

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор института нано-, био-,  
информационных, когнитивных  
и социогуманитарных наук и  
технологий**

**Т.Е. Григорьев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Введение в биоорганическую химию
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Суперкомпьютерное моделирование ядерных процессов и технологий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра нано-, био-, информационных и когнитивных технологий
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: О.Д. Лопина, д-р биол. наук, профессор, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры нано-, био-, информационных и когнитивных технологий  
19.03.2021

## Аннотация

Биоорганическая химия изучает связь между строением органических веществ и их биологическими функциями, используя методы органической и физической химии, а также физики и математики. Объекты изучения биоорганической химии – биологически важные природные и синтетические соединения, главным образом биополимеры, а также витамины, гормоны, антибиотики, природные феромоны и сигнальные вещества, биологически активные вещества растительного происхождения, внутриклеточные регуляторы, а также синтетические регуляторы биологических процессов – лекарственные препараты, пестициды и другие.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование базовых знаний основных понятий и законов химии, свойств важнейших веществ, понимание сути химических превращений, способности применять знания на практике.

#### Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области биологической химии;
- приобретение теоретических знаний в области изучения наиболее важных процессов биологического обмена веществ в живой клетке, координации и регуляции этого обмена, сопряжения метаболических циклов;
- оказание консультаций и помощи студентам в области тех разделов молекулярной биологии и химии живого, которые необходимы для выполнения собственной теоретической и практической работы студентов;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы со специальной научной литературой биологической направленности.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории

	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные закономерности химических процессов;
- свойства химических элементов и их соединений;
- правила техники безопасности при работе с химическими реактивами.

уметь:

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;
- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;
- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.
--	---

№	Тема (раздел) дисциплины	Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в биоорганическую химию.	4	1		6
2	Уровни описания строения биоорганических соединений.	2	1		6
3	Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических соединениях.	4	3		6
4	Пространственное строение и изометрия.	4	3		5
5	Кислотно-основные свойства органических соединений.	4	1		6
6	Структурные компоненты биополимеров.	4	1		6
7	Уровни пространственной организации биополимеров.	4	2		5
8	Методы исследования биоорганических соединений.	4	3		5
Итого часов		30	15		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

##### 1. Введение в биоорганическую химию.

Предмет органической химии. Углерод. Источники выделения и получения органических веществ. Основные классы органических соединений: углеводороды, функциональные производные, гетероциклы.

Рациональная и IUPAC номенклатуры – основные положения и правила. Уровни описания органических соединений: качественный состав, количественный состав, строение. Структурная изомерия. Методы исследования органических соединений.

##### 2. Уровни описания строения биоорганических соединений.

Классификация органических соединений по строению углеродного скелета. Функциональные группы и соответствующие классы органических соединений. Два вида номенклатуры. Систематическая номенклатура ИЮПАК. Тривиальные названия. Химическая связь в органических соединениях. Методы молекулярных орбиталей (МО) и резонансных структур (РС). Формулы Льюиса. Индуктивные эффекты. Энергия сопряжения. Мезомерные эффекты. Делокализованные связи в методе РС. Предельные резонансные структуры.

Ароматические соединения, ароматичность. Правило Хюккеля.  $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\pi$ -Сопряжение ;  $\pi$ -сопряжение. Бензол и ароматические циклы. Водородная связь в органических соединениях. Межмолекулярные взаимодействия.

##### 3. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических соединениях.

Атомные орбитали. Гибридизация орбиталей.  $\sigma$  и  $\pi$  – Связи. Квантово-механическое описание ковалентной связи. Метод молекулярных орбиталей (МО) и метод резонансных структур. Сопряжение и ароматичность. Правило Хюккеля. Индуктивные эффекты. Мезомерные эффекты (эффект сопряжения).

#### 4. Пространственное строение и изометрия.

Элементы симметрии и условия возникновения хиральности. Относительная и абсолютная конфигурация. Тетраэдрические проекции. Проекция по Фишеру. Соединения, содержащие несколько хиральных центров. Ньюменовские проекции. Энантиомерия, диастереомерия. Рацематы. Мезо-формы. Стереохимия аминокислот и углеводов.

#### 5. Кислотно-основные свойства органических соединений.

Кислотность и основность по Бренстеду. Кислоты и основания Льюиса. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных групп на силу кислот и оснований.  $pK_a$  и  $pK_b$ . Кислотно-основное равновесие в растворе аминокислот. Цвиттер-ионы, изоэлектрическая точка. Нейтральные, кислые и основные  $\alpha$ -аминокислоты.

#### 6. Структурные компоненты биополимеров.

Некоторые химические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Качественные реакции. Строение и синтез пептидов. Моносахариды. Циклические формы сахаров. Нуклеозиды и нуклеотиды.

#### 7. Уровни пространственной организации биополимеров.

Силы, стабилизирующие пространственную структуру биополимеров. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Первичная, вторичная и третичная структура нуклеиновых кислот.

#### 8. Методы исследования биоорганических соединений.

Электрофорез. Хроматография. Спектральные методы. Дифракционные методы.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Общая и неорганическая химия [Текст] : учебник для вузов / Н. С. Ахметов .— 7-е изд., стереотип. — М. : Высшая школа, 2009 .— 743 с.
2. Биохимические основы жизнедеятельности человека [Текст] : учеб. пособие для вузов / [Ю. Б. Филиппович и др.] .— М. : ВЛАДОС, 2005 .— 407 с.
3. Биохимия [Текст] : учебник для студентов мед. вузов / под ред. Е. С. Северина .— 5-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР - Медиа, 2013, 2015 .— 768 с.

Фонд литературы кафедры

4. Наглядная биохимия. Кольман Я., Рём К.-Г. М.: Мир, 2000. - 469 с.

#### Дополнительная литература

Фонд литературы кафедры

1. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. - М.: Просвещение, 1987.

### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) <http://lib.mipt.ru/catalogue/1604/?t=492> – электронная библиотека Физтеха, раздел «Общая химия»
- 2) <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
- 3) <http://chemistry.fizteh.ru/materials/>
- 4) [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) Химия

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При подготовке и чтении лекций может потребоваться следующее программное обеспечение: MS Word, MS Power Point, MS Visio. При самостоятельном изучении учебного материала необходимо наличие установленных: Acrobat Reader, DJVU Reader.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Суперкомпьютерное моделирование ядерных процессов и технологий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра нано, био, информационных и когнитивных технологий
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет	
<b>Разработчик:</b>	О.Д. Лопина, д-р биол. наук, профессор, доцент

# 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей



## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в биоорганическую химию» обучающийся должен:

### знать:

- основные закономерности химических процессов;
- свойства химических элементов и их соединений;
- правила техники безопасности при работе с химическими реактивами.

### уметь:

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;
- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;
- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов.

### владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по темам предыдущих занятий по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

### **3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Введение в биоорганическую химию» осуществляется в форме дифференцированного зачета в 3 семестре.

#### **Перечень типовых контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета:**

1. Дайте определение жизни. Ограничивается ли жизнь клеточными формами? Какие формы жизни Вам известны? Для чего важно изучать химию живых систем?
2. Что такое биогенные элементы? Какими общими свойствами обладают биогенные элементы? Приведите примеры биогеохимических циклов, и важность их отдельных стадий.
3. Расскажите о наиболее масштабных открытиях в биологической химии. Какова роль биохимии в структуре современного знания?
4. Расскажите о принципах классификации аминокислот. Что такое стереоспецифичность? Почему именно аминокислоты наиболее подходят для создания биологических катализаторов? Какие именно реакции наиболее характерны для аминокислот?
5. Опишите основные свойства пептидной связи. Какие уровни организации структуры белка Вам известны? В чём состоит преимущество полипептидных цепей как строительного модуля?
6. Расскажите об основных вариантах классификации белков. Как может происходить возникновение новых вариантов белков? Возможна ли абиогенная эволюция?
7. Опишите известные Вам методы исследования белков. Какие именно биологические задачи можно решать этими методами?
8. Какими методами можно выделять и разделять белки? Расскажите о хроматографических и электрофоретических методах работы с белками.
9. Что такое протеомика? Какие принципиально новые биологические данные можно получить её методами?
10. Расскажите о классификации ферментов согласно выполняемым ими функциям. Как именно происходит ферментативный катализ (на примере уреазы или другого белка)?
11. Какие практические применения находятся для ферментов в практике науки и в быту? Является ли ферментативный катализ обратимым процессом?
12. Какие количественные параметры характеризуют ферментативный катализ? Что такое ингибиторы и активаторы ферментов? Расскажите об известных Вам вариантах кинетики ферментативных реакций?
13. Опишите известные Вам классы нуклеиновых кислот. Какова, на Ваш взгляд, очерёдность возникновения этих классов в ходе эволюции живого? В чём состоят принципиальная разница биологической химии этих классов?
14. Расскажите об известных Вам мономерах нуклеиновых кислот, путях синтеза и разнообразии форм нуклеиновых кислот в клетке. В каких биологических процессах преимущественно участвуют те или иные формы нуклеиновых кислот?
15. Какова роль нуклеиновых кислот? Способны ли они к катализу биологических реакций (если да, приведите, примеры)? Расскажите о бактериофагах, профагах и плазмидах.
16. Расскажите о производных нуклеотидов, служащих универсальными энергетическими метаболитами клетки. Что такое макроэргические соединения? Как

происходит запасание энергии в нуклеотидтрифосфатах? Что такое перефосфорилирование?

17. Расскажите об основных методах выделения и исследования нуклеиновых кислот. Какую биологическую информацию можно получать этими методами?

18. Опишите основные методы генной инженерии, Вам известные. Что такое эндонуклеазы рестрикции? Какие ферменты обмена нуклеиновых кислот применяются в генной инженерии?

19. Расскажите, что такое геномика, и что входит в компетенцию этой науки. Что такое биоинформатика? Какие биологические задачи можно решать методами геномики и биоинформатики?

20. Расскажите об основных закономерностях, определяющих процесс репликации ДНК. Зачем нужна репликация? Как происходит «контроль качества» при репликации? Опишите основные стадии репликации генома прокариот.

21. Какие механизмы репликации генома Вам известны? Одинаковы ли они для геномов различной топологии? Как происходит репликация одноцепочечных геномов (например, вирусных)?

22. Расскажите об основных ферментах, участвующих в репликации ДНК. Какова функция каждого из них?

23. В чём смысл явления транскрипции нуклеиновых кислот? Зачем нужен посредник между геномом и синтезом белка? Опишите основные события при транскрипции.

24. Как организована регуляция транскрипции у прокариот? Что такое промотор? Каковы основные отличия биологии гена у прокариот и эукариот?

25. Какие ферменты и белковые факторы участвуют в транскрипции? Что такое аттенуация промотора? Опишите основные принципы оперонной концепции, предложенной Жакобом и Моно (на примере регуляции транскрипции генов лактозного оперона).

26. Что такое центральная догма молекулярной биологии? В чём смысл векторности потока информации и материи в клетке? Как происходит реализация трёхмерных структур на основании одномерной генетической информации?

27. Что такое трансляция? Расскажите об основных механизмах трансляции у прокариот. Какие макромолекулы, комплексы молекул и низкомолекулярные вещества участвуют в трансляции? Как происходит декодирование триплетного кода?

28. Что такое генетический код? Является ли он общим для всех живых организмов? Каковы материальные основы молекулярной машины, декодирующей генетический код? Какова роль отдельных классов нуклеиновых кислот в трансляции?

29. Опишите известные Вам механизмы посттрансляционной модификации и фолдинга белка. В чём состоит их биологический смысл?

30. Расскажите об известных Вам соединениях класса углеводов. Какие функции и в каких отделах клетки они выполняют? Какова роль углеводов в обеспечении межклеточного взаимодействия и узнавания?

31. Опишите основные полисахариды клетки, известные Вам. В чём заключается главное отличие между базовыми метаболизмом углеводов у животных и растений? Какие приобретения и какие упущения получаются в каждом случае? Как углеводы химически связаны с другими классами соединений, важных для жизни клетки? Какие реакции наиболее характерны для углеводов?

32. Расскажите о роли липидов в обеспечении жизни клетки. Какие классы липидов Вам известны? Что служит субстратом, из которого синтезируются липиды? Опишите главные свойства и реакции липидов.

33. Как липиды участвуют в создании пространственной структуры живой клетки? Что такое компартментализация? Какие виды самоорганизации липидов в водных гетерофазных системах Вам известны?
34. Как происходит синтез и распад высших жирных кислот? Каковы основные реакции соединений класса липидов? Как липиды генетически связаны с другими классами биологически значимых соединений клетки?
35. Расскажите об основных реакциях, обеспечивающих живую клетку энергией. Что такое гликолитическое расщепление глюкозы? Что является главными продуктами гликолиза? Какие основные варианты бродильного (анаэробного) метаболизма Вам известны? Приведите примеры гомо- и гетерофементативных брожений. Как способность некоторых микроорганизмов к брожению используется на практике?
36. Что такое окислительное фосфорилирование? Как достигается более полная утилизация клеткой питательных веществ за счёт окисления кислородом? Что такое цикл трикарбоновых кислот?
37. Роль цикла трикарбоновых кислот в жизни клетки. Материальный баланс цикла трикарбоновых кислот. Создание градиента концентрации протонов, и использование его энергии на синтез АТФ. Основные и побочные реакции цепи транспорта электронов.
38. Как в живой клетке осуществляется взаимодействие пластического и энергетического обменов? Какие виды запасных веществ Вам известны?
39. Что такое гормоны? Какие виды гормонов Вам известны? Какие примеры гормонально регулируемых процессов Вы можете привести?
40. Что такое вторичные мессенджеры? Для чего они используются? Как Вы считаете, в чём преимущества каскадной организации некоторых биохимических процессов?

#### 4. Критерии оценивания

Оценка	Баллы	Критерии
отлично	10	глубокое знания темы, блестящее изложение материала, безупречно решённые контрольные задачи, умело выполненный эксперимент, правильно обоснованные, грамотные выводы
	9	Знание теории изучаемой темы, правильно решённые контрольные задачи, умело выполненный эксперимент, грамотные обоснованные выводы
	8	Знание теории изучаемой темы с незначительными неточностями в формулировках, верно решённые контрольные задачи с возможными описками или с несущественными арифметическими ошибками, умело выполненный эксперимент, грамотные обоснованные выводы
хорошо	7	В решении задач допущены ошибки, при этом студент показывает хорошее знание изучаемого материала, лабораторная работа выполнена грамотно, выводы присутствуют.
	6	В решении задач допущены ошибки, при этом студент показывает хорошее знание изучаемого материала, но допускает не совсем точные ответы на теоретические вопросы, лабораторная работа выполнена грамотно, выводы присутствуют.
	5	студент показывает относительно хорошее знание

		изучаемого материала, но допускает существенные неточности в ответе и ошибки в решении задач; лабораторная работа выполнена, выводы присутствуют.
удовлетворительно	4	студент показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует основные понятия, но при этом использует изучаемый материал при решении задач и выполнении лабораторной работы. Контрольные задачи решены частично, Выводы к лабораторной работе недостаточно обоснованы или отсутствуют.
	3	студент показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, плохо формулирует основные понятия, не отвечает на дополнительные вопросы, но при этом использует изучаемый материал при решении задач и выполнении лабораторной работы. Контрольные задачи решены частично, оформление и выводы к лабораторной работе оставляют желать лучшего..
неудовлетворительно	2	оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.
	1	отсутствие знаний или отказ от ответов по всем вопросам текущей тематики

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении дифференцированного зачета студенту предоставляется право выбрать один основной вопрос путём вытягивания билета, а также ответить на дополнительный вопрос по выбору из приведённого выше списка (вопрос можно подготовить заранее до экзамена). Студенты, прошедшие промежуточные аттестации с отличными отметками, освобождаются от второго вопроса.