, содержание опытов, наблюдения в ходе их проведения и выводы. Там, где это необходимо, записываются уравнения происходящих реакций, делаются расчеты по данным, полученным в ходе опыта. Работая в лаборатории, необходимо соблюдать правила техники безопасности, проводить опыты в точном соответствии с их описанием, приведенном в тексте методических указаний.

После выполнения работы студенты составляют отчет по лабораторной работе. Итогом работы является защита полученных в ней результатов, защита проводится устно или письменно, но обязательно индивидуально.

Методические рекомендации к лабораторным работам хранятся в кабинете.

*Перечень лабораторных работ (каждая работа – 2 ч.):*

#### *7 семестр*

1. Реакции осаждения белков
2. Высаливание белков
3. Качественные реакции на белки и аминокислоты
4. Качественные реакции на присутствие ферментов
5. Свойства ферментов
6. Определение активности амилазы
7. Определение качественного состава нуклеопротеидов
8. Качественные реакции на углеводы
9. Качественные реакции на углеводы
10. Количественное определение моно- и дисахаридов
11. Экспериментальные методы исследования жиров
12. Определение иодного числа жира
13. Количественное определение аскорбиновой кислоты
14. Качественные реакции на гормоны

#### *8 семестр*

1. Выделение и свойства нуклеиновых кислот
2. Определение активности рибонуклеазы
3. Определение температуры «плавления» водородных связей
4. Количественное определение белка
5. Переаминирование аминокислот
6. Гидролиз белков
7. Количественное определение углеводов
8. Определение содержания гликогена в печени

9. Определение активности гликолитических ферментов
10. Исследование действия липазы
11. Количественное определение макроэргических соединений
12. Буферные растворы
13. Определение калия кобальтинитритным методом
14. Комплексометрическое определение содержания ионов кальция и магния
15. Обнаружение альдегидоксидазы в молоке
16. Определение скорости пероксидного окисления липидов

Методические рекомендации к лабораторным работам хранятся в кабинете.

### **Самостоятельная работа**

В рамках самостоятельной работы студенты готовят самостоятельно вопросы, предусмотренные рабочей программой, готовятся к лабораторным работам: проводят обзор интернет-сайтов, периодической литературы и профессиональных изданий, составляют конспекты, осуществляют написание докладов, выполняют контрольную работу, подготовку к рубежному контролю, к экзамену и другие виды.

*Вопросы для проверки знаний по результатам самостоятельной работы  
7 семестр*

#### **Раздел 1. Предмет и задачи биохимии**

1. Основные понятия биологической химии.
2. Аппаратура и техника выполнения химического эксперимента.
3. Назовите имена видных отечественных ученых-биохимиков и их работы.
4. Перечислите органические вещества, входящие в состав пищи.

#### **Раздел 2. Химический состав организмов**

1. Постоянно и иногда встречающиеся элементы в составе живой материи.
2. Понятие о макро-, микро- и ультрамикроэлементах.
3. Закономерности распространения элементов в живой природе.
4. Зависимость между биологической ролью элементов и их положением в периодической системе Д.И. Менделеева.
5. Потребность организмов в химических элементах.

#### **Раздел 3. Химия белков**

1. Связь между структурой и свойствами аминокислот.
2. Методы получения пептидов.
3. Свойства пептидной связи.
4. Влияние pH на конформационную структуру белков.
5. Роль дисульфидных связей.
6. Чем определяется термическая устойчивость нативной структуры белков?
7. Размеры молекул белков.
8. Чем определяется суммарный электрический заряд молекул белков?
9. Методы очистки белков.
10. Определение аминокислотной последовательности белков.

#### **Раздел 4. Ферменты**

1. Состав ферментов.

2. Классификация ферментов.
3. Пространственная структура ферментов.
4. От чего зависит активность ферментов?
5. Способы количественного измерения активности ферментов?
6. Способы ингибирования действия ферментов?
7. Какие ферменты называются оксиредуктазами?
8. В какие ферменты входят витамины В<sub>1</sub>?
9. В какие ферменты входит НАД?
10. Что является простетической группой цитохромов? В каких процессах участвуют цитохромы?
11. Какие ферменты называются лиазами?
12. К какому классу ферментов относится альдолаза?
13. Как называются ферменты, расщепляющие жиры, углеводы, белки? К какому классу они относятся?
14. Использование ферментов в пищевой промышленности.

#### **Раздел 5. Нуклеиновые кислоты**

1. Структура нуклеотидов.
2. Структура нуклеозидов.
3. Пары оснований в ДНК и РНК.
4. Структура нуклеиновых кислот.
5. Строение адениловой кислоты (аденозинмонофосфата (АМФ)), аденозиндифосфата (АДФ) и аденозинтрифосфата (АТФ).
6. Биологическая роль нуклеиновых кислот.

#### **Раздел 6. Углеводы**

1. Классификация углеводов.
2. Какие дисахарида встречаются в растениях? Их свойства.
3. Объясните почему эквимолярная смесь D-глюкозы и D-фруктозы, полученная гидролизом сахарозы, называется инвертным сахаром?
4. Какие дисахарида встречаются в растениях? Их свойства.
5. Полисахарида растения и их использование в пищевой промышленности.
6. Строение и свойства крахмала.
7. Образование гликозидов и их распространение в растениях.
8. Строение и свойства целлюлозы.

#### **Раздел 7. Химия липидов**

1. Ферментативный гидролиз жира.
2. Свойства липидов и липидных мембран.
3. Методы разделения липидов.
4. Условия хранения липидов.
5. Влияние полярности липидов на их растворимость в воде (на примере триацилглицеролов).

#### **Раздел 8. Витамины**

1. Общая характеристика класса витаминов. Принципы их классификации и номенклатуры.

2. Определите к какому классу органических соединений относится витамин В<sub>1</sub>. Биологическая роль этого витамина.
3. Строение витамина А. Охарактеризуйте его биологическую роль.
4. Строение и биологическая роль витамина С. Почему витамин С обладает кислыми свойствами? Как сохранить витамин С в пищевых продуктах?
5. Строение и биологическая роль витамина В<sub>2</sub>.
6. Какой гетероцикл входит в состав витамина РР? Биологическая роль данного витамина.
7. Какой гетероцикл входит в состав витамина В<sub>6</sub>? Биологическая роль витамина В<sub>6</sub>.
8. Потребность в витаминах человека.
9. Типы авитаминозов?
10. Сохранность жирорастворимых витаминов в организме.

## **Раздел 9. Гормоны**

1. История развития учения о гормонах.
2. Определение понятия «гормоны».
3. Номенклатура и классификация гормонов.
4. Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность.
5. Механизм действия стероидных гормонов.
6. Пептидные гормоны, структура и функции.
7. Характеристика важнейших из них. Механизм действия пептидных гормонов
8. Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ювенильный гормон насекомых

### *8 семестр*

## **Раздел 10. Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме**

1. Что такое обмен веществ?
2. Из каких двух этапов складывается обмен веществ?
3. Значение обмена веществ в явлениях жизни.
4. Перечислите органические вещества, входящие в состав пищи.
5. Важнейшие макроэргические соединения.

## **Раздел 11 Обмен нуклеиновых кислот**

1. Пути распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов.
2. Фосфодиэстеразы и их участие в деструкции нуклеиновых кислот.
3. Механизм биосинтеза ДНК.
4. Ферменты (РНК-полимераза, гибридаза, ДНК-полимераза, лигаза) и белковые факторы (ДНК-раскручивающие и ДНК-связывающие белки и др.), участвующие в репликации ДНК.
5. Этапы биосинтеза ДНК.
6. Регуляция биосинтеза ДНК в клетке.
7. Биосинтез РНК (транскрипция).
8. Строение, свойства и механизм действия РНК-полимераз.
9. Локализация биосинтеза РНК в клетке.
10. Регуляция биосинтеза рибонуклеиновых кислот.

## **Раздел 12 Обмен белков**

1. Значение белкового обмена.

2. Белки в питании человека.
3. Пути распада белков.
4. Гидролиз белков.
5. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков
6. Пути связывания аммиака в организме.
7. Механизм биосинтеза мочевины (орнитиновый цикл).
8. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые, полузаменяемые и незаменимые аминокислоты.
9. Пути и механизмы природного синтеза белков

### **Раздел 13** Обмен углеводов

1. Пути распада полисахаридов и олигосахаридов.
2. Ферменты гидролиза полисахаридов:  $\alpha, \beta, \gamma$ -амилазы, амило-1,6-глюкозидаза, хитиназа, гиалуро-нидаза и др.
3. Гликозидазы.
4. Фосфоролитический распад сложных углеводов: фосфорилазы, их строение и механизм действия.
5. Обмен глюкозо-6-фосфата.

### **Раздел 14** Биологическое окисление

1. Определение понятия «биологическое окисление».
2. Классификация процессов биологического окисления.
3. Два типа оксидоредуктаз в клетке.
4. Митохондрии, их структура и функции.
5. Регуляция окислительного фосфорилирования в митохондриях
6. Энергетический эффект распада углеводов; сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю.

### **Раздел 15** Водный и минеральный обмен

1. Состояние воды в тканях.
2. Регуляция водного обмена.
3. Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структуры биополимеров.
4. Роль минеральных элементов в обмене белков.
5. Участие минеральных соединений в обмене углеводов и липидов.
6. Обмен минеральных веществ.

### **Раздел 16** Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов и регуляция обмена веществ

1. Роль пировиноградной кислоты в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Иные формы связи белкового и углеводного обмена.
2. Взаимосвязь обмена белков и липидов.
3. Синтез аминокислот за счет превращения ацетил-КоА в цикле трикарбоновых и дикарбоновых кислот.
4. Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетил-КоА в этом процессе.
5. Обмен белков как единое целое.
6. Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе: метаболический, оперонный, клеточный, организменный, популяционный.

Большинство тем, вынесенных на самостоятельное изучение, уже рассматривались в курсе органической химии, например, белки, углеводы, липиды и т.д. Поэтому студентам необходимо повторить по имеющимся конспектам данные вопросы, а затем изучить их по учебной литературе по биологической химии. Контроль за самостоятельной работой



спирта для растворения навески. Если масло плохо растворяется, колбу нагревают на водяной бане. Во вторую колбу приливают 25 см<sup>3</sup> спирта без жира - «слепой опыт». В обе колбы (опыт и контроль) прибавляют по 12,5 см<sup>3</sup> 0,2 н. спиртового раствора йода, добавляют по 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и закрывают пробкой. Через 5 минут содержимое колб оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата сначала до появления слабо-желтого окрашивания, а потом, прибавив 1 см<sup>3</sup> раствора крахмала, титруют до исчезновения синего окрашивания.

*Обработка результатов:*

При расчетах учитывают, что 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. тиосульфата натрия соответствует 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода. Йодное число (ИЧ) вычисляют по формуле

$$ИЧ = \frac{(V_k - V_0) \cdot k \cdot 0,0127 \cdot 100}{m}, \text{ где}$$

$V_k$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата, пошедшее на титрование контрольного опыта, см<sup>3</sup>;

$V_0$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата, пошедшее на титрование опытного образца, см<sup>3</sup>;

$k$  – поправочный коэффициент к титру приблизительно 0,1 н. раствора тиосульфата;

0,0127 – титр раствора тиосульфата по йоду;

$m$  – навеска масла, г.

В различных жирах йодное число колеблется в больших пределах, оно характеризует содержание в жире непредельных кислот, которые способны присоединять кислород, что вызывает прогоркание и высыхание жиров. Для различных жиров йодные числа следующие: масло подсолнечное 119-134, масло хлопковое 102-117, жир свиной 50-70, жир говяжий 32-57.

*Результаты проведенных опытов занесите в тетрадь. Сделайте вывод по итогам работы.*

Лабораторная работа зачтена, если: лабораторная работа выполнена в соответствии с методическими рекомендациями; опыты проведены правильно и корректно; выводы соответствуют поставленным вопросам; работа оформлена в тетрадь.

Перед выполнением лабораторной работы проводится письменный и (или) устный опрос по вопросам из раздела «Самостоятельная работа».

*Критерии оценивания:*

– оценка 5 «отлично» выставляется, если полно раскрыто содержание материала в объеме поставленного вопроса, четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины, для доказательства излагаемого использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов, самостоятельно и правильно проведен подбор необходимого оборудования, ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания;

– оценка 4 «хорошо» выставляется, если раскрыто основное содержание материала, в основном даны правильно определения понятий и использованы научные термины, ответ самостоятельный, определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях;

– оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если основное содержание материала в объеме поставленного вопроса изложено фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении, допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий;

– оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если основное содержание материала в объеме поставленного вопроса не раскрыто, не даны ответы на вспомогательные вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении



- Г) свекловичный сахар
- Д) лактоза
- Е) мальтоза
- Ж) хитин
- И) рибоза
- К) фруктоза
- Л) глюкоза
- М) муреин

*Критерии оценивания теста:*

- «Отлично» – 14-15 правильных ответов;
- «Хорошо» – 12-13 правильных ответов;
- «Удовлетворительно» – 8-11 правильных ответов;
- «Неудовлетворительно» – менее 8 правильных ответов.

### 3. Доклад

*Темы для подготовки докладов-презентаций*

1. Методы установления первичной структуры белков.
2. Современные методы количественного определения белка в биологических жидкостях.
3. Фрагментация полипептидов химическими методами.
4. Методы установления молекулярной массы белков.
5. Генно-инженерные методы получения белков.
6. Роль гликопротеинов в специфическом связывании лигандов. Белки-рецепторы.
7. Третичная структура белков. Супервторичные структуры и домены
8. Структура и пространственная организация белковых молекул. Супервторичные структуры и домены.
9. Четвертичная структура белков. Определение состава олигомера по молекулярным массам мономеров. Сшивание субъединиц бифункциональными реагентами
10. Денатурация белков. Денатурирующие воздействия (химические физические и биологические агенты). Свойства денатурированных белков
11. Методы разделения белков.
12. Рибозимы – биологические катализаторы небелковой природы.
13. Кофакторы ферментов.
14. Особенности строения, кинетики и регуляции активности аллостерических ферментов.
15. Теории ферментативного катализа
16. Водно- и жирорастворимые витамины. Антивитамины.
17. Цикл трикарбоновых кислот – общий метаболический котел клетки.
18. Регуляция общего пути катаболизма.
19. Методы изучения обмена веществ. Исследования на целых организмах, органах, срезах тканей.
20. Нарушения переваривания и всасывания углеводов. Неперевариваемые углеводы и их роль в питании .
21. Механизмы трансмембранного переноса моносахаридов в клетки. Белки-транспортёры глюкозы.
22. Поддержание и нарушения гомеостаза глюкозы в организме.
23. Регуляция метаболизма гликогена.
24. Биологическое значение гликолиза в различных тканях и органах.
25. Эссенциальные (незаменимые) факторы питания липидной природы.

26. Биохимические аспекты ожирения.
27. Молекулярные механизмы обезвреживания токсических продуктов гниения белков в желудочно-кишечном тракте.
28. Генная инженерия.
29. Проект «Геном человека». Достижения и проблемы.
30. Тестостерон. Биосинтез, физиологические и биохимические эффекты.
31. Йодированные гормоны щитовидной железы.
32. Современные представления о структуре и свойствах факторов роста.
33. Витамины – антиоксиданты.
34. Современные представления о биохимических особенностях памяти.
35. Физиологически активные пептиды мозга.

Каждый доклад сопровождается презентацией выполненной в Microsoft Office PowerPoint. Материалы, подготовленные с помощью PowerPoint должны быть отображены на большом экране через проектор. Продолжительность доклада-презентации от 10 до 20 минут.

*Критерии оценки доклада:*

- Соответствие содержания теме
- Глубина проработки материала
- Правильность и полнота использования источников
- Соответствие оформления презентации

#### **4. Задачи**

*Задача 1.* При реакции взаимодействия 100 г аланина со 100 г глицина образуется дипептид. Найдите массу дипептида, если выход продукта равен 75 %.

*Задача 2.* В результате реакции гидролиза дипептида гли-сер массой 170 г, образуются аминокислоты. Выход продуктов реакции составляет 80 % . Найдите практические массы образовавшихся кислот

*Задача 3.* В результате реакций процесса фотосинтеза из углекислого газа и воды образуется глюкоза и выделяется кислород. Найдите массу глюкозы, образовавшуюся из 268,8 л. углекислого газа, если выход реакции составляет 75 % от теоретически возможного.

*Оценка умений решать расчетные задачи*

Оценка «5»: в логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом.

Оценка «4»: в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок.

Оценка «3»: в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах.

Оценка «2»: имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении.

#### **5. Практические задания (экспериментальные задачи)**

*Пример практических заданий*

1. В двух пробирках без этикеток содержатся следующие вещества: растворы сахарозы и глюкозы. Предложите способ экспериментального определения содержимого каждой пробирки.

2. Докажите, что картофель и белый хлеб содержат крахмал, а спелое яблоко — глюкозу

*Оценка умений решать экспериментальные задачи:*

оценка 5 «отлично» - работа выполнена полностью и правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы;

- эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и оборудованием;

- проявлены организационно - трудовые умения, поддерживаются чистота рабочего места и порядок (на столе, экономно используются реактивы).

оценка 4 «хорошо» - работа выполнена правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы, но при этом эксперимент проведен не полностью или допущены несущественные ошибки в работе с веществами и оборудованием.

оценка 3 работа выполнена правильно не менее чем наполовину или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности на работе с веществами и оборудованием, которая исправляется по требованию преподавателя.

оценка 2 - допущены две (и более) существенные ошибки в ходе: эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники без опасности при работе с веществами и оборудованием, которые студент не может исправить

- работа не выполнена, у студента отсутствуют экспериментальные умения.

## **6. Коллоквиум**

*Вопросы к коллоквиуму I (7 семестр)*

1. Какова химическая природа и биологическая роль ферментов?
2. Какие центры выделяют в составе ферментов? Охарактеризуйте каждый центр простого и сложного фермента.
3. Что понимают под фермент-субстратным комплексом? Какими связями связаны фермент и субстрат в фермент-субстратном комплексе?
4. Каким образом влияет температура на образование ферментсубстратного комплекса?
5. Пепсин гидролизует белки в желудке. Укажите, в какой среде (кислой, нейтральной, щелочной) пепсин проявляет максимальную активность.
6. В состав какого кофермента входит витамин B<sub>6</sub>? Напишите его структурную формулу и назовите его.
7. Какие витамины входят в состав коферментов НАД,ФАД, КоА? Назовите по рациональной номенклатуре ферменты, катализирующие гидролиз: а) дипептида; б) лактозы; в) сахарозы; г) амилозы.
8. Какие реакции катализируют ферменты класса оксидоредуктаз? Приведите пример процесса, катализируемого дегидрогеназой.
9. Что такое скорость химической реакции? Под действием каких факторов она может изменяться?
10. Какое состояние в системе реагирующих веществ называется химическим равновесием? Что такое сдвиг равновесия?
11. Как опытным путем доказать белковую природу фермента?
12. Какой участок молекулы фермента называется активным центром? Коферментом? Апоферментом? Какова роль этих структур в ферментативном катализе?
13. Что такое изоферменты? Какую роль в биохимическом контроле за жизнедеятельностью организма может сыграть их определение в крови?
14. В чем сущность активации и ингибирования ферментов? Что такое аллостерическая регуляция активности ферментов?

15. Приведите примеры регуляции ферментативной активности изменением реакции среды, ионами металлов, гормонами, ферментами-киназами.
16. В чем заключается химизм ферментативного катализа?
17. Чем объясняется специфичность действия ферментов?
18. Приведите примеры абсолютной и относительной специфичности ферментов.
19. На чем основывается классификация ферментов?
20. Приведите примеры ферментов различных классов.

*Вопросы к коллоквиуму 2 (8 семестр)*

1. Диссимиляция, ее типы.
2. Роль процессов диссимиляции в организме.
3. Тканевое (клеточное) дыхание.
4. Гликолиз.
5. Брожение.
6. Виды брожения.
7. Энергетический баланс брожения и дыхания.
8. Значение белкового обмена.
9. Пути распада белков. Гидролиз белков.
10. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков до пептидов и аминокислот.
11. Метаболизм аминокислот.
12. Преобразование аминокислот по аминокруппе, карбоксильной группе и радикалу: механизмы соответствующих реакций и характеристика ферментов в них участвующих.
13. Конечные продукты распада аминокислот. Пути связывания аммиака в организме.
14. Механизм биосинтеза мочевины (орнитинный цикл).
15. Пути новообразования аминокислот.
16. Пути и механизмы природного синтеза белков.
17. Матричная теория биосинтеза белков. Общая схема матричного биосинтеза белков.
18. Активирование аминокислот.
19. Роль рибосом в биосинтезе белка.
20. Код белкового синтеза.

*Критерии оценивания ответа студента на коллоквиуме:*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если демонстрируются: глубокое и прочное усвоение программного материала полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободное владение материалом, правильно обоснованные принятые решения.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если демонстрируются: знание программного материала грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний; владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если демонстрируются: усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе даются недостаточно правильные формулировки, нарушается последовательность в изложении программного материала, имеются затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если демонстрируются: незнание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

## 7. Контрольная работа

Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко и четко обоснованы. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования, избирая простейший путь решения. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена. Для замечаний преподавателя надо оставлять достаточно широкие поля, писать четко и ясно. Номера и условия задач следует переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В конце работы следует привести список использованной литературы с указанием года издания. Работа должна быть датирована и подписана студентом. Контрольная работа, выполненная студентом не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается. Если контрольная работа не зачтена, ее нужно выполнить повторно с учетом указаний преподавателя. При всех неясностях, возникающих при выполнении контрольной работы, студент может обратиться за разъяснением непосредственно к преподавателю.

*Пример контрольной работы.*

### Вариант 1

1. Какие функциональные группы входят в состав молекул углеводов? Приведите структурные формулы и названия углеводов различных групп.
2. Основные жиры пищи. Строение, норма, переваривание.
3. Водный баланс организма. Образование воды в процессе обмена веществ (укажите конкретные реакции). Изменение водного баланса.
4. Напишите уравнения реакций образования следующих дипептидов: а) аланилаланина, б) аланилглицина.
5. Витамины группы А. Физиологическое действие, регуляция обмена; суточная потребность; природные источники.

### Вариант 2

1. Какое свойство углеводов лежит в основе их классификации на моно-, олиго- и полисахариды? Приведите примеры в виде структурных формул.
2. Напишите уравнение реакции гидролиза трипальмитоилглицерола.
3. Напишите уравнения реакций синтеза глициллейцина, глицилфенилаланина.
4. Напишите уравнение реакции, катализируемой ферментом фосфоглюкоизомеразой.
5. Витамины группы Д. Физиологическое действие, регуляция обмена; суточная потребность; природные источники.

### Вариант 3

1. Напишите уравнения реакций образования следующих дипептидов: аланилпролина, тирозилглицина.
2. Основные углеводы пищи. Строение, норма, переваривание.
3. Классификация аминокислот по полярности радикалов. Приведите структурные формулы, полные и сокращенные названия.
4. Особенности строения олигомерных белков.
5. Витамины группы Е. Физиологическое действие, регуляция обмена; суточная потребность; природные источники.

#### Вариант 4

1. Анализируя химический состав белков и липидов, объясните, почему в рационе питания человека животные белки более полноценны, чем растительные, а жиры – наоборот.
2. Роль гормонов в регуляции метаболизма. Механизмы передачи гормонального сигнала в клетку.
3. Составьте формулы пептидов Сер – Ала – Глу – Гис и Гис – Глу – Ала – Сер.
4. Напишите уравнение реакции, катализируемой ферментом глутаминсинтетазой.
5. Дайте характеристику витаминам группы В.

#### Вариант 5

1. Напишите формулу жира, содержащего только ненасыщенные жирные кислоты. В чём состоит питательная ценность таких жиров?
2. Минеральный обмен. Значение минеральных элементов для организма человека.
3. Типы связей, возникающих при формировании третичной структуры белка (примеры). Конформационная лабильность.
4. Напишите формулу тетрапептида Асп – Про – Фен – Лиз. Напишите другой пептид, состоящий из тех же аминокислот. Укажите N- и C-концы, пептидные связи.
5. Напишите формулы нуклеотидов, входящих в состав ДНК и РНК.

#### Вариант 6

1. Предскажите последовательность аминокислот в полипептиде, кодируемом геном – Г – Ц – Ц – Т – А – Ц – Ц – Т – Г – А – А – А –
2. Функции холестерина в организме.
3. Назовите продукты обмена, образующиеся при распаде глюкозы и участвующие в образовании жиров.
4. Напишите уравнение реакции присоединения воды к fumarату. Назовите фермент, участвующий в этой реакции.
5. Витамины: В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>. Физиологическое действие, строение; суточная потребность; природные источники.

#### Вариант 7

1. Напишите структурную формулу нейропептида энкефалина, имеющего аминокислотную последовательность Тир – Гли – Гли – Фен – Лей.
2. Доменная структура и ее роль в функционировании белков.
3. Роль ионов металлов в функционировании ферментов.
4. В каких биохимических процессах образуется вода? Водный баланс.
5. Дайте характеристику гормонам, относящимся к группе липоидов.

#### Вариант 8

1. Витамины группы Е. Физиологическое действие, регуляция обмена; суточная потребность; природные источники.
2. Напишите формулы нуклеотидов, входящих в состав ДНК и РНК.
3. Денатурирующие агенты и особенности их действия. Спонтанная ренатурация белков.
4. Роль белков в питании. Полноценные и неполноценные белки. Азотистый баланс.
5. Напишите уравнение реакции, катализируемой ферментом АЛТ.

#### Вариант 9

1. Витамины группы А. Физиологическое действие, регуляция обмена; суточная потребность; природные источники.
2. Биологические функции белков.
3. Участие минеральных веществ в регуляции обмена. Суточная потребность в минеральных ионах.
4. Напишите реакцию гидролиза жира, если в его составе линолевая, линоленовая и олеиновая кислоты.
5. Напишите в общем виде схему реакции гидролиза белка под действием фермента протеазы.

#### Вариант 10

1. На каких физико-химических свойствах белков основаны методы их разделения и очистки?
2. Напишите формулу триглицерида, состоящего из пальмитиновой, стеариновой и линолевой жирных кислот. Напишите реакцию гидролиза этого соединения.
3. Охарактеризуйте гормоны белковой природы.
4. По какому признаку классифицируются витамины? Назовите основных представителей отдельных классов.
5. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования глутаминовой кислоты. Назовите фермент, участвующий в этой реакции.

#### *Критерии оценивания контрольной работы:*

«5» (отлично): выполнены все задания без замечаний, работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно; обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры.

«4» (хорошо): выполнены все задания с несущественными замечаниями, работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания с существенными замечаниями, работа выполнена с нарушениями графика; в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры.

2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания, оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения, обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ дисциплины, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры.

*Существенные ошибки* связаны с недостатком знаний основной, наиболее важной части программного материала.

*Несущественные ошибки* связаны с недостаточно точным ответом на вопрос.

#### **6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации**

##### *Перечень вопросов к экзамену (7семестр)*

1. Предмет и задачи биохимии. История развития, значение и связь с другими науками.
2. Химический состав организмов.
3. Особенности белковых молекул. Методы выделения и фракционирования белков. Очистка белков.
4. Свойства белков. Методы изучения состава и строения белков.
5. Аминокислотный состав белков. Классификация и свойства аминокислот. Полипептидная теория строения белков. Работы А.Я. Данилевского. Первичная структура белковых молекул. Методы изучения первичной структуры.
6. Пептиды. Образование пептидов. Номенклатура, методы получения пептидов. Природные пептиды, их биологическая роль.
7. Вторичная, третичная и четвертичная структура белка. Доменный принцип строения белковой молекулы.
8. Номенклатура и классификация белков. Отдельные группы белков, их основные функции.
9. Общее понятие о ферментах. Отличия ферментов от катализаторов неорганической природы. Практическое использование ферментов.
10. Строение ферментов. Мультиэнзимы. Свойства ферментов.
11. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций.
12. Номенклатура и классификация ферментов. Московская (1961 г.) номенклатура ферментов. Характеристика гидролаз.
13. Оксидоредуктазы. Главные особенности оксидоредуктаз, важнейшие представители.
14. Изомеразы и трансферазы, их общая характеристика и представители.
15. Лиазы и лигазы, их общая характеристика и представители.
16. Витамины. Общее понятие о витаминах и их классификация. История открытия. Работы Н.И. Лунина. Авитаминозы, гипо- и гипervитаминозы.
17. Витамины, растворимые в жирах. Физиологическая роль, заболевания, вызванные недостатком витамина, источники для человека.
18. Водорастворимые витамины. Физиологическая роль, заболевания, вызванные недостатком витамина, источники для человека.
19. Макроэргическая связь и макроэргические соединения. АТФ.
20. ДНК и РНК. Их состав и строение. Виды РНК и их функции.
21. Информационная РНК. История ее открытия. Работы А.И. Белозерского, А.С. Спирина. Кодирование биосинтеза белка.
22. Общая характеристика углеводов. Функции, классификация.
23. Моносахариды: важнейшие представители. Виды брожения глюкозы.
24. Дисахариды и полисахариды: важнейшие представители.
25. Общая характеристика липидов. Функции, классификация.
26. Триглицериды. Их строение и свойства. ВЖК, входящие в их состав.
27. Воски и стериды. Важнейшие представители, их биологическая роль.
28. Сложные липиды, основные группы, важнейшие представители, их биологическая роль.
29. Содержание и распределение воды в организме и клетке. Состояние воды. Роль воды в процессах жизнедеятельности. Обмен воды и его регуляция.
30. Минеральные вещества и их обмен. Роль минеральных веществ в ферментативном катализе и формировании структуры биополимеров.
31. Гормоны. История их открытия, классификация, номенклатура, их роль в процессах жизнедеятельности. Применение гормонов.
32. Стероидные гормоны, их функции и механизм действия. Важнейшие стероидные гормоны: тестостерон и эстрадиол.
33. Пептидные гормоны, их строение и функции. Важнейшие пептидные гормоны:

- окситоцин, вазопрессин, инсулин. Механизм действия пептидных гормонов.
34. Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ауксины и их роль.

### *Перечень вопросов к экзамену (8 семестр)*

1. Рибосомы, их структура, свойства, функции. Полисомы. Работы отечественных ученых в этой области.
2. Нуклеозиддифоссахара. Их строение и роль в обмене простых углеводов и биосинтезе сложных углеводов.
3. Промежуточные продукты гликолитического пути распада углеводов и цикла трикарбоновых кислот как субстраты для синтеза аминокислот.
4. Гликолиз и гликогенолиз. (Дихотомический путь распада углеводов).
5. Цикл лимонной кислоты. Его роль в обмене веществ.
6. Пентозный путь распада углеводов. (Апотомический путь).
7. Энергетика обмена веществ. Макроэргическая связь и макроэргические соединения. Роль АТФ в обмене веществ.
8. Пути распада полисахаридов. Характеристика гидролиза и фосфолиза полисахаридов. Химизм спиртового брожения.
9. Первичный синтез углеводов. Механизм связывания  $\text{CO}_2$  на рибулезо-1,5-дифосфате, энергетика первичного биосинтеза углеводов. Другие пути акцептирования  $\text{CO}_2$
10. Роль  $\text{CoASH}$  и нуклеозидтрифосфатов в обмене веществ.
11. Распад жиров в организме. Механизм окисления ВЖК. Локализация ферментов окисления ВЖК в клетке.
12. Биосинтез ВЖК и триглицеридов. Строение и механизм действия синтетизм ВЖК.
13. Обмен фосфатидов. Роль ЦДФ в синтезе фосфатидов.
14. Обмен пировиноградной кислоты в аэробных и анаэробных условиях. Механизм окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты при посредстве мультиэнзимного комплекса.
15. Глиоксилатный цикл и его значение в обмене веществ.
16. Дыхание. Теория А.Н. Баха и теория В.И. Палладина. Ферментативные систем,обеспечивающие перенос водорода на кислород, свободноеокисление и субстратное фосфорилирошшие
17. Образование углекислого газа в тканях.
18. Распад и синтезнуклкиновых кислот. Полинуклеотидфосфорилаза и полимеразы. их строение и роль в биосинтезе нулеиновых кислот.
19. Пути распада пуриновых и пиримидиновых и азотистых оснований.
20. Синтез пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований и нуклеотидов.
21. Распад белков в организме. Ферменты, принимающие участие в распаде белков. Пути распада аминокислот в организме.
22. Конечные продукты распада азотсодержащих соединений. Орнитиновый цикл.
23. Пути синтеза аминокислот в организме.
24. Основные этапы матричного механизма биосинтеза белковых веществ. Транскрипция и трансляция информации при биосинтезе белка. Работы А.С. Спирина.
25. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков.
26. Переход белков в углеводы. Химические реакции, обеспечивающие этот процесс.
27. Взаимосвязь обмена жиров и белков. Химические процессы при переходе первых во вторые и обратно.
28. Взаимосвязь обмена углеводов и жиров. Химические реакции, обеспечивающие этот процесс.

29. Регуляция обмена веществ. Уровни регуляции обмена веществ. Оперонный уровень регуляции. Регуляция обмена веществ на уровне макромолекул: изостерическая и аллостерическая регуляция активности ферментов. Индукция и репрессия биосинтеза ферментов.

### *Пример экзаменационного билета*

ФГБОУ ВО « Смоленский государственный университет»  
Естественно-географический факультет  
Кафедра экологии и химии  
Дисциплина Биологическая химия

Билет № 4

1. Свойства белков. Методы изучения состава и строения белков.
2. Минеральные вещества и их обмен. Роль минеральных веществ в ферментативном катализе и формировании структуры биополимеров.

Заведующий кафедрой, профессор

Гильденков М.Ю.

### *Критерии оценивания уровня освоения дисциплины*

Традиционная («балльная») оценка знаний студентов производится по следующим критериям:

- оценка 5 «отлично» выставляется, если полно раскрыто содержание материала в объеме программы, четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины, для доказательства излагаемого использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов, самостоятельно и правильно проведен подбор необходимого оборудования, наглядных пособий и объектов, ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания;

- оценка 4 «хорошо» выставляется, если раскрыто основное содержание материала, в основном даны правильно определения понятий и использованы научные термины, ответ самостоятельный, определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях;

- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении, допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий;

- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если основное содержание учебного материала не раскрыто, не даны ответы на вспомогательные вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература**

1. Дрюк, В. Г. Биологическая химия: учебное пособие для вузов /В. Г. Дрюк, С. И. Скляр, В. Г. Карцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12077-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/494199>

2. Ершов, Ю. А. Биохимия: учебник и практикум для вузов /Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07505-2. — URL: <https://urait.ru/bcode/489993>

#### Дополнительная литература

1. Березов Т.Т. Биологическая химия: учебник для студентов мед. вузов /Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин; [науч. ред. С. С. Шишкин].— 3-е изд., стер.— М.: Медицина, 2012 .— 703 с.
2. Коницев А.С. Биохимия и молекулярная биология: словарь терминов: [ок. 1000 терминов и понятий: для студентов и преподавателей вузов и сред. спец. учеб. заведений с профильным обучением биологии, медицине, химии, биотехнологии, экологии, науч. работников] /А. С. Коницев, Г.А. Севастьянова — М.: Дрофа, 2008.— 359 с.
3. Ершов, Ю. А. Биохимия человека: учебник для вузов /Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 466 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07769-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/490241>
4. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8659-4. — URL: <https://urait.ru/bcode/470991>
5. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2: учебник для вузов /Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8660-0. — URL: <https://urait.ru/bcode/470992>
6. Фаминцын, А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 1 /А. С. Фаминцын. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 241 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05229-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/493044>
7. Фаминцын, А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 2 / А. С. Фаминцын. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 354 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05231-2. — URL: <https://urait.ru/bcode/493476>
8. Гаршин, А. П. Химические термины. Словарь: учебное пособие для вузов /А. П. Гаршин, В. В. Морковкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04639-7. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/492823>
9. Ю. Б. Филиппович Биологическая химия: учебное пособие для студентов вузов по спец. 032400 "Биология" /Ю. Б. Филиппович, Н. И. Ковалевская, Г. А. Севастьянова и др.; под ред. Н. И. Ковалевской. — М.: Академия, 2005 .— 256 с.

#### Перечень ресурсов «Интернет»

1. Портал фундаментального химического образования в России  
[www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
2. Сайт химического факультета МГУ  
<http://www.chem.msu.ru/rus/journals/chemlife/welcome.html>
3. Портал научно-популярной химической информации  
[www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru);
4. Популярная библиотека химических элементов  
<http://n-t.students.ru/ri/ps/>
5. Научный химический журнал - Вестник Московского Университета, серия «Химия»

<http://www.chem.msu.su/rus/vmgu/welcome.html>

6. Журнал «Успехи химии»

<http://rcr.ioc.ac.ru/ukh.html>

7. Научная электронная библиотека. Поиск по рефератам и полнотекстовым статьям, опубликованным в российских и зарубежных научно-технических журналах.

<http://elibrary.ru> –

8. - Химическая информационная сеть. Информация о химических факультетах, вузах, ассоциациях. Электронная библиотека. Базы данных по химии. Сведения о конференциях, семинарах, конкурсах, олимпиадах

<http://chemnet.ru>

9. Биохимия. Наглядная биохимия.

<http://www.drau.ru/>

10. Учебные материалы по биохимии для студентов

<http://biokhimija.ru/lekcii-po-biohimii>

11. Книги по биохимии. Коллекция ссылок.

<http://www.biochemistry.ru>

## **8. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория № 4*

Столы лабораторные с подводом воды 2 шт. (24 учебных посадочных места), стол и стул для преподавателя и лаборанта – по 2 шт.

Боковой стол для подготовки и временного хранения оборудования и принадлежностей.

Электрифицировано 24 учебных посадочных места.

Шкафы лабораторные 6 шт.

Сушильный шкаф 1 шт.

Вытяжной шкаф 2 шт.

Сейф 1 шт.

Весы технические ВЛТЭ-500 1шт.

Весы аналитические ГООМЕТР 4 шт.

Муфельная печь 1 шт.

Центрифуга «Элекон»-р-10-01 1 шт.

Рефрактометр ИРФ-454 Б2 М 1 шт.

Поляриметр портативный П-161МУХЛ 4.2 1шт.

Фотоколориметр ФЭК 1 шт.

pH-метр-иономер «Эксперт»-001 1 шт.

Дистиллятор ДЭ-4-02 «ЭМО» 1 шт.

Лаборантская комната

Помещение для самостоятельной работы - уч. корпус № 1, ауд. 26: учебная мебель (30 посадочных мест), компьютерный класс с выходом в сеть Интернет (17 компьютеров), принтер HP Deskjet 1280, сканер EPSONGT1500 A3.

## **9. Программное обеспечение**

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022