

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**БИОФИЗИКА**

Кафедра биохимии и биофизики  
биологического факультета

Образовательная программа  
06.03.01 Биология

Профиль подготовки  
Общая биология  
Биохимия

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Биофизика» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» (уровень: бакалавриат) от «07» августа 2014 г. № 944.

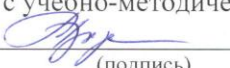
Разработчик(и): Халилов Р.А. – к.б.н., доцент кафедры биохимии и биофизики;  
Джафарова А. М. – к.б.н., доцент кафедры биохимии и биофизики

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» 03 2017г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Халилов Р. А.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «28»  
марта 2017 г., протокол № 7.

/Председатель  Гаджиева И. Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017 г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Биофизика»\_ входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.01 «Биология».

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими принципами функционирования биологических систем

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных - ОПК-5, ОПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме коллоквиумов и контрольных работ и промежуточный контроль в форме экзамена

Объем дисциплины **4** зачетных единиц, в том числе 144 в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
		Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации		
7	144	20	40				84	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины **биофизика** является ознакомление студентов с основными физическими принципами функционирования биологических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **биофизика** входит в **базовую** часть образовательной программы **бакалавриата** направления **06.03.01 биология**.

Курс читается на 4 курсе обучения в первом семестре и способствует освоению общего цикла биологических дисциплин. Для изучения дисциплины студенты должны обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов биологии (биохимии, молекулярной биологии и физиологии), физической химии, математики и физики

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОПК-5</b>	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	<b>Знать:</b> физические основы важнейших биологических процессов: размножения, роста, транспорта, возбудимости <b>Уметь:</b> излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; обращаться с современной биофизической техникой и оборудованием. <b>Владеть:</b> комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования физических основ биологических процессов.

<p><b>ОПК6</b></p>	<p>способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой</p>	<p><b>Знать:</b> физические принципы современных биофизических методов исследования и устройство соответствующей современной аппаратуры  <b>Уметь:</b> работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований  <b>Владеть:</b> навыками работы с современным лабораторным оборудованием</p>
--------------------	---	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **4** зачетных единиц, **144** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы		
<b>Модуль 1. Кинетика и термодинамика биологических процессов</b>									
1	<b>1. Введение.</b> 1.1. Предмет и методы биофизики 1.2. Разделы биофизики.	7	1	1		2		2	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся коопера-
2	<b>2. Термодинамика биологических процессов</b> 2.1. Равновесная термодинамика 2.2. Линейная термодинамика	7	2	1 2		2 2		8	

	2.3 Нелинейная термодинамика								ции. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
3	<b>3. Кинетика биологических процессов</b> 3.1. Особенности кинетики биохимических процессов 3.2. Математическое моделирование биологических процессов 3.3. Множественность стационарных состояний	7	3	2		2		6	
	<b>Итого по модулю 1:</b>	36		8		12		16	
<b>Модуль 2. Молекулярная биофизика и биофизика мембран</b>									
1	<b>1. Молекулярная биофизика</b> 1.1. Уровни организации биополимеров 1.2. Фазовые переходы в биополимерах 1.2. Методы исследования биополимеров	7	4	2		2		3	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
2	<b>2. Структура биомембран</b> 2.1. Физико-химические свойства мембранных белков и липидов 2.2. Фазовые превращения мембран	7	5	2		2		4	
3	<b>3. Проницаемость и транспорт через биомембраны</b> 3.1. Пассивная проницаемость мембран 3.2. Активный транспорт через мембраны	7	6	2		2		4	
4	<b>4. Биопотенциалы</b> 4.1. Физические основы возникновения биопотенциалов	7	7			2		3	
	<b>Итого по модулю 2:</b>	36		6		14		16	
<b>Модуль №3. Фото- и радиобиология</b>									
1	<b>5. Биофизика фото-</b>	7	8	2		2		10	

	<b>биологических процессов</b> 5.1Схема фотобиологического процесса. Спектры действия. Квантовый выход							
2	<b>6. Биофизика ионизирующих излучений</b> 6.1. Виды ионизирующих излучений 6.2.Механизмы действия ионизирующих излучений 6.3. Влияние ионизир. излучений на клетки и многокл.организмы. Теория мишени в радиобиологии	7	9	2		2	6	10
	<b>Биофизика неионизирующих излучений</b> 7.1. Виды неионизирующих излучений 7.2. Механизмы действия неионизирующих излучений 7.3. Влияние неионизирующих излучений на клетки и многоклеточные организмы. Применение в медицине		10	2				
	<b>Итого по модулю 3:</b>	<b>36</b>		<b>6</b>		<b>12</b>		<b>18</b>
	<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>36</b>						<b>36</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>		<b>20</b>		<b>40</b>		<b>84</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Модуль № 1

##### Раздел 1. Введение. История, предмет, методы, разделы биофизики.

##### Тема 1. Предмет и методы биофизики

Предмет и задачи биофизики. Особенности биологических и физических законов. Методологические проблемы биофизики. Редукционизм как метод

познания сложного. История развития биофизики. Становление биофизики как учебной дисциплины. Связь биофизики с производством, медициной и сельским хозяйством.

## **Тема 2. Разделы биофизики**

Основные разделы биофизики: термодинамика, кинетика биологических процессов, молекулярная биофизика, проницаемость биологических мембран, радиобиология.

### **Раздел 2. Термодинамика биологических процессов.**

#### **Тема 1. Равновесная термодинамика.**

Значение термодинамики для анализа биологических процессов. Виды энергии, важные для функционирования биологических систем; химическая, электрическая, осмотическая, механическая, тепловая энергии. Качество энергии. Основные термодинамические функции; энергия, энтальпия, энтропия, свободная энергия, химический потенциал. Равновесная термодинамика.

Первый закон термодинамики. Экспериментальная проверка первого закона в биологических системах.

Второй закон термодинамики различные формулировки второго закона. Концентрационные градиенты в биологических системах и активный транспорт.

#### **Тема 2. Линейная неравновесная термодинамика.**

Линейная неравновесная термодинамика биологических процессов. Основные понятия неравновесной термодинамики; силы и потоки, линейные соотношения, степень сопряжения, эффективность сопряжения. Стационарные состояния вблизи равновесия. Теорема Пригожина. Описание сопряжения процессов в клетке в рамках линейной термодинамики.

#### **Тема 3. Нелинейная неравновесная термодинамика**

Нелинейная термодинамика. Свойства термодинамических систем вдали от равновесия. Самоорганизация в термодинамических системах. Диссипативные структуры. Дарвиновский отбор и нелинейная термодинамика. Информационные процессы в биологических системах. Термодинамика информационных процессов.

### **Раздел 3. Кинетика биологических процессов.**

#### **Тема 4. Особенности кинетики биохимических процессов.**

Особенности кинетики биохимических процессов в клетке; разнообразие химических реакций в ограниченном объеме, организация метаболических путей, компартментализация, связь с физиологией клетки. Принцип узкого места.

#### **Тема 5. Математическое моделирование биологических процессов.**

Математическое моделирование биологических процессов. Концепция фазового пространства. Фазовая плоскость. Качественный анализ математических моделей. Классификация особых точек; узлы, седла, фокусы. Отображение и потоки. Типы поведения динамических систем; стационарная кинетика, колебательный режим, хаотическая динамика и их математическое выражение. Квадратичное отображение в описании динамики популяций.



Модель В. Вольтерры «хищник-жертва».

Кинетика простейшей односубстратной ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ферментативная реакция с субстратным ингибированием. Кооперативная кинетика. Уравнение Хилла.

Биологические часы. Анализ работы биологических часов с помощью понятия о предельном цикле.

Множественность стационарных состояний. Сопряжение процесса диффузии и реакции с субстратным ингибированием. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим. Модель брюсселятора, диссипативные структуры.

## **Модуль №2**

### **Раздел 3. Молекулярная биофизика**

#### **Тема 6. Уровни организации биополимеров. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров. Конформационная энергия**

Молекулы – основа биологических структур. Основные физико-химические характеристики белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов и их биологическое значение. Роль межмолекулярных взаимодействий в функционировании макромолекул.

Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров; ковалентные связи, диполь-дипольные взаимодействия, дисперсионные силы, водородные связи. Влияние физико-химических условий на прочность различных связей.

Модель свободно-сочлененной полимерной цепи. Роль вандерваальсовых взаимодействий в формировании белковой глобулы. Теоретические предсказания вторичной и третичной структуры на основе первичной структуры. Расчет энергии молекул биополимеров в различных конформациях.

Кооперативные свойства молекул биополимеров. Фазовые переходы в биополимерах. Переходы спираль-клубок. Биологическое значение кооперативных свойств белков.

#### **Тема 7. Электронные уровни в биополимерах. Спектральные свойства биополимеров. Перенос электронов в биологических системах.**

Синглетные и триплетные состояния. Спектры поглощения, флуоресценции и фосфоресценции. Миграция энергии и ее роль в фотобиологических процессах.

Перенос электрона в энергетических процессах – окислительном - и фотофосфорилировании. Окислительно-восстановительные потенциалы переносчиков электронов и их пространственное расположение. Туннельный эффект. Роль конформационной подвижности в туннелировании электронов.

#### **Тема 8. Методы исследования структуры биополимеров**

Методы исследования структуры и конформационной подвижности биополимеров; рентгеноструктурный анализ, ядерный магнитный резонанс, ЭПР, оптические методы.

### **Раздел 4. Структура и функции биомембран.**

## **Тема 9. Физико-химические характеристики мембранных белков и липидов.**

Физико-химические характеристики мембранных белков и липидов.

Структура мембран. Поверхностный заряд биомембран. Электрокинетический потенциал, методы его измерения и использование для исследования поверхности клеток и липосом.

## **Тема 10. Фазовые переходы биомембран.**

Фазовые переходы в липидной матрице биомембран и их биологическое значение. Температурная зависимость активности мембранных ферментов. Адаптация к различным условиям на уровне мембран.

## **Раздел 5. Проницаемость и транспорт через биомембраны**

### **Тема 11. Пассивная проницаемость мембран.**

Роль транспорта веществ через биомембраны в физиологии клетки. Разнообразие механизмов транспорта веществ.

Простая диффузия. Закон Фика и уравнение проницаемости. Исследования Овертона, Коллендера и Берлунда.

Катализируемая диффузия. Молекулярные механизмы и биологическое значение.

### **Тема 12. Активный транспорт через биомембраны. Транспорт ионов. Индуцированный транспорт.**

Активный транспорт. Энергетика активного транспорта. Вторичный активный транспорт; симпорт, антипорт. Na, K-АТФаза.

Транспорт ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Соотношение Уссинга. Ионные каналы. Строение каналов и их свойства.

Индуцированный транспорт ионов. Подвижные переносчики и каналоформеры.

## **Раздел 6. Биопотенциалы**

### **Тема 13. Физические основы возникновения биопотенциалов**

Роль биопотенциалов в физиологии клетки. Механизмы разделения электрических зарядов в биологических системах. Концентрационная разность потенциалов. Формула Нернста.

Потенциал покоя. Уравнение Гольдмана. Электрическая эквивалентная схема электровозбудимой мембраны.

Потенциал действия. Динамика ионных токов в процессе развития потенциала действия. Работы Ходжкина, Хаксли и Каца. Математическое описание потенциала действия в модели Ходжкина-Хаксли.

Распространение потенциала действия по нервному волокну. Кабельная теория проведения нервного импульса.

### **Тема 14. Схема фотобиологического процесса. Спектры действия. Квантовый выход**

Ультраструктура тилакоидов хлоропластов. Квантосомы. Общая схема первичных стадий фотосинтеза. Термодинамика фотосинтеза. Спектры действия фотосинтеза. Эффект Эмерсона. Две фотохимические системы в пер-

вичных стадиях фотосинтеза зеленых растений. Транспорт электронов при фотосинтезе.

Спектры действия фотоповреждений при облучении ультрафиолетом. Внутримолекулярная миграция энергии. Химические превращения в белках и нуклеиновых кислотах при ультрафиолетовом облучении.

Фотодинамическое действие видимого света. Миграция энергии при фотодинамическом эффекте.

Механизмы фотопрепарации и фотозащиты.

## **Раздел 7. Радиобиология.**

### **Тема 15. Виды и дозиметрия ионизирующих излучений.**

Корпускулярные и волновые виды излучений. Дозиметрия ионизирующих излучений. Единицы измерения дозы; рентген, рад, грей.

### **Темы 16. Механизмы действия ионизирующих излучений.**

Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.

Действие ионизирующих излучений на воду, белки, нуклеиновые кислоты и липиды.

Прямое и не прямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы.

Свободнорадикальные процессы в клетке при действии радиации.

Действие радиации на клетки. Зависимости доза-эффект.

Действие радиации на многоклеточные организмы.

Теория мишени в объяснении механизма действия радиации на биологические объекты.

Антиокислительные системы клетки. Химическая защита от повреждающего действия ионизирующих излучений.

## **Темы лабораторных занятий**

### **№1. Равновесная линейная термодинамика.**

Темы для обсуждения

- Термодинамика, как наука.
- Классификация термодинамических систем.
- Энтальпия. Энтропия. Свободная энергия.
- 1-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем.
- 2-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем.

### **№2. Линейная и нелинейная неравновесная термодинамика**

- Термодинамический поток и термодинамическая сила. Примеры линейных соотношений в физике.
- Диссипативная функция
- Степень сопряжения и эффективность сопряжения
- Теорема Пригожина. Следствия из теоремы.
- Диссипативные структуры.
- Информация. Связь между информацией и энтропией.

### **№ 3. Кинетика биологических процессов.**

- Математическое моделирование биологических процессов.
- Построение простейшей модели из двух переменных. Модель В. Вольтера «хищник-жертва».
- Модель В. Вольтерры «хищник-жертва».
- Кинетика простейшей односубстратной ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
- Ферментативная реакция с субстратным ингибированием. Кооперативная кинетика. Уравнение Хилла.
- Проточный реактор с субстратным ингибированием
- Модель брюсселятора, диссипативные структуры.
- Множественность стационарных состояний. Гистерезис, триггерность, колебательный режим.
- Автоколебания. Биологические часы.

#### **№4. Молекулярная биофизика**

- Структура биополимеров.
- Уровни структурной организации биополимеров.
- Модель свободно-сочлененной цепи.
- Силы, стабилизирующие структуру биополимеров: сильные (ковалент-ные) и слабые.
- Термодинамика фазовых переходов в биополимерах.
- Энергетические уровни в макромолекулах. Спектры поглощения.
- Гиперхромный и гипохромный эффекты.
- Методы биофизических исследований

#### **№5. Проницаемость биологических мембран.**

- Структура мембран
- Физико-химические свойства мембранных белков и липидов
- Простая и облегченная диффузия. Движущие силы и механизм диффузии.
- Уравнение проницаемости.
- Ионные каналы. Селективность ионных каналов.
- Активный транспорт. Энергетика активного транспорта. Активный транспорт с точки зрения линейной неравновесной термодинамики.
- Вторичный активный транспорт.
- Индуцированный транспорт.

#### **№ 6. Биопотенциалы**

- Физические основы возникновения биопотенциалов.
  - Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста – Планка.
  - Соотношение Уссинга.
  - Уравнение Гольдмана.
  - Потенциал покоя и потенциал действия.
  - Механизм распространения потенциала действия в нервных волокнах.
- Потенциал покоя нервной клетки. Механизм возникновения потенциала действия.

## №7. Радиобиология

- Виды ионизирующих излучений.
- Дозиметрия ионизирующих излучений.
- Механизм действия радиации.
- Прямое и не прямое действие радиации.
- Теория мишени в радиобиологии.
- Действие радиации на клетки, на многоклеточные организмы.
- Радиационные синдромы.
- Антиокислительные системы клетки
- Репарация ДНК.

### Лабораторные работы (лабораторный практикум)

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа №1 Определение изоэлектрической точки альбумина		
1. Определение изоэлектрической точки альбумина.	Измерить рН альбумина его оптическую плотность. Титровать белок щелочью, каждый раз измеряя рН и экстинкцию. Построить график зависимости оптической плотности от рН раствора. Найти изоэлектрическую точку.	На графике зависимости оптической плотности альбумина от рН имеется пик, который соответствует максимальному поглощению белка в изоэлектрической точке.
Лабораторная работа №2 Определение температурного коэффициента и вычисление энергии активации сокращения сердца лягушки.		
Определение температурного коэффициента и вычисление энергии активации сокращения сердца лягушки.	Посчитать число сердечных сокращений сердца лягушки при температуре раствора Рингера 15 С. То же самое проделать при температуре раствора Рингера равной 25 С. Полученные данные по числу	Энергия активации сокращений сердца лягушки, вычисляемая по формуле, равна ~10 ккал/моль .

	сокращения подставить в формулу для вычисления энергии активации..	
Лабораторная работа №3. Поляризационный микроскоп.		
1. Поляризационный микроскоп	Изучение устройства электронного микроскопа. Приготовление микропрепаратов мышц. Наблюдение поперечной-полосатой структуры мышц в поляризационном свете. Наблюдение нарушения упорядоченности структуры мышц под действием денатурирующих агентов.	В поляризационный микроскоп четко визуализируется поперечная изчерченность в структуре мышц, видны М и Z диски.
Лабораторная работа № 4. Поверхностное натяжение		
1. Поверхностное натяжение воды и сыворотки крови.	Подготовить установку для измерения поверхностного натяжения. Измерить поверхностное натяжение воды сыворотки крови. Добавить к воде и сыворотке крови детергент. Измерить поверхностное натяжение, после добавления детергента через 5, 10 и 15 минут. Интерпретировать результаты.	Поверхностное натяжение воды после добавления детергента уменьшается во времени. Поверхностное натяжение сыворотки после добавления детергента вначале снижается, а затем возвращается к исходному уровню
Лабораторная работа № 5. Набухание тканей.		

1. Исследование набухания тканей в растворах 0,9 % хлорида натрия, 0,1 Н гидроксида натрия и 0,1 Н соляной кислоты.	Одинаковые навески тканей погрузить в растворы 0,9 % хлорида натрия, 0,1 Н гидроксида натрия и 0,1 Н соляной кислоты. Каждые 5 минут повторно взвешивать кусочки тканей в течении 30 минут. Построить графики зависимости веса ткани от времени экспозиции в каждом растворе. Интерпретировать результаты.	Ткань, погруженная в изотонический раствор хлорида натрия, с течением времени экспозиции не меняет свой вес. Графики зависимости веса ткани от времени экспозиции в растворах 0,1 Н гидроксида натрия и 0,1 Н соляной кислоты, носят логарифмический характер.
Лабораторная работа № 6. Электропроводность биологических объектов.		
Исследование электропроводность биологических объектов на примере дрожжей.	На реохордном мосту измерить сопротивление воды, 2% и 4 % суспензии дрожжей. Сравнить результаты и дать им соответствующее объяснение.	В суспензии дрожжей сопротивление намного больше, чем в воде. Чем больше концентрация дрожжей, тем больше сопротивление.
Лабораторная работа № 7. Дисперсия электропроводности биологических объектов		
Измерение дисперсии электропроводности биологических объектов на примере тканей крыс	На мосту переменного тока измерить зависимость сопротивления интактной и подверженной деструкции ткани от частоты переменного тока, то есть дисперсию электропроводности.	В свежевыделенной интактной ткани с увеличением частоты переменного тока сопротивление падает. В деградированной формалином ткани нет зависимости сопротивления от частоты подаваемого тока, то есть явления дисперсии не наблюдается.

## 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода дисциплина предусматривает широ-

кое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 20 часов аудиторных занятий. По дисциплине предусмотрены занятия в интерактивных формах, где возможно применение следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения лабораторных заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме. На лабораторных занятиях проводятся эксперименты по исследованию физических основ биологических процессов. Экспериментальные работы проводятся студентами самостоятельно, что способствует выработке практических навыков по исследованию кинетики и термодинамики ферментативных реакций.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- подготовка оборудования к биофизическим исследованиям
- приготовление химических реактивов заданных концентраций
- освоение методик по измерению вязкости, поверхностного натяжения, электропроводности, спектральных свойств биологических объектов
- налаживание методик по исследованию кинетических и термодинамических характеристик биообъектов
- компьютерная обработка полученных экспериментальных данных с помощью пакетов программ STATISTICA, MathCad, EXEL, с использованием различных математических моделей
- составление элементарных математических моделей биологических процессов
- освоение метода качественного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих поведение биологической системы
- обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов, курсовых и дипломных заданий;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.



Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Свойства систем вдали от равновесия: самоорганизация, автоколебания, отбор.	доклад
Особенности кинетики биохимических процессов в клетке: метаболические пути, компартментализация.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Кооперативная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Хилла.	реферат
Температурная зависимость биологических процессов.	доклад
Самоорганизация в неравновесных системах.	реферат
Информация в биологических системах.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Колебательные процессы в биологии.	реферат
Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Физические основы транспорта электронов в биологических системах. Окислительно-восстановительные потенциалы. Туннельный транспорт.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Временная иерархия и принцип «узкого горла» в биологических системах.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе

Действие ультрафиолетового излучения на биообъекты. Фотодинамический эффект.	доклад
Транспорт электронов при фотосинтезе.	доклад
Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Модель скользящих нитей. Энергетика мышечного сокращения.	реферат
Свободные радикалы в цепных реакциях окисления липидов в мембранах. Роль активных форм кислорода.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Антиокислительная система клетки.	реферат
Биофизика рецепции. Фоторецепция, механизм.	доклад
Электропроводимость биологических объектов. Дисперсия электропроводимости биологических объектов.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе

### **Примерная тематика рефератов.**

1. Температурная зависимость биологических процессов.
2. Электропроводность биологических объектов.
3. Механизмы энергетического сопряжения в клетке.
4. Механизмы первичных стадий фотосинтеза.
5. Самоорганизация в неравновесных системах.
6. Колебательные процессы в биологии.
7. Происхождение жизни.
8. Проведение нервного импульса.
9. Метод электронного парамагнитного резонанса в биологии.
10. Информация в биологических системах.
11. Фазовые переходы в биополимерах.

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
<b>ОПК-5</b>	<b>Уметь:</b> применять знания принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности для объяснения особенностей функционирования биологических систем	Устный и письменный опрос, тестирование, рефераты, лабораторная работа
<b>ОПК-6</b>	<b>Уметь:</b> работать с биологическими объектами <b>Владеть:</b> навыками работы с современным лабораторным оборудованием	Лабораторная работа, устный опрос, диспут, кейс-опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

**ОПК-5**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Выпускник должен обладать способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> физические основы важнейших биологических про-	Знает физические основы важнейших	Знает физические основы важней-	Очень хорошо знает физиче-

	<p>цессов: размножения, роста, транспорта, возбудимости</p> <p><b>Уметь:</b> применять знания принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности для объяснения особенностей функционирования биологических систем</p> <p><b>Владеть:</b> комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования физических основ биологических процессов</p>	<p>биологических процессов, но не вполне хорошо может применять знания для объяснения особенностей функционирования биологических систем</p> <p>Слабо владеет комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования физических основ биологических процессов</p>	<p>ших биологических процессов и может применять эти знания для объяснения особенностей функционирования биологических систем</p> <p>Хорошо владеет комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования физических основ биологических процессов</p>	<p>ские основы важнейших биологических процессов, свободно может применять знания для объяснения особенностей функционирования биологических систем</p> <p>Прекрасно владеет комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования физических основ биологических процессов</p>
--	--	--	--	---

...

### ОПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Выпускник должен обладать способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, иметь навыки работы с современной аппаратурой» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что)	Оценочная шкала
---------	------------------	-----------------

	обучающийся должен продемонстрировать)	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p><b>Знать:</b> физические принципы современных биофизических методов исследования и устройство соответствующей современной аппаратуры</p> <p><b>Уметь:</b> работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с современным лабораторным оборудованием</p>	Знает принципы многих современных биофизических методов исследования и устройство соответствующей современной аппаратуры, но плохо владеет навыками работы с современным лабораторным оборудованием	Знает устройство современной аппаратуры и принципы большинства биофизических методов исследования, умеет правильно эксплуатировать современную аппаратуру для и хорошо владеет навыками работы на нем.	В совершенстве обладает знаниями о современных биофизических методах исследования и устройстве соответствующей аппаратуры. Обладает профессиональными навыками по эксплуатации современной аппаратуры и лабораторного оборудования

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Тематика контрольных вопросов

2. Классификация термодинамических систем.
3. Первый закон термодинамики в биосистемах.
4. Второй закон термодинамики и биологические процессы.
5. Линейная термодинамика: термодинамические силы и потоки, сопряжение потоков, коэффициент сопряжения.
6. Свойства систем вдали от равновесия: самоорганизация, автоколебания, отбор.
7. Особенности кинетики биохимических процессов в клетке: метаболические пути, компартментализация.
8. Математическое моделирование биохимических процессов: фазовая плоскость, фазовый портрет.

9. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
10. Кооперативная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Хилла.
11. Уровни описания структуры биополимеров. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров.
12. Влияние температуры на структуру биополимеров. Фазовые переходы в биополимерах.
13. Спектрофотометрические методы изучения структуры и конформационных переходов в биополимерах.
14. Структура биомембран. Подвижность мембранных белков.
15. Электрокинетический потенциал биомембран.
16. Электропроводимость биологических объектов. Явление поляризации и дисперсии электропроводности.
17. Механизмы транспорта веществ через биомембраны. Уравнение Фика. Уравнение проницаемости.
18. Катализируемая диффузия.
19. Активный транспорт. Энергетика активного транспорта.
20. Действие ультрафиолетового излучения на биообъекты. Фотодинамический эффект.
21. Транспорт электронов при фотосинтезе.
22. Действие ионизирующих излучений на биологические объекты.
23. Дозиметрия и единицы дозы ионизирующих излучений. Рентген и рад.
24. Зависимость биологического эффекта от дозы ионизирующего излучения. Теория «мишени».
25. Химическая защита от ионизирующих излучений.

### **Примерные тесты для проведения промежуточного и итогового контроля**

1. Наука, изучающая энергетические процессы в макроскопических системах, называется...
  1. Биоэнергетика
  2. Термодинамика
  3. Синергетика
  4. Кинетика
2. Установите соответствие между типами энергии и их характеристиками
  1. Химическая энергия
  2. Тепловая энергия
  3. Кинетическая энергия

А. Энергия движущихся тел

В. Энергия, являющаяся конечным результатом диссипации всех форм энергии

С. Энергия, заключенная в химических связях молекул
3. Состояние системы, при котором способность производить работу равна нулю и из которого она не может выйти без затраты энергии извне называется.....

4. Польза от понятия «энтальпия» заключается в том, что..

1. понятие «энтальпия» отражает теплосодержание системы

2. при  $T, P = \text{const}$   $\Delta H = \Delta Q$

3. понятие «энтальпия» отражает меру упорядоченности системы

4. понятие «энтальпия» отражает количество энергии, необходимой для совершения полезной работы

5. Энтальпия образования – это величина, отражающая ...

1. направление, в котором будет проходить тот или иной процесс при образовании 1 моля вещества

2. количество энергии, образующейся в результате сгорания 1 моля вещества при стандартных условиях

3. количество тепла, поглощенное или выделенное в процессе синтеза 1 моля вещества из его элементов при стандартных условиях

6. Закон Гесса можно выразить в следующем виде....

1.  $\Delta U = \Delta Q - A + \sum \mu_i \Delta \eta_i$

2.  $\Delta Q = \sum \Delta H_{i, \text{прод}} - \sum \Delta H_{i, \text{исх}}$

3.  $\Delta U = \Delta Q - A$

4.  $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -\lambda \frac{dT}{dx}$

7. Закон Гесса позволяет определить....

1. Изменение энтропии в ходе химической реакции

2. Тепловой эффект химической реакции

3. Изменение свободной энергии в ходе химической реакции

4. Направление химической реакции

8. С позиции статистической физики энтропию можно выразить следующей формулой..

1.  $S = \frac{\Delta Q}{T}$

2.  $S = k + \ln W$

3.  $S = k \ln W$

4.  $\Phi = T \frac{d_i S}{dt}$

9. Найти правильные выражения...

1. сообщая тепловую энергию, мы уменьшаем энтропию системы

2. сообщая тепловую энергию, мы разупорядочиваем систему

3. неупорядоченное состояние маловероятно

4. упорядоченное состояние маловероятно

10. Величина, характеризующая число микросостояний, отвечающих данному макросостоянию, называется .....

11. Энтропия уменьшается....

1. в равновесном состоянии

2. при сжатии газа под поршнем

3. при распаде химического соединения до конечных продуктов

4. в процессах биосинтеза

12. Найти соответствие между формулами и типом энергии, которые эти формулы отражают

1.  $F = U - TS$

2.  $G = H - TS$

3.  $\Delta G = -RT \ln k$

4.  $-\Delta G = nF\Delta\varphi$

A. Свободная энергия для химической реакции

B. Свободная энергия Гиббса

C. Свободная энергия Гельмгольца

D. Свободная энергия для электрохимического процесса на границе двух фаз

13. Свободная энергия – это ...

1. часть внутренней энергии, которая может рассеяться в виде тепла

2. часть внутренней энергии, которая может пойти на совершение полезной работы

3. величина, отражающая количество энергии, имеющейся в системе

4. энергия, освобождающаяся в ходе физических и химических процессов

14. В чем польза термодинамической функции «свободная энергия Гиббса»?

1. эта функция пропорциональна количеству тепла, образующегося в системе

2. при постоянной температуре и объеме изменение свободной энергии равно работе

3. при постоянной температуре и давлении изменение свободной энергии равно полезной работе

4. при изменении температуры и давления изменение свободной энергии равно работе

15. Для каких процессов можно применить следующие выражения свободной энергии  $-\Delta G = nF\Delta\varphi$

1. только для реакций, катализируемых ферментами

2. для электрохимических процессов на мембране тилакоидов хлоропластов

3. для любых химических реакций

4. для электрохимических процессов на внутренней мембране митохондрий

16. Величина, характеризующая состояние данного вещества в данной фазе, называется

1. физический потенциал

2. химический потенциал

3. электрохимический потенциал

4. фазовое состояние

18. Найдите правильные формулировки второго закона термодинамики

1. энергия ниоткуда не возникает и никуда не исчезает, и только переходит из одного вида в другой

2. невозможны самопроизвольные процессы, идущие против градиента термодинамического потенциала

3. в изолированной системе энтропия не может уменьшаться

4. в открытых системах энтропия не может уменьшаться



19.Количество энергии, выделившейся или поглощенной при образовании 1 моля вещества, называется.....

20.Вблизи равновесия отношения между потоками и силами можно представить в следующем виде

1.  $J = \frac{L}{X}$

2.  $J = L \cdot X$

3.  $J = L + X$

4.  $J = L \cdot X^2$

21.Найти соответствие формулой и отражаемой этой формулой градиентом

1.  $grad c = \frac{dc}{dx}$

2.  $grad T = \frac{dT}{dx}$

3.  $grad \mu = \frac{d\mu}{dx}$

4.  $grad \rho = \frac{d\rho}{dx}$

A. градиент химического потенциала

B.градиент температуры

C. градиент концентрации

D.градиент плотности

22.Приведите примеры процессов, идущих против градиентов в биологических системах с затратой энергии

1. окислительное декарбоксилирование аминокислот

2.создание Na/K градиентов на мембранах нейронов

3.диффузия неорганических ионов в клетке

4. биосинтез белка

23. Приведите примеры самопроизвольных процессов в биологических системах, идущих против градиентов

1. сокращение мышечного волокна
2. синтез мочевины
3. такие процессы невозможны
4. возникновение потенциала покоя

24. Величина, характеризующая скорость диссипации упорядоченных форм энергии, называется...

25. Каков физический смысл диссипативной функции?

1. характеризует количество энергии, образующейся в единицу времени
2. характеризует количество энергии, деградирующее в единицу времени
3. характеризует количество энергии, необходимой для диссипации упорядоченных структур
4. характеризует вероятность диссипации упорядоченных форм энергии в хаотическую

26. Приведите примеры сопряженных процессов в биологических системах

1. окислительное фосфорилирование
2. активный транспорт
3. простая диффузия
4. облегченная диффузия

27. В каких пределах может изменяться степень сопряжения ....

28. Найти соответствие между формулами и понятиями линейной термодинамики

1.  $q = \frac{L_{12}}{\sqrt{L_{11} \cdot L_{22}}}$

$$2. \eta = - \frac{I_1 X_1}{I_2 X_2}$$

$$3. \Phi = T \frac{d_i S}{dt}$$

$$4. I = L_{21} \cdot X_1 + L_{22} X_2$$

- A. степень сопряжения
- B. эффективность сопряжения
- C. диссипативная функция
- D. термодинамический поток

29. Конечным аттрактором для открытой системы является ...

- 1. равновесное состояние
- 2. стационарное состояние
- 3. неравновесное состояние

30. Найти соответствие между уравнениями скоростей и процессами, которые эти уравнения отражают.

- 1.  $V_0 = k_1 ([S]_o - [S])$
- 2.  $V_1 = k_2 [S]$
- 3.  $V_2 = k_3 [P]$

- A. уравнение превращения вещества в клетке в продукт
- B. уравнение диффузии вещества в клетку
- C. уравнение диффузии продукта реакции из клетки

31. Для установления стационарного состояния необходимы следующие условия:

- 1. в системе должны быть фиксированы внешние условия
- 2. система должна находиться в состоянии равновесия
- 3. макроскопические характеристики системы должны изменяться во времени
- 4. система должна находиться вблизи от равновесия

32. Основной причиной устойчивости стационарных состояний является

- 1. стремление изолированной системы в состояние равновесия
- 2. стремление открытой системы в состояние с максимальным производством энтропии
- 3. стремление открытой системы в состояние с минимумом производства энтропии
- 4. сохранение стационарных макроскопических характеристик систем

33. Идут ли в живых системах процессы против градиентов термодинамических потенциалов?

1. идут, но в редких случаях
2. не идут
3. идут, но не самопроизвольно

34. Для устойчивого стационарного состояния характерно....

1. Максимальное приращение энтропии в системе
2. Минимальная диссипация свободной энергии
3. Минимальное приращение энтропии в системе
4. Максимальная диссипация свободной энергии

35. Кинетика биологических процессов - это раздел наук, изучающий...

1. описание скоростей биологических процессов
2. описание того, в каком направлении будет идти тот или иной биологический процесс во времени
3. описание поведения одной молекулы в биосистеме
4. описание того, как биологический процесс разворачивается во времени

36. Система взаимосвязанных дифференциальных уравнений, отражающих наиболее существенные связи между элементами реальной системы, называется.....

37. Расположите этапы математического моделирования в правильной последовательности

1. представление гипотезы в виде системы дифференциальных уравнений
2. выдвижение гипотезы
3. постановка проблемы
4. решение системы уравнений
5. Предсказание на основе решения дифференциальных уравнений поведения системы
6. сравнение предсказаний математической модели с реальностью

39. Если в математической модели производная переменной во времени нулю, то значит ..

1. значения переменной снижается с течением времени
2. значения переменной растут с течением времени
3. значение переменной равна нулю
4. переменная постоянна во времени

40. Найти соответствия между основными понятиями, используемыми в математическом моделировании и их определениями

1. Плоскость с координатами, соответствующим переменным, описывающим реальное состояние динамической системы
2. Точка на фазовой плоскости, соответствующая состоянию системы в данный момент времени
3. След, оставляемый на фазовой плоскости изображающей точкой с течением времени
4. Множество фазовых траекторий, характеризующих поведение системы во времени.

- A. Изображающая точка
- B. Фазовая плоскость
- C. Фазовая траектория
- D. Фазовый портрет

41. Точка на фазовой плоскости, соответствующая состоянию системы в данный момент времени, называется...

42. Множество фазовых траекторий, характеризующих поведение системы во времени, называется.....

43.

Линии, являющиеся главными изоклинами интегральной кривой, должны удовлетворять следующим уравнениям:

1.  $\frac{dx}{dy} = 0$

2.  $\frac{dx}{dy} = \infty$

3.  $\frac{dx}{dy} = f(x_1, x_2)$

4.  $\frac{dy}{dx} = f(y_1, y_2)$

44. Математическую модель системы, охарактеризованную двумя величинами можно записать в следующем виде.....

45. Для какой математической модели характерно построение фазового портрета с помощью характеристического уравнения  $\lambda^2 - (a+d)\lambda + (ad - bc) = 0$ ?

1. для модели «хищник-жертва»

2. для модели брюсселятора

3. для модели биохимических реакций в системе с двумя переменными

4. для модели гликолиза

46. Если корни характеристического уравнения отрицательные и действительные, то фазовый портрет системы имеет вид.....

47. Если оба корня характеристического уравнения действительные, но один из них положителен, а другой отрицателен, то фазовый портрет системы имеет вид.....

48. Если корни характеристического уравнения мнимые, а действительные части равны нулю, то фазовый портрет системы имеет вид.....

49. Какой фазовый портрет характерен для моделей, обладающих колебательным режимом с постоянной амплитудой

1. неустойчивый фокус
2. центр
3. предельный цикл
4. устойчивый фокус

50. Найти соответствие между корнями характеристических уравнений и фазовым портретом системы

1. корни характеристического уравнения положительные и действительные
2. корни характеристического уравнения отрицательные и действительные
3. корни характеристического уравнения положительные и мнимые
4. корни характеристического уравнения отрицательные и мнимые

A. устойчивый узел

B. неустойчивый узел

C. неустойчивый фокус

D. Устойчивый фокус

51. Для какой математической модели характерно выражение математической модели в виде уравнения

$$\lambda^2 - (a + d)\lambda + (ad - bc) = 0$$

1. модели «Брюсселятор»
2. динамической модели с двумя переменными
3. модели «Гликолиз»
4. динамической модели с двумя переменными
5. модели «хищник-жертва»

52. Назовите типы фазовых портретов, которые соответствуют тому, что если систему вывести из стационарного состояния, то она в него уже не вернется.

1. центр
2. устойчивый фокус
3. неустойчивый фокус
4. устойчивый узел
5. неустойчивый узел

53. Какой фазовый портрет соответствует модели, обладающей колебаниями с постоянной амплитудой

54. Фазовый портрет модели «хищник-жертва», соответствующий стабильным колебаниям численностей, содержит

1. устойчивый фокус
2. центр
3. седло
4. предельный цикл

55. Найти соответствие между переменными, входящими в математическую модель «хищник – жертва» и характеристиками реальной системы

1.  $\varepsilon_1 x_1$
2.  $-\gamma_1 x y$

3.  $-\varepsilon_2 y$

4.  $\gamma_2 x y$

A. зайцы питаются растительной пищей

B. зайцы умирают, попав в лапы хищника

C. рыси умирают естественной смертью

D. рыси размножаются пропорционально количеству жертв

56. Ситуация, при которой данным внешним условиям соответствует более одного стационарного состояния, называется.....

1. множественностью стационарных состояний

2. гистерезис

3. Автоколебания

4. Равновесие

57. Важными явлениями в системе, обладающей множественностью стационарных состояний, являются....

1. когерентность

2. триггеры

3. автоколебания

4. гистерезис

5. стремление в состояние равновесия

58. Система, имеющая два устойчивых состояния и при воздействии на нее способная производить переходы между двумя состояниями, называется .....

59. Переключение между двумя устойчивыми состояниями, вызванное изменением концентрации веществ в системе, называется .....

60. Возникновение в гомогенной среде в определенных условиях диссипативных структур приводит к .....

1. гистерезису

2. флуктуации

3. самоорганизации

4. бифуркации

61. Биологический механизм, задающий ритм колебаний внутриклеточных биохимических и физиологических процессов, называют...

62. Перечислите предпосылки возникновения автоколебаний в биологических системах

1. система должна быть закрытой

2. система должна быть существенно неравновесной

3. в системе должна существовать иерархия времен

4. система быть открытой

5. система должна находиться в состоянии равновесия

63. Лимитирующей стадией какой-либо метаболического пути является

1. самая медленная реакция

2. реакция, скорость которой самая высокая

3. реакция, скорость которой не зависит от внешних параметров

**Вопросы к коллоквиуму №1**

1. Что изучает наука «термодинамика»
2. Термодинамические системы. Типы термодинамических систем
3. Первый закон термодинамики для открытых, изолированных и закрытых систем
4. Справедливость первого закона термодинамики для биологических систем
5. Энтальпия. Закон Гесса
6. Энтропия
7. Свободная энергия.
8. Химический потенциал
9. Второй закон термодинамики
10. Справедливость второго закона термодинамики для биологических систем
11. Градиенты в биологических системах
12. Линейная термодинамика
13. Термодинамический поток и термодинамическая сила
14. Примеры линейных соотношений между силами и потоками
15. Диссипативная функция. Физический смысл диссипативной функции
16. Взаимодействие термодинамических потоков
17. Сопрягающие и сопряженные процессы. Степень сопряжения
18. Эффективность сопряжения. Максимальная эффективность
19. Стационарное состояние
20. Устойчивость стационарных состояний
21. Теорема Пригожина
22. Нелинейная термодинамика. Свойства системы вдали от равновесия
23. Равновесные и диссипативные структуры
24. Биологическая и физическая упорядоченность
25. Информация в биологических системах
26. Сущность математического моделирования.
27. Этапы математического моделирования
28. Фазовый портрет, фазовая плоскость, изображающая точка, фазовый портрет.
29. Типы фазовых портретов
30. Опишите построение фазового портрета динамической системы с двумя переменными
31. Математическая модель «хищник-жертва»
32. Схема простейшей ферментативной реакции. Модель Михаэлиса - Ментэн
33. Максимальная скорость и константа Михаэлиса. Физический смысл
34. Конкурентное ингибирование ферментативных реакций
35. Неконкурентное ингибирование ферментативных реакций
36. Субстратное ингибирование
37. Кооперативная кинетика ферментативных реакций
38. Множественность стационарных состояний
39. Свойства системы с множеством стационарных состояний



40. Биологические часы.
41. Математическая модель «Брюсселятор»
42. Распределенные системы
43. Триггеры. Силовое и параметрическое переключение триггеров
44. Хаос: детерминированный и стохастический. Фракталы.

### **Вопросы к коллоквиуму №2**

1. Уровни организации структуры биополимеров
2. Конформация и конформационный переход
3. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров
4. Расчет энергии конформации биополимеров
5. Что такое гидрофобные взаимодействия? Роль гидрофобных взаимодействий в стабилизации структуры биополимеров
6. Фазовые переходы в биополимерах. Фазовые переходы в биополимерах?
7. Динамика белков.
8. Описать методы исследования структуры биополимеров: метод изотопного обмена и люминисценции
9. Описать методы исследования структуры биополимеров: метод спиновых меток и ядерный магнитный резонанс.
10. Электронные уровни биополимеров. Волновая функция.
11. Перечислите типы молекулярных орбиталей в биополимерах
12. Поглощение света биополимерами. Спектр поглощения и оптическая плотность
13. Гипохромный и гиперхромный эффект
14. Миграция энергии
15. Туннельный эффект
16. Биофизические основы ферментативного катализа
17. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе
18. Простая диффузия. Уравнение проницаемости. Простая диффузия
19. Облегченная диффузия
20. Транспорт ионов через мембрану
21. Уравнение Нерста – Планка. Диффузионный потенциал
22. Физические основы селективности ионных каналов
23. Уравнение Гольдмана
24. Соотношение Уссинга
25. Активный транспорт с точки зрения линейной неравновесной термодинамики
26. Активный транспорт. Механизм активного транспорта
27. Энергетика активного транспорта
28. Вторичный активный транспорт
29. Индуцированный транспорт
30. Механизм формирования потенциала покоя на мембранах возбудимых тканей
31. Механизм формирования потенциала действия.

32. Проведение нервных импульсов в мягкотных и безмякотных нервных волокнах.
33. Межклеточная передача нервных импульсов.
34. Механизм мышечного сокращения
35. Фоторецепция
36. Электропроводность биологических объектов
37. Дайте определение единиц дозы радиации
38. Действие радиации на воду.
39. Теория мишени в радиобиологии

---

40. Прямое и не прямое действие радиации
41. Радиохимические процессы в белках, нуклеиновых кислотах, липидах

---

42. Виды ионизирующих излучений
43. Радиационные синдромы
44. Физические механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом
45. Действие радиации на клетки
46. Действие радиации на многоклеточные организмы
47. Влияние температуры на радиационные эффекты
48. Антиокислительные системы клетки
49. Зависимость эффекта облучения от дозы
50. Влияние концентрации кислорода на биологические эффекты ионизирующих излучений

### **Примерные вопросы к экзамену**

1. Роль миграции энергии в фитобиологических процессах. Механизмы миграции энергии.
2. Математическое моделирование в биофизике. Качественная теория дифференциальных уравнений.
3. Взаимодействие биополимеров с водой. Гидрофобное взаимодействие, их роль в формировании биоструктур.
4. Физические основы транспорта электронов в биологических системах. Окислительно-восстановительные потенциалы. Туннельный транспорт.
5. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.
6. Фазовые переходы в биополимерах.
7. Облегченная диффузия через мембраны, механизм и биологическое значение.
8. Зависимость проницаемости биомембран от физико-химических свойств проникающих веществ. Опыты Овертона и их интерпретация.
9. Химическая защита от действия ионизирующих излучений. взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.
10. Временная иерархия и принцип «узкого горла» в биологических системах.

11. Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Модель скользящих нитей. Энергетика мышечного сокращения.
12. Теория «мишени» в радиобиологии.
13. Физические основы биоэлектрогенеза.
14. Пространственная организация молекул белков и нуклеиновых кислот и физические основы формирования структуры молекул биополимеров.
15. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров.
16. Потенциал действия. Роль ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в развитии потенциала действия. Модель Ходжкин-Хаксли.
17. Связь энтропии и информатики в биологических системах.
18. Виды ионизирующих излучений. Механизмы.
19. Расчет энергетических эффектов в биологических процессах. Тепловой эффект. Изменение свободной энергии в ходе процесса.
20. Действие ионизирующих излучений на клетки и многоклеточный организм.
21. Физические принципы механизмов проницаемости биологических мембран.
22. Нелинейная термодинамика.
23. Теория «мишени» в радиобиологии.
24. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратное ингибирование.
25. Классификация термодинамических систем. 1-й закон термодинамики в биологических системах.
26. Термодинамическое сопряжение процессов в клетке. Термодинамическая сила и термодинамический поток. Линейное сопряжение.
27. Множественность стационарных состояний в биологических системах. Триггеры. Гистерезис. Автоколебание.
28. транспорт ионов через мембраны.
29. Свободные радикалы в цепных реакциях окисления липидов в мембранах. Роль активных форм кислорода.
30. 2-й закон термодинамики в биологических системах. Энтропия в открытых системах.
31. Макромолекула как основа биоструктур. Уровни описания структуры биополимеров.
32. индуцированный транспорт ионов.
33. Электропроводимость биологических объектов. Дисперсия электропроводимости биологических объектов.
34. Механизм распространения потенциала действия в нервных волокнах.
35. Теорема Пригожина.
36. Антиокислительная система клетки.
37. Биологическая эффективность ионизированных излучений и ее количественная характеристика.
38. Механизм энергетического сопряжения. Теория Митчелла.
39. Методы изучения конформационной подвижности биополимеров.

40. Мембрана как универсальный компонент биологических структур. Физико-химическая характеристика белков и липидов мембран. Фазовые переходы липидов мембран.
41. Единицы измерения, дозы и дозиметрия ионизирующих излучений.
42. Факторы, модифицирующие действие ионизирующих радиаций на организм: температур; содержание кислорода.
43. Ионные каналы биологических мембран. Избирательность каналов. Регуляция проницаемости канала.
44. Механизм транспорта веществ через биомембраны.
45. Экологическая модель «хищник-жертва» и его математическое исследование.
46. Пассивный транспорт через биомембраны. Уравнение Фика. уравнение проницаемости.
47. Первичные стадии фотосинтеза. Молекулярная организация фотосинтетического аппарата. Миграция энергии. Транспорт электронов при фотосинтезе.
48. Транспорт через мембраны. Соотношение Уссинга.
49. Энергия активации. Коэффициент Вант-Гоффа.
50. Транспорт ионов через мембраны. Уравнение Нернста.
51. Роль конформационной подвижности биополимеров в функции молекулярных устройств.
52. Потенциал покоя нервной клетки. Механизм возникновения потенциала действия.
53. Свободнорадикальные процессы в биомембранах в норме и при действии ионизирующих излучений.
54. Действие ультрафиолетовых излучений на нуклеиновые кислоты.
55. Биофизика рецепции. Фоторецепция, механизм.
56. Нелинейная термодинамика в биологических системах. Свойства систем вдали от равновесия.
57. Электронно-конформационное взаимодействие и их роль в функционировании ферментов.
58. Свободная энергия, энтропия, энтальпия.
59. Активный транспорт веществ через биологические мембраны. термодинамика активного транспорта. Симпорт. Антипорт.
60. Действие ионизирующих излучений на воду.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - \_\_ баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 40 баллов,

- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 55 баллов.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос - \_\_\_ баллов,
  - письменная контрольная работа - 50 баллов,
  - тестирование - 50 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Волькенштейн М.В. Биофизика – СПб., 2008. –608с.
2. Рубин А.Б. Биофизика. / Кн. 1, 2. – М.: «Высшая школа», 2000.
3. Ремизов А.Н., Максимица А. Г., Потапенко А. Я. Медицинская и биологическая физика.- М.: Дрофа. , 2008
4. Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А. Биофизика – Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2009. – 294 с.

### **б) дополнительная литература:**

- Антонов В. Ф., Черныш А. М., Пасечник В. И. и др. Практикум по биофизике – М.: ВЛАДОС., 2001. – 352с.
2. Мейланов И.С. Исследование молекулярных механизмов гипотермических состояний у млекопитающих: учебное пособие для студентов 3-5 курсов (специальность «Биохимия»). / Мейланов И.С., Кличханов Н.К., Халилов Р.А., Джафарова А.М., Астаева М.Д., Саидов М.Б., Нурмагомедова П.М., Абасова М.О., Абдуллаев В.Р., Эмирбеков Э.З. – Махачкала: Изд. ДГУ -2010. – 162с.
  3. Халилов Р. А., Пиняскина Е. В., Джафарова А. М., Абдурахманов Р. Г. Практикум по биофизике/ Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2013. 189с.
  4. Артюхов В. Г., Наквасина В. Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия/ Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2008. – 294 с.
  5. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии (изд. 2-е, испр. и дополн.) Издательство РХД, 2011 г. 560 стр. Находится в свободном доступе в сети Интернет по ссылке
  6. Абдурахманов Р.Г., Мейланов И.С., Пиняскина Е.В., Джафарова А.М. Радиобиология: учебное пособие для студентов специальности «Биофизика» // Махачкала: Изд. ДГУ. -2010г -147с.
  7. Халилов Р. А., Пиняскина Е. В., Джафарова А. М., Абдурахманов Р. Г. Молекулярная биофизика. Учебно-методическое пособие для студентов биологических факультетов/ Махачкала: Изд. ДГУ. -2014г -57с

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/>
2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
3. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра

rrc.dgu.ru

4. электронные образовательные ресурсы библиотеки ДГУ (East View Information, Bibliophika, ПОЛПРЕД, Книгафонд, elibrary, Электронная библиотека Российской национальной библиотеки, Российская ассоциация электронных библиотек //eLibrary Электронная библиотека РФФИ).
5. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
6. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
7. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала «Успехи биологической химии» <http://www.inbi.ras.ru/ubkh/ubkh.html>
8. Российское образование. Федеральный портал «Университетская библиотека ONLINE» <http://www.biblioclub.ru>

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем биохимии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса данного курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Лабораторные занятия.** Лабораторные занятия по дисциплине имеют целью закрепить теоретические знания и выработать практические навыки исследования биохимических процессов в тканях человека и животных.

Прохождение всего цикла лабораторных занятий является обязательным для получения допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс лабораторно-практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять эксперименты, статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Для прохождения лабораторного занятия студент должен иметь

«Практикум по биохимии», калькулятор, простой карандаш, ластик, линейку, ручку. Специальное оборудование, позволяющее выполнить комплекс некоторых работ из «Практикума» выдается для пользования на каждом занятии преподавателем или лаборантом кафедры и подготавливается к занятию лаборантом.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

**Реферат.** Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную Вами тему. *Реферат это не списанные куски текста с первоисточника.* Недопустимо брать рефераты из Интернета.

Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4).

*Структура реферата включает следующие разделы:*

- титульный лист;
- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации. Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением авторских прав. Используемые материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательные собственные выводы. Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта. Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

**Перечень** учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;

- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

#### **Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения лабораторных заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме. На лабораторных занятиях проводятся эксперименты по исследованию физических основ биологических процессов. Экспериментальные работы проводятся студентами самостоятельно, что способствует выработке практических навыков по исследованию кинетики и термодинамики ферментативных реакций.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- подготовка оборудования к биофизическим исследованиям
- приготовление химических реактивов заданных концентраций
- освоение методик по измерению вязкости, поверхностного натяжения, электропроводности, спектральных свойств биологических объектов
- налаживание методик по исследованию кинетических и термодинамических характеристик биообъектов
- компьютерная обработка полученных экспериментальных данных с помощью пакетов программ STATISTICA, MathCad, EXEL, с использованием различных математических моделей
- составление элементарных математических моделей биологических процессов
- освоение метода качественного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих поведение биологической системы
- обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов, курсовых и дипломных заданий;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тести-



рование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Свойства систем вдали от равновесия: самоорганизация, автоколебания, отбор.	доклад
Особенности кинетики биохимических процессов в клетке: метаболические пути, компартментализация.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Кооперативная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Хилла.	реферат
Температурная зависимость биологических процессов.	доклад
Самоорганизация в неравновесных системах.	реферат
Информация в биологических системах.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Колебательные процессы в биологии.	реферат
Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Физические основы транспорта электронов в биологических системах. Окислительно-восстановительные потенциалы. Туннельный транспорт.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Временная иерархия и принцип «узкого горла» в биологических системах.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе

Действие ультрафиолетового излучения на биообъекты. Фотодинамический эффект.	доклад
Транспорт электронов при фотосинтезе.	доклад
Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Модель скользящих нитей. Энергетика мышечного сокращения.	реферат
Свободные радикалы в цепных реакциях окисления липидов в мембранах. Роль активных форм кислорода.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Антиокислительная система клетки.	реферат
Биофизика рецепции. Фоторецепция, механизм.	доклад
Электропроводимость биологических объектов. Дисперсия электропроводимости биологических объектов.	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе

### **Примерная тематика рефератов.**

1. Температурная зависимость биологических процессов.
2. Электропроводность биологических объектов.
3. Механизмы энергетического сопряжения в клетке.
4. Механизмы первичных стадий фотосинтеза.
5. Самоорганизация в неравновесных системах.
6. Колебательные процессы в биологии.
7. Происхождение жизни.
8. Проведение нервного импульса.
9. Метод электронного парамагнитного резонанса в биологии.
10. Информация в биологических системах.
11. Фазовые переходы в биополимерах.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ «Origin», «Statistica», «MathCad», используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лабораторная база кафедры биохимии и биофизики: спектрофотометр, флуориметр, фотоколориметр, рН –метр, торсионные и аналитические весы, поляризационный микроскоп, реохордный мост, мост переменного тока, электронные и механические автопипетки, лабораторные животные и необходимые химические реактивы

Учебная литература (дополнительная и основная, «Практикум»), учебные и научно-популярные фильмы (Кобрин Н. «Термодинамика биологических процессов» (I и II части), Кинетика биологических процессов (I и II части).

На лекционных и лабораторно-практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, а также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).