

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО  
Президиумом ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

## **Рабочая программа дисциплины**

### ***Биология: Биохимия***

---

Уровень высшего образования  
бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
05.03.06 «Экология и природопользование»

---

Направленность образовательной программы  
«Экология»

---

Квалификация (степень)  
бакалавр

---

Форма обучения  
очная

---

Нижний Новгород  
2021

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», преподается в 5 семестре.

Дисциплина «Биология: Биохимия» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Общая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика». Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией, законами и концепцией химии, современными представлениями о строении вещества, свойствах химических элементов и их соединений, применение химических концепций, закономерностей и расчетов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-2:</i> владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владение методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (Базовый этап)	<b>ЗНАТЬ:</b> фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования ( <b>31 ОПК-2</b> )  <b>УМЕТЬ:</b> пользоваться методами биохимического анализа различных групп соединений живого, некоторыми методами отбора и биохимического анализа биологических проб ( <b>У1 ОПК-2</b> )  <b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами биохимического анализа с использованием фотоэлектроколориметра, хроматографической камеры, знаниями о современных теориях происхождения нуклеиновых кислот, белков, углеводов, липидов, а также о правилах отбора и биохимического анализа биологических проб при определении ферментативной активности и определения фосфатов в биологическом материале ( <b>В1 ОПК-2</b> )

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часов, из которых 70 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 32 часа занятия практического типа, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 74 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в том числе, 36 часов подготовки к экзамену).

### Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе					
	Всего, часы	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия практического типа	Всего	
1. Введение. Роль химических веществ в межорганизменных взаимодействиях.	6	4			4	2
2. Аминокислоты, пептиды, белки (основы структурной и динамической биохимии).	30	8		14	22	8
3. Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция.	26	6		8	14	12
4. Углеводы (основы структурной и динамической биохимии).	28	8		8	16	12
5. Липиды (основы структурной и динамической биохимии). Вторичные метаболиты липидной природы.	8	4		2	6	2
6. Интеграция и регуляция метаболизма. Системы трансдукции сигнала.	8	4		2	6	2
В т.ч. текущий контроль	2					
<b>Промежуточная аттестация – экзамен, 36 часов</b>						

#### 4. Образовательные технологии

Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и семинарских занятий, на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные технологии: *информационные лекции* (последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами), *практическое занятие* (занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Технологии проблемного обучения: *проблемные лекции* (изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала);

3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: *лекции-визуализации* (изложение содержания сопровождается презентацией – демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

В процессе освоения курса на практических занятиях осуществляется тренинг практических умений и навыков биохимического анализа биологических проб.

### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к коллоквиумам (темы коллоквиумов представлены в п. 6.4.);
- подготовка к контрольным работам (темы контрольных работ представлены в п. 6.4.);
- подготовка к устному опросу и практическим заданиям (вопросы для устного опроса и заданиям представлены в п. 6.4.);
- подготовка к практическим работам на практических занятиях (темы заданий для работ представлены в п. 6.4.);
- подготовка отчета по практическим работам;
- подготовка к экзамену;

#### **Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

#### **Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

#### **Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

#### **Самоподготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами.

На практических занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;

- 4) тщательно изучить лекционный материал;

- 5) ознакомиться с вопросами очередного практического занятия;

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

По разделам 2-5 самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных практических работ.

Самостоятельная работа студентов также включает подготовку к 3 коллоквиумам, которые проводятся по разделам 2-6, подготовку к контрольным работам, которые проводятся по разделам 1-4, подготовку к устным опросам (по отдельным темам разделов 2-4).

**Вопросы для самоподготовки к контрольной работе №1** (по разделу 1 «Введение. Роль химических веществ в межорганизменных взаимодействиях»)

1. Перечислить функции химических веществ в экологических взаимодействиях и привести примеры соединений и взаимодействий для каждой из функций.
2. Охарактеризовать (с примерами) следующие понятия: феромоны (функции, 2 различные классификации), алломоны, кайромоны, синомоны, репелленты, аттрактанты, антиовипозитанты, детерренты. Практическое применение веществ указанных групп в хозяйственной деятельности человека.
3. Дать определение аллелопатии. Привести пример аллелопатического взаимодействия.

**Вопросы для самоподготовки к контрольной работе №2** (по разделу 2 «Аминокислоты, пептиды, белки (основы структурной и динамической биохимии)»)

1. Знать формулы 18 белковых (протеиногенных) аминокислот и 2 амидов (глутамин, аспарагин), а также  $\beta$ -аланина,  $\beta$ -цианаланина, оксипролина, орнитина, цитруллина, гомосерина, селеноцистеина, формилметионина, азетидин-2-карбоновой кислоты, 3,4-дигидроксифенилаланина, 5-гидрокситриптофана. Уметь указать специфические свойства строения их боковых радикалов (серосодержащий, ароматический, др.), назвать функции небелковых аминокислот в межорганизменных взаимодействиях.
2. Уметь указать для каждой из перечисленных выше белковых аминокислот способность (или неспособность) к оптической изомерии, характер диссоциации ее бокового радикала. Уметь определять по предложенной формуле, к D- или L-ряду изомеров принадлежит аминокислота, является она заменимой или незаменимой для человека.
4. Уметь описать последовательность действий и логику анализа результата при проведении биуретовой, ксантопротеиновой, нингидриновой реакций; реакции обнаружения серы, реакций осаждения.
5. Уметь написать трипептид из предложенных аминокислот и выделить в нем пептидные связи.

**Вопросы для самоподготовки к контрольной работе №3** (по разделу 3. «Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция»)

1. Знать формулы аденина, гуанина, цитозина, тимина, урацила с нумерацией атомов гетероциклов.
2. Уметь написать спаривание комплементарных азотистых оснований.
3. Уметь, исходя из предложенного названия, написать полную химическую формулу нуклеотида (знать две системы обозначений: например, дАДФ, ГЗ`МФ, фЦ, Гфф, и т.д.). Знать формулы цАМФ, цГМФ, НАД<sup>+</sup>, ФАД.
4. Знать правила соединения нуклеотидов в полинуклеотидную цепь. Уметь писать олигонуклеотидную цепочку по сокращенной записи (например, фАфГфЦф...).

#### **Вопросы для самоподготовки к контрольной работе №4 (по разделу 4 «Углеводы (основы структурной и динамической биохимии)»)**

1. Знать классификацию и биологическую роль углеводов (с примерами), основные группы гликозидов и их функции в межорганизменных взаимодействиях.
3. Знать формулы, свойства, распространение следующих углеводов и их производных: глицеральдегид, дигидроксиацетон, эритроза, рибоза, дезоксирибоза, рибулоза, ксилоза, ксилулоза, арабиноза, глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза, глюкозамин, галактозамин, ацетилглюкозамин, метилглюкозид, фосфорные эфиры сахаров (например, фруктозо1,6дифосфат, ФГА – фосфоглицериновый альдегид), альдаровые, альдоновые, альдуроновые кислоты на примере гексоз.
4. Уметь расшифровать понятия: анамеры, эпимеры, энантиомеры, диастереомеры, мутаротация. Уметь привести примеры сахаров для иллюстрации этих понятий. Уметь писать моносахариды в D и L-форме, α- и β-формах пираноз и фураноз. Знать правила перевода формул Фишера в формулы Хеуорса и уметь ими пользоваться.
5. Знать формулы и систематические названия мальтозы, целлобиозы, лактозы, сахарозы, трегалозы, указывать, является ли предложенный дисахарид восстанавливающим и способен ли он к мутаротации.
6. Уметь писать формулы крахмала, целлюлозы, хитина, характеризовать состав гликогена. Знать основные этапы их биосинтеза.
7. Уметь выбрать для предложенных соединений качественные реакции, которые позволят их различить.

#### **Перечень проводимых практических работ:**

1. Отбор пробы для биохимического анализа. Качественные реакции на аминокислоты и белки.
2. Количественное определение белка по методу Лоури.
3. Распределительная хроматография аминокислот.
4. Активность слюнной амилазы и влияние на нее внешних факторов.
5. Количественное определение ДНК. Количественное определение РНК.
6. Качественные реакции на углеводы. Количественное определение общего фосфора в биологическом материале.

#### **Требования к оформлению отчетов по практическим работам**

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные, расчетные формулы, расчет требуемых величин по собственным первичным данным, графики, фотографии или рисунки в количестве, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам.

## **Вопросы для самоподготовки к коллоквиумам**

### **Вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу 2 «Аминокислоты, пептиды, белки (основы структурной и динамической биохимии)»**

- 1) Аминокислоты белковые и небелковые. Строение, классификация, диссоциация, формулы, аминокислот. Методы качественного и количественного анализа аминокислот в биологических объектах.
- 2) Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Функции белков внутри организма и в экологических взаимодействиях. Представители различных групп. Особо обратить внимание на материал о гликопотеинах. Алгоритм действий по определению концентрации белка в пробе методом Лоури.
- 3) Свободные пептиды: функции, строение, представители, экологическая роль.
- 4) Белки: первичная структура. Характеристики пептидной связи. Уметь писать пептидную цепочку.
- 5) Белки: вторичная и сверхвторичная структура. Домены.
- 6) Белки: третичная и четвертичная структура. Коэффициент асимметрии. Фибриллярные и глобулярные белки (особенности строения, биол. роль, представители). Фолдинг. Шапероны. Денатурация и ренатурация.
- 7) Цикл азота. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа. Образование нитритов и нитратов. Основные пути биосинтеза аминокислот.
- 8) Расщепление белков внутри и вне организма. Пептид-гидролазы. Убиквитин.
- 9) Дезаминирование аминокислот (окислительное – с уравнением реакции).
- 10) Орнитиновый цикл. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания.
- 11) Ферменты: строение, классификация, ферментативная кинетика, типы ингибирования, примеры ингибиторов. Методы анализа влияния pH, температуры, ингибиторов на активность ферментов.

### **Вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу 3 «Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция»**

- 1) Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов. Функции ДНК и РНК.
- 2). Строение ДНК. Отличия в строении у про- и эукариот. Алгоритм действий по количественному определению ДНК в биологической пробе методом Дише.
- 3). Виды РНК: различия и сходство строения и функций, пути возникновения разных РНК. Алгоритм действий по количественному определению РНК в биологической пробе методом Мейбаум. РНП-комплексы. Строение рибосом про- и эукариот.
- 4). Репликация. Условия протекания. Отличия у про- и эукариот. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Роль вспомогательных белков при репликации.
- 5). Транскрипция. Условия протекания. Отличия у про- и эукариот. Вспомогательные белки. Процессинг. Модель Чамберлена.
- 6) Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадии синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
- 7) Регуляция синтеза белка (особо – у прокариот: роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, механизмы индукции и репрессии, роль цАМФ в регуляции. У эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы, групповая регуляция сигнальными веществами (феромонами и гормонами), регуляция на уровне процессинга).

### **Вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделам 4, 5, 6 (“Углеводы”, “Липиды”, “Интеграция и регуляция метаболизма. Системы трансдукции сигнала”)**

- 1) Планетарная роль фотосинтеза. Значение и основные стадии темновой фазы фотосинтеза (цикл Кальвина).

- 2) Фототрофы, хемотрофы. Типы макроэргических соединений в живых организмах, их роль в обмене веществ.
- 3) Гликолиз. Значение, последовательность реакций, энергетический выход. Пути дальнейшего превращения пирувата. Брожение и его различные типы.
- 4) Глюконеогенез. Значение, последовательность реакций, энергетические затраты.
- 5) Цикл Кребса как “перекресток метаболизма”. Его роль в клеточном дыхании, обмене липидов, углеводов, белков.
- 6) Дыхательная цепь. Участки сопряжения дыхательной цепи. Механизм сопряжения при фосфорилировании.
- 7) Липиды: общая характеристика, классификация. Примеры участия липидов и их компонентов в метаболизме и экологических взаимодействиях.
- 8) Расщепление липидов различных групп, роль ферментов.  $\beta$ -окисление жирных кислот.
- 9) Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов в системах трансдукции сигнала.

### **Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

## **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**ОПК-2:** владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владение методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

*Этап формирования – базовый.*



Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>ЗНАТЬ:</b> фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования (31 ОПК)	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>УМЕТЬ:</b> пользоваться методами биохимического анализа различных групп соединений живого, некоторыми методами отбора и биохимического анализа биологических проб (У1 ОПК)	Отсутствии минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами биохимического анализа с использованием фотоэлектроколориметра, хроматографической камеры, знаниями о современных теориях происхождения нуклеиновых кислот, белков, углеводов, липидов, а также о правилах отбора и биохимического анализа биологических	Отсутствии владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

проб при определении ферментативной активности и определения фосфатов в биологическом материале (В1 ОПК)							
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль сформированности компетенций студентами проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

### Шкала оценивания ответа на экзамене

Характеристика ответа	оценка
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.	Превосходно
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей.	Отлично
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом хороший ответ с	Очень хорошо

одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Иллюстрация ответа либо химическими формулами, либо схемами реакций, либо схемами метаболических путей.	
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ, проиллюстрировать его описаниями метаболических и физиологических процессов.	Хорошо
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя правильно сформулировать главные компоненты ответа.	Удовлетворительно
Недостаточно знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при помощи преподавателя.	Неудовлетворительно
Не знает и не понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования.	Плохо
Ответ отсутствует	Неявка, не допущен

#### Шкала оценивания контрольных работ

Критерий оценивания	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
% правильно выполненных заданий контрольной работы	Менее 50%	50-60 %	61-90%	91-100 %

Шкала оценивания устных ответов и выполнения практических заданий при опросах по разделам 2-4

Критерий оценивания	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
---------------------	----------	--------	---------	---------

Характеристика знаний и умений за коллоквиум	Отказывается отвечать, выполнять задания, оппонировать или не знает, не умеет, не способен оппонировать, выполнять задания.	Фрагментарные знания, умения, не более 1 грубой и 1 - нескольких небольших ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Ошибки исправлены после направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	Знание и умение с небольшими ошибками или без пробелов и ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании .
--	---	--	---	---

#### Шкала оценивания коллоквиумов

Критерий оценивания	0 баллов	3 балла	3,5 балла	4 балла	4,5 балла	5 баллов
Характеристика знаний и умений за коллоквиум	Не знает, не умеет. Не способен оппонировать.	Фрагментарные знания, умения, много грубых ошибок при ответе, выполнении и заданий, оппонировании.	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	Знание и умение с небольшими пробелами, мало ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Эти пробелы и ошибки полностью устраняются после указания на них со стороны преподавателя или оппонента.	Знание и умение полное и устойчивое , систематическое, успешное, самостоятельное. Имеются небольшие пробелы в оппонировании. ИЛИ: Знание и умение полное и устойчивое , систематическое, но с небольшим и пробелами. Оппонирование успешное, полное, самостоятельное.	Знание и умение полное и устойчивое , систематическое, успешное, самостоятельное как при ответе, так и при выполнении и заданий, оппонировании.

Шкала оценивания отчетов по практическим работам

Зачтено (3 балла)	Отчеты оформлены согласно требованиям п.5, сданы на проверку не позднее, чем на последнем практическом занятии. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем практическом занятии).
Не зачтено (0 баллов)	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы на последнем практическом занятии. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя.

Шкала оценивания ответа на экзамене

Характеристика ответа	оценка
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.	Превосходно
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями, Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей.	Отлично
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Иллюстрация ответа либо химическими формулами, либо схемами реакций, либо схемами метаболических путей.	Очень хорошо
Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ, проиллюстрировать его описаниями метаболических и физиологических процессов.	Хорошо

Знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя правильно сформулировать главные компоненты ответа.	Удовлетворительно
Недостаточно знает и понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при помощи преподавателя.	Неудовлетворительно
Не знает и не понимает фундаментальные разделы биохимии и молекулярной биологии в объеме, необходимом для освоения химических и биологических основ экологии и природопользования.	Плохо
Ответ отсутствует	Неявка, не допущен

### Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине «Биология: Биохимия»

Оценка текущей успеваемости студентов в семестре

№ п/п	Оцениваемая позиция	Возможное количество баллов
1.	Контр/раб. 1	<b>1 - 3</b>
2.	Контр/раб. 2	<b>1 - 3</b>
3.	Контр/раб. 3	<b>1 - 3</b>
4.	Контр/раб. 4	<b>1 - 3</b>
5.	Коллоквиум 1	<b>3 - 5</b>
6.	Коллоквиум 2	<b>3 - 5</b>
7.	Коллоквиум 3	<b>3 - 5</b>
8.	Сдача отчетов по практическим работам	<b>+ 3 - сдача отчетов в срок</b>
9.	Поощрительные баллы за устные ответы и выполнение практических заданий при опросах	+ 1 балл за каждый
10.	Поощрительные баллы за успешно построенный* по собственным экспериментальным данным калибровочный график	+ 1 балл за каждый
11.	ИТОГО за семестр	<b>минимум 16 основных баллов максимум 30 основных баллов +</b>

		до 6 поощрительных баллов
--	--	---------------------------

\* - успешно построенным считается калибровочный график, совпадающий по значениям оптической плотности с эталонными значениями, имеющимися у преподавателя.

#### Примечания:

1. Пропущенные и неотработанные занятия, а также несданные отчеты за практические работы являются основанием для выставления неудовлетворительной итоговой оценки за предмет независимо от текущего и экзаменационного рейтинга студента. Отрабатывать занятия разрешается студентам, допустившим пропуск по уважительной причине и представившим соответствующий документ преподавателю и в ОУВР.

2. Отчеты за пропущенные работы к проверке не допускаются.

3. Баллы за сданные отчеты начисляются по факту сдачи ВСЕХ отчетов (по принципу «все или ничего»).

4. Студент, написавший все контрольные работы не менее чем на 3 балла, сдавший все коллоквиумы не менее чем на 5 баллов, сдавший отчеты в срок, а также получивший не менее 2 поощрительных баллов освобождается от экзамена с итоговой оценкой “отлично” (в этом случае результаты пересдач не учитываются).

#### 2. Балльная шкала за оценку на экзамене (максимум – 20 баллов)

Оценка на экзамене	Превосх	Отл	Очень хорошо	Хорошо	Удовл.	Неудовл.	Плохо	Неявка, не допущен
Эквивалент в баллах	20	18-19	17	16	14-15	12-13	11 и менее	0

3. Шкала перевода суммы баллов по дисциплине (итогового рейтинга) в оценку, выставляемую в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку:

Итоговая оценка	Превосх	Отл	Очень хорошо	Хорошо	Удовл.	Неудовл.	Плохо
Итоговый рейтинг по дисциплине	49-50	46-48	43-45	38-42	30-37	25-29	24 и менее

### 6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости предусматривает систематический мониторинг качества получаемых студентами знаний и практических умений по всем разделам учебного плана, а также результатов самостоятельной работы над изучаемой дисциплиной

Промежуточная аттестация по результатам работы студента в текущем периоде проходит в форме экзамена.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний, используются следующие процедуры и технологии:

- коллоквиумы;
- контрольные работы;
- устный опрос и практические задания.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные работы;
- отчет по практическим работам.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции проводится экзамен.

**6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции**

#### **Перечень вопросов для экзамена**

##### **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ**

1. Экологическая биохимия: предмет, проблемы, понятия, история возникновения (отдельного вопроса не будет).
2. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях. Уметь перечислить в общем и пояснить для отдельных классов веществ (свободных аминокислот и жирных кислот, белков и пептидов, углеводов, липидов).
3. Инозитолфосфатная система и ее роль в регуляции метаболизма. Роль G-белков.
4. Регуляция метаболизма. Пути передачи сигнала в клетку. Гормоны и феромоны как первичные мессенджеры.. Механизм действия водорастворимых (на примере адреналина) и жирорастворимых гормонов.
5. Ферменты. Строение, классификация (знать все классы!), катализируемые реакции, представители (с примерами реакций). Пути регуляции метаболизма через ферментативный аппарат.
6. Кинетика ферментативных реакций. Ур-ние Михаэлиса – Ментен, графики. Зависимость от температуры, pH, концентрации субстрата и фермента и т.д. Ингибиторы ферментов и их классификация.
7. Вторичные метаболиты. Значение в экологических взаимодействиях.

##### **БЕЛКИ**

1. Аминокислоты. Строение, классификация, диссоциация, формулы отдельных представителей (и небелковые тоже!), экологическая роль.
2. Моноаминодикарбоновые аминокислоты. Строение, роль в метаболизме, формулы отдельных представителей.
3. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Функции белков. Представители различных групп. Особо – гликопротеины и гемоглобин.
4. Свободные пептиды: функции, строение, представители, экологическая роль.
5. Белки: первичная структура. Торсионные углы, написание пептидных цепочек.
6. Белки: вторичная и сверхвторичная структура. Формула альфа-спирали и ее подтверждение. Домены.



7. Белки: третичная и четвертичная структура. Фибриллярные и глобулярные белки (особенности строения, представители). Денатурация и ренатурация.
8. Круговорот азота. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа. Основные пути биосинтеза аминокислот. Нитратредуктаза, нитритредуктаза и реакции, ими производимые.
9. Расщепление белков внутри и вне организма (защита от самопереваривания). Пептидгидролазы (с примерами). Убиквитин. Протеасома. Зимогенные формы ферментов.
10. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания. Образование мочевины (орнит. цикл).

## НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ И МАТРИЧНЫЕ СИНТЕЗЫ

1. Нуклеотиды, нуклеозиды. Строение, номенклатура. Минорные нуклеотиды
2. Свободные нуклеотиды. Строение и функции (биологическая роль). Циклические нуклеотиды (цАМФ и цГМФ).
3. Строение нуклеиновых кислот: первичная структура.
4. Нуклеиновые кислоты: вторичная структура. Правила Чаргаффа.
5. Строение нуклеиновых кислот: третичная структура.
6. рРНК: строение, функционирование, отличия у организмов разных систематических групп.
7. Строение и функции тРНК.
8. Репликация, отличия у про- и эукариот. Репликативная вилка. Фрагменты Оказаки. Теломеры и теломераза.
9. Транскрипция у про- и эукариот. Оперон, транскриптон. Роль вспомогательных белков. Процессинг.
10. Генетический код и его свойства.
11. Процесс трансляции: общая характеристика. Этапы, ферменты, белковые факторы, энергетические затраты.
12. Трансляция. Этап активации аминокислот, АРСазы. Этап инициации трансляции.
13. Этап элонгации и терминации в биосинтезе белка. Посттрансляционные события, фолдинг. Роль шаперонов.
14. Регуляция биосинтеза белка на уровне транскрипции (индуцибельные и репрессируемые ферменты, катаболическая репрессия и все др. способы)

## УГЛЕВОДЫ

1. Общая характеристика углеводов: функции, классификация, представители.
2. Источники энергии для живых организмов. Высокоэнергетические соединения и их классификация.
3. Моносахариды: классификация и изомерия. Понятие гликозидов. Гликозиды в межорганизменных взаимодействиях.
4. Гексозы. Формулы и свойства представителей. Пути взаимопревращения.
5. Дисахариды. Формулы и характеристика отдельных представителей.
6. Гликолиз. Ферменты, энергетика (расчет АТФ). Реакции субстратного фосфорилирования.
7. Цикл трикарбоновых кислот – метаболический котёл.
8. Пути дальнейших превращений конечных продуктов гликолиза (ПВК)
9. Глюконеогенез.
10. Цикл Кальвина и его значение в функционировании экосистем.
11. Сахароза, крахмал, гликоген. Строение, свойства, особенности синтеза.
12. Роль фосфатов сахаров и НДФС в биосинтезе углеводов.
14. Субстратное фосфорилирование. Понятие, примеры реакций.
15. Окислительное фосфорилирование. Компоненты и работа дыхательной цепи. Теория Митчелла. Энергетическая лестница. Вещества – ингибиторы окислительного фосфорилирования.

16. Функции углеводов. Регуляция постоянства содержания глюкозы в крови. Инсулин, адреналин.
17. Пентозофосфатный путь и его значение.

## **ЛИПИДЫ**

1. Липиды: общая характеристика, классификация. Нейтральные жиры и жирные кислоты.
2. Гликолипиды. Классификация, представители.
3. Синтез липидов.
4. Расщепление липидов различных групп, ферменты, участвующие в процессах расщепления.
5. Окисление глицерина и жирных кислот в тканях. Реакции и энергетика (подсчет АТФ на примере пальмитиновой кислоты)
6. Фосфолипиды. Классификация, представители, свойства. Особо – формула фосфатидилинозитов.
7. Общие представления о стероидах, восках, терпенах: принципы строения, экологическая роль.

### **Перечень вопросов для устного опроса и выполнения практических заданий для оценки знаний компетенции «ОПК-2»**

**к устному опросу по разделу 2 «Аминокислоты, пептиды, белки (основы структурной и динамической биохимии)»**

1. Как провести качественные реакции на аминокислоты: биуретовую, ксантопротеиновую, нингидриновую, Фоля? Как отличить свободную аминокислоту от белка и пептида?
2. Приведите примеры условий среды, вызывающих денатурацию белков.
3. Как провести разделение аминокислот методом жидкостной распределительной хроматографии? На каких принципах основан данный метод? Что показывает величина  $R_f$ ?
4. Назовите общие принципы классификации белков и пептидов. Приведите примеры свободных пептидов, их экологических функций, укажите особенности их строения и функционирования. Перечислите группы простых и сложных белков.

**к устному опросу по разделу 3 «Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция»**

1. Репликация как матричный процесс. Ферменты репликации и их субстраты у про- и эукариот. Последовательность событий на стадии инициации, элонгации, терминации репликации. Роль вспомогательных белков при репликации. Особенности репликации у эукариот.

**к устному опросу и выполнению практических заданий по разделу 4 «Углеводы (основы структурной и динамической биохимии)»**

1. Укажите принцип и/или приведите схему необходимых Вам реакций для выявления углеводов, восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов, кетоз, крахмала, декстринов.
2. Приведите реакции цикла трикарбоновых кислот, укажите ферменты, катализирующие эти реакции. Рассчитайте, сколько АТФ (и ГТФ) образуется, если 1 молекула глюкозы подвергнется превращению по пути гликолиз – ЦТК (без учета процессов окислительного фосфорилирования).

### **Задания для практических работ для оценки владений компетенции «ОПК-2»**

1. Провести качественные реакции на аминокислоты и белки (биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, нингидриновая реакция, реакция Фоля, реакции

осаждения белков), определить в растворе-«задаче» присутствие белков, пептидов, свободных аминокислот, а также установить некоторые особенности строения боковых радикалов или расположения аминогруппы в присутствующих аминокислотах.

2. Провести количественное определение белка по методу Лоури, установить содержание белка в растворе – «задаче».

3. С помощью распределительной хроматографии аминокислот на бумаге и силуфоле определить аминокислотный состав растворов – «задач».

4. Провести определение активности слюнной амилазы амилокластическим методом и влияния внешних факторов (определить активирующее/ингибирующее действие солей и влияние pH среды) на активность амилазы.

5. Провести количественное определение ДНК методом Дише и количественное определение РНК по Мейбаум, определить содержание ДНК и РНК в биологических объектах.

6. Провести реакции обнаружения углеводов (реакция Подобедова-Молиша, реакция Селиванова, реакция с жидкостью Фелинга, реакция Барфедда) и определить вещество, содержащееся в растворе-«задаче» (глюкоза, сахароза, мальтоза, фруктоза).

7. Провести определение общего фосфора в биологическом материале.

### **Примеры контрольных работ для оценки знаний и умений компетенции «ОПК-2»**

Контрольная работа №1.

1. Перечислить функции химических веществ в экологических взаимодействиях и привести примеры соединений и взаимодействий для каждой из функций..

2. Охарактеризовать (с примерами) следующие понятия: феромоны (функции, 2 различные классификации), алломоны, кайромоны, синомоны, репелленты, аттрактанты, антиовипозитанты, детерренты. Практическое применение веществ указанных групп в хозяйственной деятельности человека.

3. Дать определение аллелопатии. Привести пример аллелопатического взаимодействия.

Контрольная работа №2.

#### **ВАРИАНТ 1**

I. Ответьте на вопросы:

1. К диаминомонокрбонным кислотам относится:

а) изолейцин; б) орнитин в) триптофан; г) серин.

2. Иминокислотой является:

а) серин; б) триптофан; в) орнитин г) пролин.

3. К аминокислотам, у которых боковой радикал диссоциирует по щелочному типу не относится:

а) лизин; б) пролин; в) аргинин; г) гистидин.

4. Наибольшее число атомов азота имеет аминокислота:

а) аргинин; б) фенилаланин; в) изолейцин; г) орнитин.

5. Незаменимой аминокислотой является:

а) тирозин; б) глицин; в) валин; г) пролин.

6. К аминокислотам с полярным положительно заряженным боковым радикалом относится:

а) триптофан; б) лейцин; в) лизин; г) валин.

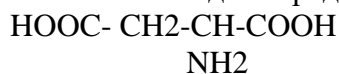
7. Не обладает оптической активностью:

а) глицин; б) пролин; в) цистин; г) серин.

8. К аминокислотам с гидрофобным боковым радикалом относится:

а) аспарагин; б) серин; в) лейцин; г) треонин.

9. Формула какой аминокислоты здесь представлена:



а) L-аспарагиновая кислота; б) D-аспарагиновая кислота; в) L-глутаминовая кислота; г) D-глутаминовая кислота.

II. Напишите формулу пептида:

Лизин – пролин – фенилаланин – глутаминовая кислота

### Вопросы для коллоквиумов для оценки знаний компетенции «ОПК-2»

- 1) Аминокислоты белковые и небелковые. Строение, классификация, диссоциация, формулы, аминокислот. Методы качественного и количественного анализа аминокислот в биологических объектах.
- 2) Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Функции белков внутри организма и в экологических взаимодействиях. Представители различных групп. Особо обратить внимание на материал о гликопротеинах. Алгоритм действий по определению концентрации белка в пробе методом Лоури.
- 3) Свободные пептиды: функции, строение, представители, экологическая роль.
- 4) Белки: первичная структура. Характеристики пептидной связи. Уметь писать пептидную цепочку.
- 5) Белки: вторичная и сверхвторичная структура. Домены.
- 6) Белки: третичная и четвертичная структура. Коэффициент асимметрии. Фибриллярные и глобулярные белки (особенности строения, биол. роль, представители). Фолдинг. Шапероны. Денатурация и ренатурация.
- 7) Цикл азота. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа. Образование нитритов и нитратов. Основные пути биосинтеза аминокислот.
- 8) Расщепление белков внутри и вне организма. Пептид-гидролазы. Убиквитин.
- 9) Дезаминирование аминокислот (окислительное – с уравнением реакции).
- 10) Орнитиновый цикл. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания.
- 11) Ферменты: строение, классификация, ферментативная кинетика, типы ингибирования, примеры ингибиторов. Методы анализа влияния pH, температуры, ингибиторов на активность ферментов.
- 12) Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов. Функции ДНК и РНК.
- 13) Строение ДНК. Отличия в строении у про- и эукариот. Алгоритм действий по количественному определению ДНК в биологической пробе методом Дише.
- 14) Виды РНК: различия и сходство строения и функций, пути возникновения разных РНК. Алгоритм действий по количественному определению РНК в биологической пробе методом Мейбаум. РНП-комплексы. Строение рибосом про- и эукариот.
- 15) Репликация. Условия протекания. Отличия у про- и эукариот. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Роль вспомогательных белков при репликации.
- 16) Транскрипция. Условия протекания. Отличия у про- и эукариот. Вспомогательные белки. Процессинг. Модель Чамберлена.
- 17) Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадии синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
- 18) Регуляция синтеза белка (особо – у прокариот: роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, механизмы индукции и репрессии, роль цАМФ в регуляции. У эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы,

групповая регуляция сигнальными веществами (феромонами и гормонами), регуляция на уровне процессинга).

- 19) Планетарная роль фотосинтеза. Значение и основные стадии темновой фазы фотосинтеза (цикл Кальвина).
- 20) Фототрофы, хемотрофы. Типы макроэргических соединений в живых организмах, их роль в обмене веществ.
- 21) Гликолиз. Значение, последовательность реакций, энергетический выход. Пути дальнейшего превращения пирувата. Брожение и его различные типы.
- 22) Глюконеогенез. Значение, последовательность реакций, энергетические затраты.
- 23) Цикл Кребса как “перекресток метаболизма”. Его роль в клеточном дыхании, обмене липидов, углеводов, белков.
- 24) Дыхательная цепь. Участки сопряжения дыхательной цепи. Механизм сопряжения при фосфорилировании.
- 25) Липиды: общая характеристика, классификация. Примеры участия липидов и их компонентов в метаболизме и экологических взаимодействиях.
- 26) Расщепление липидов различных групп, роль ферментов.  $\beta$ -окисление жирных кислот.
- 27) Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов в системах трансдукции сигнала.

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия в 2 ч. Часть 1.; под общ. ред. В. П. Комова. — М.: Издательство Юрайт. — 2020. — 333 с. Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/199F2E14-2EC3-4489-B0F5-2E58E0F3660B](http://www.biblio-online.ru/book/199F2E14-2EC3-4489-B0F5-2E58E0F3660B)
2. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия в 2 ч. Часть 2.; под общ. ред. В. П. Комова. — М.: Издательство Юрайт. — 2020. — 315 с. Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/1DEDE86B-03B1-4A9D-8C20-C685200C9187](http://www.biblio-online.ru/book/1DEDE86B-03B1-4A9D-8C20-C685200C9187)
3. Стручкова И.В. Брилкина А.А., Веселов А.П. Регуляция биосинтеза белка: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. — 2010. — 100 с. Зарегистрировано в ФООР ННГУ 12.01.2011 № 317.11.01.
4. Стручкова И.В., Брилкина А.А. Аминокислоты. Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. — 2016. — 32 с. Зарегистрировано в ФООР ННГУ 21.12.16. № 1323.16.01

#### **б) дополнительная литература:**

1. Стручкова И.В., Кальясова Е.А. Качественный и количественный анализ углеводов и органических кислот: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. — 2016. — 43 с. Зарегистрировано в ФООР ННГУ 17.11.16 № 1295.16.01
2. Митякина Ю.А. Биохимия. — М.: РИОР : ИНФРА-М. — 2020. — 113 с. Доступна на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548297>

3. Димитриев А.Д., Амбросьева Е.Д. Биохимия. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°». – 2012. – 168 с. Доступна на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415230>

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Для проведения практических занятий используются: биохимическая лаборатория, оснащенная вытяжным шкафом, водяной баней, весами, электрическими плитками, фотоэлектроколориметром, иономером, хроматографической камерой, холодильником, необходимым комплектом химической посуды, автоматических дозаторов, реактивов. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Автор к.б.н., доцент каф. биохимии и физиологии Стручкова И.В.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_ д.б.н., проф. Романова Е.Б.

Заведующий кафедрой биохимии и физиологии \_\_\_\_\_ д.б.н., проф. Веселов А.П.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института биологии и биомедицины от 6 декабря 2021, протокол № 3.