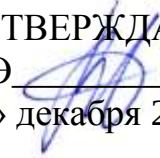


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФРТЭ  Небольсин В.А.
«16» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биофизические основы живых систем»

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Профиль Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года/4 года и 11 м.

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы  /С.А.Слинчук/

Заведующий кафедрой
Системного анализа и
управления в медицинских
системах  /Е.Н. Коровин/

Руководитель ОПОП  /Е.И. Новикова/

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование теоретической базы знаний у студентов о строении и функционировании организма в целом, отдельных органов и функциональных систем, а так же методах получения биофизических данных, основываясь на современных физических и математических подходах к описанию биологических процессов

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение биофизических процессов в биосистемах и их структурных элементах различного уровня;
- изучение понятий и биофизических методов исследования проявлений жизнедеятельности для применения полученных знаний в медико-технической области;
- формирование навыков применения различных методов моделирования для исследования живых биологических систем на разных уровнях их организации – молекулярном, мембранном, клеточном, популяционном.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Биофизические основы живых систем» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Биофизические основы живых систем» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать биологические и физические принципы организации биосистем
	уметь ориентироваться в комплексе биофизических данных об объекте, анализировать и обобщать полученную информацию, отслеживать динамику происходящих в организме процессов
	владеть методами и технологиями системного подхода для исследования биофизических явлений и процессов
ОПК-1	знать биофизические основы функционирования структур, тканей, органов и систем организма, особенности построения математических моделей для изучения биологических структур живого организма

	уметь обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата
	владеть навыками применения информационных технологий при описании биофизических явлений и процессов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Биофизические основы живых систем» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	128	128
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основы молекулярной биофизики	Макромолекулы, их физические свойства. Белки, их структура и функции в живых системах. Нуклеиновые кислоты. Генетический код.	2	4	4	10
2	Биофизика клеточных процессов	Клетка как структурная и функциональная единица живого организма. Основные функции клеточных структур. Клеточные мембраны, их структура, свойства и роль в жизнедеятельности клеток. Виды биологических мембран. Виды мембранного транспорта.	4	4	12	20
3	Биоэлектрические явления	Пассивные электрические свойства и электрическая активность биообъектов. Механизм возникновения биоэлектрических потенциалов. Потенциал покоя. Потенциал действия. Распространение нервного импульса. Сальтаторная передача возбуждения. Синаптическая передача.	6	4	16	26
4	Термодинамика биологических процессов	Термодинамические системы. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Изменение энтропии в открытых системах. Теорема Пригожина. Кинетика биопроцессов. Теплопродукция и теплоотдача. Тепловое состояние организма человека. Терморегуляция организма.	4	-	8	12
5	Биофизические основы мышечного сокращения	Виды мышечной ткани. Скелетные мышцы. Структура мышц. Механизм мышечного сокращения. Энергия для мышечных сокращений. Особенности гладких мышц. Групповое взаимодействие мышц	4	-	12	16
6	Биофизика кровообращения	Физиология крови. Реологические свойства крови. Режимы течения крови по сосудам. Основные законы гемодинамики. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы. Строение и функционирование сердца. Круги кровообращения. Типы кровеносных сосудов.	4	6	8	18
7	Биофизика дыхания	Биофизика внешнего дыхания. Стадии газопереноса. Дыхательные движения. Легочные объемы и емкости. Биофизика тканевого дыхания. Механика дыхания. Основные показатели внешнего дыхания, способы их определения.	4	-	12	16
8	Биофизика сенсорных систем	Элементы органов чувств. Закон Вебера-Фехнера. Зрительный анализатор. Слуховой анализатор. Вестибулярный аппарат, его строение и функции. Обонятельный анализатор. Вкусовой анализатор. Кожный анализатор.	8	-	18	26
Итого			36	18	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основы молекулярной биофизики	Макромолекулы, их физические свойства. Белки, их структура и функции в живых системах. Нуклеиновые кислоты. Генетический код.	1	4	16	21
2	Биофизика клеточных процессов	Клетка как структурная и функциональная единица живого организма. Основные функции клеточных структур. Клеточные мембраны, их структура, свойства и роль в жизнедеятельности клеток. Виды биологических мембран. Виды мембранного транспорта.	-	-	16	16
3	Биоэлектрические явления	Пассивные электрические свойства и электрическая активность биообъектов. Механизм возникновения биоэлектрических потенциалов. Потенциал покоя. Потенциал действия. Распространение нервного импульса. Сальтаторная передача возбуждения. Синаптическая передача.	1	-	16	17
4	Термодинамика биологических процессов	Термодинамические системы. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Изменение энтропии в открытых системах. Теорема Пригожина. Кинетика биопроцессов. Теплопродукция и теплоотдача. Тепловое состояние организма человека. Терморегуляция организма.	1	-	16	17
5	Биофизические основы мышечного сокращения	Виды мышечной ткани. Скелетные мышцы. Структура мышц. Механизм мышечного сокращения. Энергия для мышечных сокращений. Особенности гладких мышц. Групповое взаимодействие мышц	-	-	16	16
6	Биофизика кровообращения	Физиология крови. Реологические свойства крови. Режимы течения крови по сосудам. Основные законы гемодинамики. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы. Строение и функционирование сердца. Круги кровообращения. Типы кровеносных сосудов.	1	4	16	21
7	Биофизика дыхания	Биофизика внешнего дыхания. Стадии газопереноса. Дыхательные движения. Легочные объемы и емкости. Биофизика тканевого дыхания. Механика дыхания. Основные показатели внешнего дыхания, способы их определения.	-	-	16	16
8	Биофизика сенсорных систем	Элементы органов чувств. Закон Вебера-Фехнера. Зрительный анализатор. Слуховой анализатор. Вестибулярный аппарат, его строение и функции. Обонятельный анализатор. Вкусовой анализатор. Кожный анализатор.	-	-	16	16
Итого			4	8	128	140

5.2 Перечень лабораторных работ

очная форма обучения

1. Исследование мультистационарных систем (генетический триггер Жакоба и Моно)
2. Исследование колебаний и ритмов в биологических системах
3. Исследование фармакокинетической модели
4. Исследование модели распространения нервного импульса

заочная форма обучения

1. Исследование мультистационарных систем (генетический триггер Жакоба и Моно)
2. Исследование фармакокинетической модели

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

очная форма обучения

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Характеристика и анализ биофизических основ живых систем»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- изучение основных понятий и разделов биофизики живых систем;
- изучение структурных элементов различного уровня, биофизических процессов и явлений в живых системах;
- изучение биофизических методов исследования проявлений жизнедеятельности для применения полученных знаний в медико-технической области.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Задания для курсовой работы

Варианты заданий выбираются по последней цифре в зачетке студента

Номер варианта	Задания варианта
1	1. Биофизика как наука. Современные достижения биофизики и их значение для биологии.
	2. Электронная микроскопия в исследовании биологических мембран. Устройство электронного микроскопа. Метод замораживания-скалывания, замораживания-травления.
	3. Возникновение потенциала покоя. Гипотеза Бернштейна. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
	4. Химический потенциал.
	5. Анализ ферментной реакции
	6. Ламинарное и турбулентное течение жидкости, число Рейнольдса.
	7. Виды мышц
	8. Эквивалентная электрическая модель сердечно-сосудистой системы. Дипольный генератор электрического поля. Уравнение для потенциала электрического поля дипольного генератора на поверхности объёмного

	проводника. Схема электрического поля сердца.
	9. Дозиметрия. Дозы ионизирующих излучений. Дозиметры ионизирующих излучений.
	10. Восприятие вкуса у человека
2	1. Первый и второй закон термодинамики для живых систем
	2. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии и применение его для изучения фазовых переходов в биологических мембранах.
	3. Потенциал действия. Изменение проницаемости мембраны для ионов Na^+ и K^+ при генерировании потенциала действия.
	4. Исследование направления процесса в системе. Критерии самопроизвольности процесса.
	5. Ингибирование ферментных реакций – конкурентное, неконкурентное и смешанное. Биологические примеры различных типов ингибирования. Лечение рака, действие сульфаниламидов.
	6. Использование законов гидродинамики для описания движения крови по кровеносным сосудам с учетом ограничений. Уравнение Бернулли.
	7. Строение мышечного волокна
	8. Понятие об электрокардиографических отведениях. Стандартные, усиленные и грудные электрокардиографические отведения. Требования, предъявляемые к электродам, используемым для регистрации биопотенциалов.
	9. Биофизический механизм повреждающего воздействия ионизирующих излучений на биологические объекты.
	10. Восприятие запаха у человека
3	1. Энтропия, энтропия и вероятность, скорость продукции энтропии. Соотношения Онзагера.
	2. Понятие мембранного транспорта и его биологическое значение. Виды мембранного транспорта и их особенности. Химический и электрохимический потенциал веществ. Уравнение для расчета химического и электрохимического потенциалов.
	3. Потенциал-зависимые ионные каналы мембраны для K^+ и Na^+ . Структура, особенности функционирования. Изменения проницаемости мембраны для K^+ и Na^+ в различные фазы потенциала действия.
	4. Осмотическое давление. Значение в биологических системах.
	5. Регуляция скорости ферментной реакции: pH-регуляция, самоторможение субстратом, «биологические часы»
	6. Диффузия: описание, методы исследования. Определение формы макромолекул методами диффузии
	7. Сокращение мышц
	8. Особенности распространения возбуждения в сердечной мышце. Суммарный вектор ЭДС сердца. Электрическая ось сердца. Определение положения электрической оси сердца по результатам анализа ЭКГ, снятой в стандартных отведениях.
	9. Воздействие ультразвука на биологические объекты.
	10. Восприятие звуков у человека
4	1. Термодинамика биологических систем. «Жизнь с точки зрения физики» (Э. Шредингер). Теорема Пригожина. Функция диссипации.
	2. Пассивный транспорт неэлектролитов - обычная диффузия. Уравнение Фика.
	3. Свойства потенциала действия и его биологическое значение.

	4. Равновесие Доннана. Примеры установления равновесия Доннана в биологической системе. Диализ.
	5. Основы фармакокинетики. Анализ действия фармакологических препаратов.
	6. Иммунодиффузия – использование в лабораторной диагностике, виды иммунодиффузии.
	7. Свойства мышц
	8. Свет. Природа света. Волновые и корпускулярные свойства света. Уравнение электромагнитной волны.
	9. Воздействие электромагнитных волн на биологические объекты.
	10. Зрительное восприятие у человека
5	1. Терморегуляция живых систем
	2. Облегченная диффузия. Кинетическая схема транспорта незаряженных молекул с участием переносчика. Уравнение облегченной диффузии.
	3. Распространение нервного импульса по нервному волокну.
	4. Растворимость макромолекул. Всаливание и высаливание. Выделение белка методом высаливания.
	5. Конформация молекул. Формирование водородных связей в молекулах нуклеиновых кислот. Таутомерия оснований.
	6. Методы электрофореза.
	7. Особенности гладкой мускулатуры
	8. Свет естественный и поляризованный. Закон Малюса. Закон Брюстера.
	9. Воздействие лазера на биологические объекты.
	10. Тактильное восприятие у человека
6	1 Модель строения биологической клетки
	2. Возможные механизмы прохождения ионов через мембраны клеток. Основные подходы для описания транспорта ионов. Структура ионных каналов.
	3. Первый закон термодинамики. Энергия. Система. Функция состояния.
	4. Зависимость константы равновесия и константы скорости реакции от температуры. Уравнения Вант-Гоффа и Аррениуса
	5. Конформационные возможности сахаров и сахарофосфатного остова в составе нуклеиновых кислот.
	6. Физические принципы фотосинтеза.
	7. Работа и мощность сердца.
	8. Поляриметр для определения концентраций оптически активных веществ. Законы преломления света. Рефрактометр.
	9. Воздействие электрического тока на биологические объекты.
	10. Механика дыхания у человека
7	1. Мембранология, как наука. Биологические мембраны. Функции мембран. Современная жидко-кристаллическая мозаичная модель мембраны.
	2. Пассивный транспорт ионов. Уравнение Теорелла, Нернста - Планка.
	3. Закон Гесса при исследовании биологических систем.
	4. Электрохимический потенциал. Работа ионоселективных мембранных электродов.
	5. Предпосылки построения двухспиральной структуры молекулы НК. Формы ДНК.
	6. Механизмы миграции энергии при фотосинтезе.
	7. Строение стенок сосудов и их механические свойства. Закон Лапласа, уравнение Ламе. Функциональные группы сосудов.

	8. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоэлектроколориметр. Его устройство и принцип работы.
	9. Воздействие магнитного поля на биологические объекты.
	10. Механика движения человека
8	1. Химический состав мембран. Липидные и белковые компоненты. Структура молекулы фосфолипида. Типы мембранных белков и их функции. Вода как структурный компонент биологической мембраны.
	2. Активный транспорт ионов Na^+ и K^+ . Структура и работа Na^+ - K^+ -зависимой АТФазы.
	3. Второй закон термодинамики. Принцип адиабатической недостижимости некоторых состояний.
	4. Электрохимический потенциал: потенциал покоя и потенциал действия на мембране.
	5. Пространственные структуры РНК.
	6. Туннельный механизм переноса электрона при фотосинтезе.
	7. Факторы, обеспечивающие движение крови по кровеносным сосудам. Влияние эластических свойств на гемодинамику. Роль эффекта компрессионной камеры.
	8. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада.
	9. Воздействие инфракрасного излучения на биологические объекты.
	10. Биофизика внешнего дыхания
9	1. Текучесть липидного бислоя мембраны. Микровязкость мембран. Уравнение Стокса-Энштейна. Фазовые переходы в мембранах. Значимость жидкокристаллического состояния мембран для их функционирования.
	2. Значимость ионных градиентов, создаваемых системами активного транспорта, для жизнедеятельности клеток. Физические принципы вторично-активного транспорта. Транспорт аминокислот, сахаров. Na^+ - Ca^{++} -обмен.
	3. Энтропия равновесного и неравновесного процесса.
	4. Статистический вес и энтропия системы.
	5. Третичная структура НК. Метод построения упрощенных моделей НК.
	6. Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Кровь как неньютоновская жидкость.
	7. Пульсовые колебания скорости кровотока. Пульсовые колебания давления (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление крови). Пульсовая волна. Уравнение для гармонической пульсовой волны. Формула скорости пульсовой волны.
	8. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки. Использование рентгеновских лучей для изучения структуры веществ и в медицине.
	9. Воздействие инфразвука на биологические объекты.
	10. Иммуитет человека
0	1. Модельные мембранные системы. Использование липосом для транспорта лекарственных веществ.
	2. Мембранный потенциал. Методы измерения мембранного потенциала. Микроэлектродная техника.
	3. Энергия Гиббса, полезная работа, совершаемая биологической системой.
	4. Изменения энтропии открытой системы. Организм, как открытая система. Сопряженные и сопрягающие реакции.

	5. Уровни структурной организации белковой молекулы
	6. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление в различных отделах кровеносной системы. Объемная и линейная скорость кровотока в зависимости от поперечного сечения сосудов.
	7. Сердечная мышца
	8. Виды ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.
	9. Воздействие солнечной радиации на биологические объекты.
	10. Биофизические основы деятельности головного мозга человека.

заочная форма обучения

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Характеристика и анализ биофизических основ живых систем»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- изучение основных понятий и разделов биофизики живых систем;
- изучение структурных элементов различного уровня, биофизических процессов и явлений в живых системах;
- изучение биофизических методов исследования проявлений жизнедеятельности для применения полученных знаний в медико-технической области.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Задания для курсовой работы

Варианты заданий выбираются по последней цифре в зачетке студента

Номер варианта	Задания варианта
1	1. Биофизика как наука. Современные достижения биофизики и их значение для биологии.
	2. Электронная микроскопия в исследовании биологических мембран. Устройство электронного микроскопа. Метод замораживания-скалывания, замораживания-травления.
	3. Возникновение потенциала покоя. Гипотеза Бернштейна. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
	4. Химический потенциал.
	5. Анализ ферментной реакции
	6. Ламинарное и турбулентное течение жидкости, число Рейнольдса.
	7. Виды мышц
	8. Эквивалентная электрическая модель сердечно-сосудистой системы. Дипольный генератор электрического поля. Уравнение для потенциала электрического поля дипольного генератора на поверхности объемного проводника. Схема электрического поля сердца.
	9. Дозиметрия. Дозы ионизирующих излучений. Дозиметры ионизирующих излучений.
	10. Восприятие вкуса у человека
2	1. Первый и второй закон термодинамики для живых систем

	2. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии и применение его для изучения фазовых переходов в биологических мембранах.
	3. Потенциал действия. Изменение проницаемости мембраны для ионов Na^+ и K^+ при генерировании потенциала действия.
	4. Исследование направления процесса в системе. Критерии самопроизвольности процесса.
	5. Ингибирование ферментных реакций – конкурентное, неконкурентное и смешанное. Биологические примеры различных типов ингибирования. Лечение рака, действие сульфаниламидов.
	6. Использование законов гидродинамики для описания движения крови по кровеносным сосудам с учетом ограничений. Уравнение Бернулли.
	7. Строение мышечного волокна
	8. Понятие об электрокардиографических отведениях. Стандартные, усиленные и грудные электрокардиографические отведения. Требования, предъявляемые к электродам, используемым для регистрации биопотенциалов.
	9. Биофизический механизм повреждающего воздействия ионизирующих излучений на биологические объекты.
	10. Восприятие запаха у человека
3	1. Энтропия, энтропия и вероятность, скорость продукции энтропии. Соотношения Онзагера.
	2. Понятие мембранного транспорта и его биологическое значение. Виды мембранного транспорта и их особенности. Химический и электрохимический потенциал веществ. Уравнение для расчета химического и электрохимического потенциалов.
	3. Потенциал-зависимые ионные каналы мембраны для K^+ и Na^+ . Структура, особенности функционирования. Изменения проницаемости мембраны для K^+ и Na^+ в различные фазы потенциала действия.
	4. Осмотическое давление. Значение в биологических системах.
	5. Регуляция скорости ферментной реакции: pH-регуляция, самоторможение субстратом, «биологические часы»
	6. Диффузия: описание, методы исследования. Определение формы макромолекул методами диффузии
	7. Сокращение мышц
	8. Особенности распространения возбуждения в сердечной мышце. Суммарный вектор ЭДС сердца. Электрическая ось сердца. Определение положения электрической оси сердца по результатам анализа ЭКГ, снятой в стандартных отведениях.
	9. Воздействие ультразвука на биологические объекты.
	10. Восприятие звуков у человека
4	1. Термодинамика биологических систем. «Жизнь с точки зрения физики» (Э. Шредингер). Теорема Пригожина. Функция диссипации.
	2. Пассивный транспорт неэлектролитов - обычная диффузия. Уравнение Фика.
	3. Свойства потенциала действия и его биологическое значение.
	4. Равновесие Доннана. Примеры установления равновесия Доннана в биологической системе. Диализ.
	5. Основы фармакокинетики. Анализ действия фармакологических препаратов.
	6. Иммунодиффузия – использование в лабораторной диагностике, виды иммунодиффузии.
	7. Свойства мышц

	8. Свет. Природа света. Волновые и корпускулярные свойства света. Уравнение электромагнитной волны.
	9. Воздействие электромагнитных волн на биологические объекты.
	10. Зрительное восприятие у человека
5	1. Терморегуляция живых систем
	2. Облегченная диффузия. Кинетическая схема транспорта незаряженных молекул с участием переносчика. Уравнение облегченной диффузии.
	3. Распространение нервного импульса по нервному волокну.
	4. Растворимость макромолекул. Всаливание и высаливание. Выделение белка методом высаливания.
	5. Конформация молекул. Формирование водородных связей в молекулах нуклеиновых кислот. Таутомерия оснований.
	6. Методы электрофореза.
	7. Особенности гладкой мускулатуры
	8. Свет естественный и поляризованный. Закон Малюса. Закон Брюстера.
	9. Воздействие лазера на биологические объекты.
	10. Тактильное восприятие у человека
6	1 Модель строения биологической клетки
	2. Возможные механизмы прохождения ионов через мембраны клеток. Основные подходы для описания транспорта ионов. Структура ионных каналов.
	3. Первый закон термодинамики. Энергия. Система. Функция состояния.
	4. Зависимость константы равновесия и константы скорости реакции от температуры. Уравнения Вант-Гоффа и Аррениуса
	5. Конформационные возможности сахаров и сахарофосфатного остова в составе нуклеиновых кислот.
	6. Физические принципы фотосинтеза.
	7. Работа и мощность сердца.
	8. Поляриметр для определения концентраций оптически активных веществ. Законы преломления света. Рефрактометр.
	9. Воздействие электрического тока на биологические объекты.
	10. Механика дыхания у человека
7	1. Мембранология, как наука. Биологические мембраны. Функции мембран. Современная жидко-кристаллическая мозаичная модель мембраны.
	2. Пассивный транспорт ионов. Уравнение Теорелла, Нернста - Планка.
	3. Закон Гесса при исследовании биологических систем.
	4. Электрохимический потенциал. Работа ионоселективных мембранных электродов.
	5. Предпосылки построения двухспиральной структуры молекулы НК. Формы ДНК.
	6. Механизмы миграции энергии при фотосинтезе.
	7. Строение стенок сосудов и их механические свойства. Закон Лапласа, уравнение Ламе. Функциональные группы сосудов.
	8. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоэлектроколориметр. Его устройство и принцип работы.
	9. Воздействие магнитного поля на биологические объекты.
	10. Механика движения человека
8	1. Химический состав мембран. Липидные и белковые компоненты. Структура молекулы фосфолипида. Типы мембранных белков и их функции. Вода как структурный компонент биологической мембраны.
	2. Активный транспорт ионов Na^+ и K^+ . Структура и работа Na^+ -и

	К⁺-зависимой АТФазы. 3. Второй закон термодинамики. Принцип адиабатической недостижимости некоторых состояний. 4. Электрохимический потенциал: потенциал покоя и потенциал действия на мембране. 5. Пространственные структуры РНК. 6. Туннельный механизм переноса электрона при фотосинтезе. 7. Факторы, обеспечивающие движение крови по кровеносным сосудам. Влияние эластических свойств на гемодинамику. Роль эффекта компрессионной камеры. 8. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. 9. Воздействие инфракрасного излучения на биологические объекты. 10. Биофизика внешнего дыхания
9	1. Текучесть липидного бислоя мембраны. Микровязкость мембран. Уравнение Стокса-Энштейна. Фазовые переходы в мембранах. Значимость жидкокристаллического состояния мембран для их функционирования. 2. Значимость ионных градиентов, создаваемых системами активного транспорта, для жизнедеятельности клеток. Физические принципы вторично-активного транспорта. Транспорт аминокислот, сахаров. Na⁺-Ca⁺⁺-обмен. 3. Энтропия равновесного и неравновесного процесса. 4. Статистический вес и энтропия системы. 5. Третьичная структура НК. Метод построения упрощенных моделей НК. 6. Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Кровь как неньютоновская жидкость. 7. Пульсовые колебания скорости кровотока. Пульсовые колебания давления (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление крови). Пульсовая волна. Уравнение для гармонической пульсовой волны. Формула скорости пульсовой волны. 8. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки. Использование рентгеновских лучей для изучения структуры веществ и в медицине. 9. Воздействие инфразвука на биологические объекты. 10. Иммуитет человека
10	1. Модельные мембранные системы. Использование липосом для транспорта лекарственных веществ. 2. Мембранный потенциал. Методы измерения мембранного потенциала. Микроэлектродная техника. 3. Энергия Гиббса, полезная работа, совершаемая биологической системой. 4. Изменения энтропии открытой системы. Организм, как открытая система. Сопряженные и сопрягающие реакции. 5. Уровни структурной организации белковой молекулы 6. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление в различных отделах кровеносной системы. Объемная и линейная скорость кровотока в зависимости от поперечного сечения сосудов. 7. Сердечная мышца 8. Виды ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.

	9. Воздействие солнечной радиации на биологические объекты.
	10. Биофизические основы деятельности головного мозга человека.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать биологические и физические принципы организации биосистем	Отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь ориентироваться в комплексе биофизических данных об объекте, анализировать и обобщать полученную информацию, отслеживать динамику происходящих в организме процессов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами и технологиями системного подхода для исследования биофизических явлений и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	знать биофизические основы функционирования структур, тканей, органов и систем организма, особенности построения	Отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	математических моделей для изучения биологических структур живого организма			
	уметь обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата	Решение стандартных и практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками применения информационных технологий при описании биофизических явлений и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	знать биологические и физические принципы организации биосистем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь ориентироваться в комплексе биофизических данных об объекте, анализировать и обобщать полученную	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	информацию, отслеживать динамику происходящих в организме процессов					
	владеть методами и технологиями системного подхода для исследования биофизических явлений и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать биофизические основы функционирования структур, тканей, органов и систем организма, особенности построения математических моделей для изучения биологических структур живого организма	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения информационных технологий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	при описании биофизических явлений и процессов	предметно й области	верные ответы	получен верный ответ во всех задачах		
--	---	------------------------	------------------	---	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

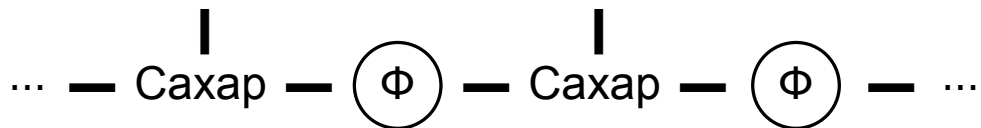
1. Основной структурной единицей живого является
 - атом
 - молекула
 - макромолекула
2. Структура белка представляет упорядоченное свертывание полипептидной цепи в спираль
 - Первичная
 - Вторичная
 - Третичная
3. мРНК -
 - Информационная
 - Транспортная
 - Рибосомальная
4. Перенос вещества через мембрану, протекающий из области низкой концентрации в область высокой, т. е. с затратой свободной энергии организма, как правило макроэргических связей АТФ
 - Пассивный
 - Активный
5. Где выше концентрация ионов калия в состоянии покоя клетки?
 - внутри клетки
 - в окружающей клетку жидкости
6. Специализированная зона контакта, обеспечивающая передачу возбуждения между двумя нейронами
 - межнейронный синапс
 - нервно-мышечный синапс
 - рецепторно-нейронный синапс
7. Это наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха
 - дыхательный объем
 - емкость вдоха
 - жизненная емкость легких
8. Служит для переноса газов на короткие расстояния (<0,1 мм)
 - диффузионный транспорт
 - конвекционный транспорт
 - транспорт газов кровью
9. Глаз включают в себя
 - рецепторный аппарат
 - рецепторный аппарат и оптическую систему
 - оптическую систему
10. Слуховой аппарат человека исключительно чувствителен потому, что
 - барабанная перепонка туго натянута
 - наружный слуховой проход напоминает органную трубу
 - внутри слухового прохода нет кровеносных сосудов

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В состав молекулы РНК входят:

Основание

Основание



-Рибоза и нуклеотиды А, У, Г, Ц.

-Рибоза и нуклеотиды А, Т, Г, Ц.

-Дезоксирибоза и нуклеотиды А, У, Г, Ц.

2. Выполняют функцию «силовых установок», поставляющих энергию, аккумулируемую образованием аденозинтрифосфата (АТФ). Обозначьте на рисунке.

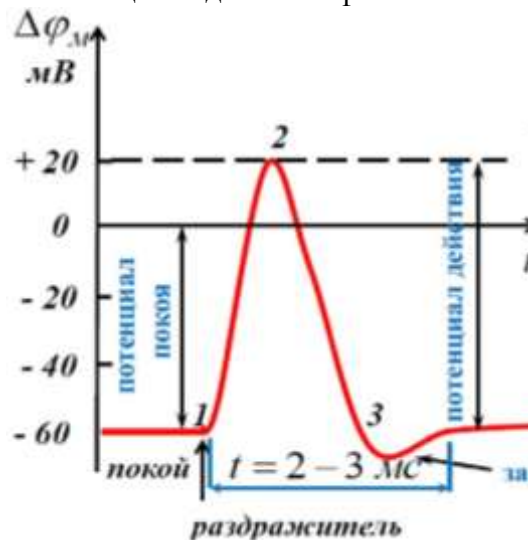


-Аппарат Гольджи

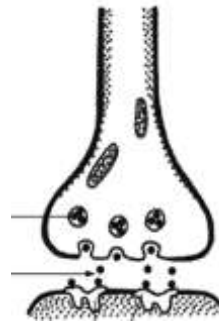
-Митохондрии

-Лизосомы

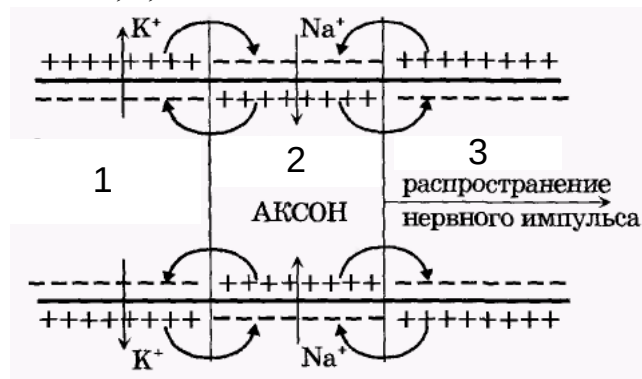
3. Подпишите на рисунке потенциала действия фазы 1-2 и 2-3



4. Укажите тип синапса и обозначьте элемент, посредством которого передается возбуждение



5. Подпишите на рисунке распространения нервного импульса вдоль возбудимого волокна зоны 1, 2, 3



6. Отметьте 5 положений первого закона термодинамики

1	закон сохранения энергии
2	указывает, что все реальные процессы (в том числе в биологических системах), сопровождаются рассеянием некоторой части энергии в теплоту
3	общая энергия в изолированной системе - величина постоянная и не изменяется во времени, а лишь переходит из одной формы другую
4	все формы энергии (механическая, химическая, электрическая и т.п.) могут быть превращены в теплоту без остатка
5	$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$
6	не существует двигателя или процесса, который бы преобразовывал теплоту в другую форму энергии с 100% эффективностью
7	сумма всей энергии, переданной через границу системы (теплотой или работой), равна общему изменению энергии этой системы
8	поступление пищи обеспечивает энергию, которая используется для выполнения различных функций организма или сохраняется для последующего использования.
9	каждый реальный процесс, происходящий в термодинамической системе, может осуществляться только в одном направлении
10	теплота не может передаваться самопроизвольно от тела, обладающего более низкой температурой, телу с более высокой температурой

7. Расставьте по порядку основные стадии газопереноса диоксида углерода:

- конвекционный перенос кровью к капиллярам тканей
- конвекционный транспорт в альвеолы (вентиляция)
- диффузия из капилляров в окружающие ткани
- диффузия из альвеол в кровь легочных капилляров

8. Расставьте по порядку основные стадии газопереноса кислорода:

- конвекционный перенос кровью к капиллярам тканей
- конвекционный транспорт в альвеолы (вентиляция)
- диффузия из капилляров в окружающие ткани
- диффузия из альвеол в кровь легочных капилляров

9. Расположите точки чувствительности в порядке убывания их среднего количества

на единицу площади

- тепловые
- холодовые
- болевые
- тактильные

10. Обозначьте на рисунке вкусовые зоны языка



7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Проанализируйте математическое описание схемы синтеза двух ферментов - триггерной системы

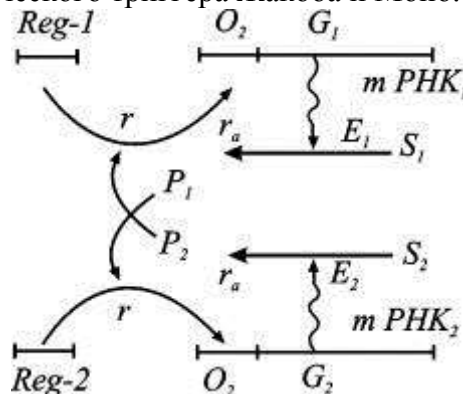
$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{L_1}{1+x_2^m} - x_1,$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{L_2}{1+x_1^m} - x_2.$$

При каких значениях параметров биологическая система принимает триггерные свойства?

- при $m \geq 2$ и определенных значениях отношения L_1/L_2
- при определенных значениях отношения L_1/L_2
- при $m \geq 2$

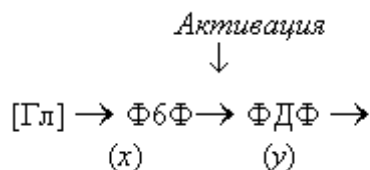
2. Опишите схему генетического триггера Жакоба и Моно.



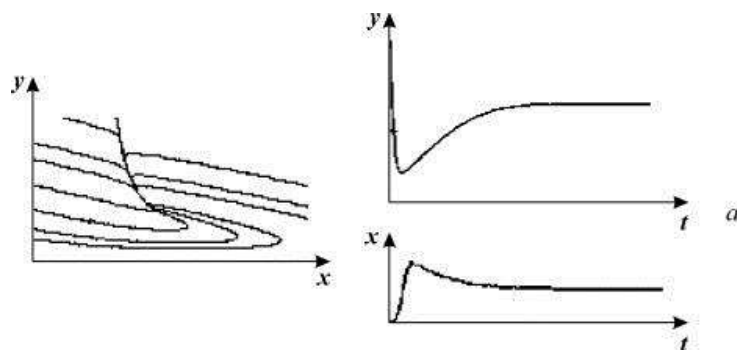
Кодирует синтез белка-репрессора, в активной форме блокирует транскрипцию, считывание генетической информации прекращается и весь оперон выключается. Это ген:

- структурный ген
- ген оператор
- ген-регулятор

3. Упрощенная схема реакций гликолиза описывается формулой:

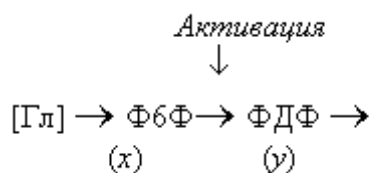


Модель гликолиза, представленная на рисунке, описывает

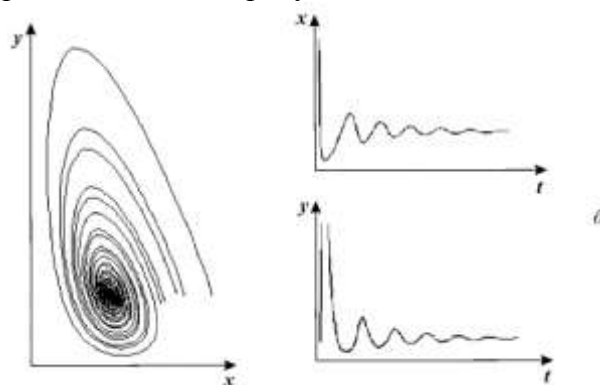


- бесколебательный процесс,
- затухающие колебания,
- колебания с постоянной амплитудой и фазой, близкие к гармоническим,
- релаксационные колебания с постоянной амплитудой и фазой

4. Упрощенная схема реакций гликолиза описывается формулой:

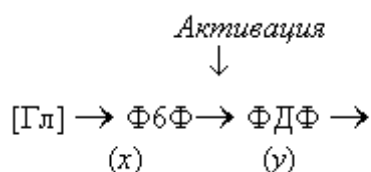


Модель гликолиза, представленная на рисунке, описывает

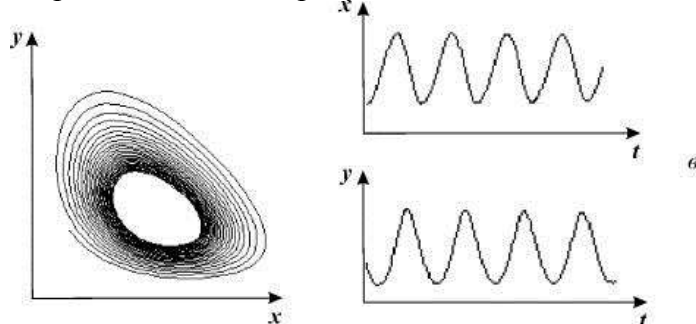


- бесколебательный процесс,
- затухающие колебания,
- колебания с постоянной амплитудой и фазой, близкие к гармоническим,
- релаксационные колебания с постоянной амплитудой и фазой

5. Упрощенная схема реакций гликолиза описывается формулой:

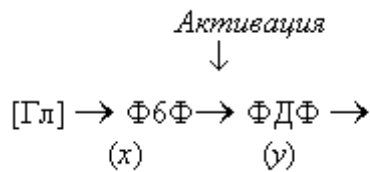


Модель гликолиза, представленная на рисунке, описывает

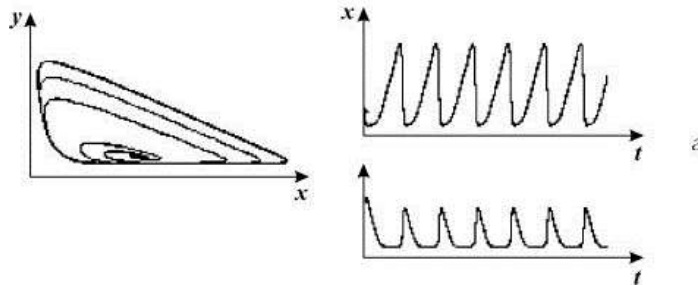


- бесколебательный процесс,

- затухающие колебания,
 - колебания с постоянной амплитудой и фазой, близкие к гармоническим,
 - релаксационные колебания с постоянной амплитудой и фазой
6. Упрощенная схема реакций гликолиза описывается формулой:

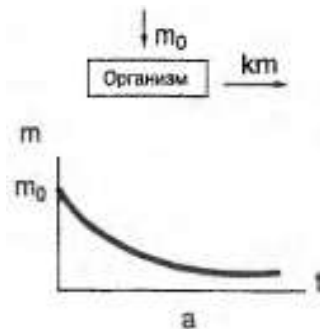


Модель гликолиза, представленная на рисунке, описывает



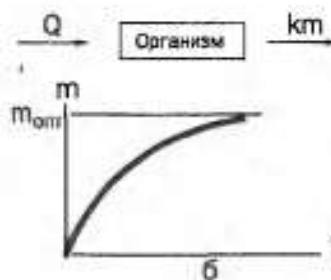
- бесколебательный процесс,
- затухающие колебания,
- колебания с постоянной амплитудой и фазой, близкие к гармоническим,
- релаксационные колебания с постоянной амплитудой и фазой

7. На рисунке представлена фармакокинетическая модель введения лекарственного препарата



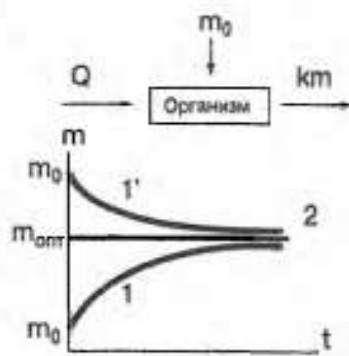
- однократное
- непрерывное
- комбинированное

8. На рисунке представлена фармакокинетическая модель введения лекарственного препарата



- однократное
- непрерывное
- комбинированное

9. На рисунке представлена фармакокинетическая модель введения лекарственного препарата



- однократное
- непрерывное
- комбинированное

10. Фармакокинетическая модель однократного введения лекарственного препарата описывается формулой:

$$\frac{dm}{dt} = -k \times m.$$

$$\frac{dm}{dt} = Q - k \times m$$

$$m = \frac{Q}{k} - \left(\frac{Q}{k} - m_0 \right) \times e^{-k \times t}.$$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к зачету с оценкой

1. Макромолекулы, их физические свойства.
2. Белки, их структура и функции в живых системах.
3. Нуклеиновые кислоты.
4. Генетический код.
5. Клетка как структурная и функциональная единица живого организма.
6. Основные функции клеточных структур.
7. Клеточные мембраны, их структура, свойства и роль в жизнедеятельности клеток.
8. Виды биологических мембран.
9. Виды мембранного транспорта.
10. Механизмы пассивного и активного транспорта веществ через мембрану.
11. Транспорт через мембраны с участием переносчиков.
12. Транспорт электролитов.
13. Пассивные электрические свойства и электрическая активность биообъектов.

Электрическое сопротивление клеток.

14. Сопротивление нервного волокна, находящегося в электролите.
15. Механизм возникновения биоэлектрических потенциалов.
16. Потенциал покоя.
17. Расчет мембранной разности потенциалов.
18. Потенциал действия.
19. Влияние изменений концентрации ионов на величину потенциала действия.
20. Распространение нервного импульса.
21. Сальтаторная передача возбуждения.
22. Синаптическая передача.
23. Химический и электрический механизмы передачи информации в синапсах.
24. Термодинамические системы.
25. Классификация термодинамических систем.

26. Стационарные состояния биологических систем.
27. Первый и второй законы термодинамики в биологии.
28. Изменение энтропии в открытых системах.
29. Теорема Пригожина.
30. Кинетика биопроцессов.
31. Теплопродукция и теплоотдача.
32. Условия передачи тепла из организма в окружающую среду.
33. Тепловое состояние организма человека.
34. Терморегуляция организма.
35. Гипертермия и гипотермия организма
36. Виды мышечной ткани.
37. Скелетные мышцы.
38. Структура мышц.
39. Механизм мышечного сокращения.
40. Энергия для мышечных сокращений
41. Свойства мышц.
42. Биомеханика скелетных мышц.
43. Биофизические свойства мышц.
44. Особенности гладких мышц.
45. Групповое взаимодействие мышц
46. Физиология крови.
47. Физические свойства и основные компоненты крови.
48. Реологические свойства крови.
49. Режимы течения крови по сосудам.
50. Свойства и функции плазмы крови
51. Основные законы гемодинамики.
52. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы.
53. Строение и функционирование сердца.
54. Круги кровообращения.
55. Типы кровеносных сосудов.
56. Особенности их строения.
57. Методы измерения скорости кровотока.
58. Биофизика внешнего дыхания.
59. Стадии газопереноса.
60. Дыхательные движения.
61. Легочные объемы и емкости.
62. Биофизика тканевого дыхания
63. Механика дыхания.
64. Основные показатели внешнего дыхания, способы их определения.
65. Растяжимость легких.
66. Работа, совершаемая при дыхании
67. Соотношение между давлением и объемом в ходе дыхательного цикла
68. Элементы органов чувств.
69. Закон Вебера-Фехнера.
70. Зрительный анализатор.
71. Строение глаза как оптической системы.
72. Структура зрительных рецепторов и механизм зрительного восприятия.
73. Спектральная чувствительность.
74. Трехкомпонентная теория цветового зрения.
75. Кодирование информации в органе зрения.
76. Слуховой анализатор.
77. Восприятие звука.

78. Механорецепция.
79. Этапы преобразования сигнала в органе слуха.
80. Кодирование информации в органе слуха.
81. Вестибулярный аппарат, его строение и функции.
82. Обонятельный анализатор.
83. Рецепция запаха и молекулярное узнавание.
84. Стереохимическая теория восприятия запаха.
85. Вкусовой анализатор, рецепторы вкусовых сосочков.
86. Кожный анализатор.
87. Тактильная, болевая и температурная рецепции.
88. Кожные рецепторы.
89. Дифференцированная возбудимость кожного анализатора.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 40 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ. Максимальное количество набранных баллов – 50.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 25 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 26 до 34 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 35 до 42 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 43 до 50 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основы молекулярной биофизики	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
2	Биофизика клеточных процессов	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
3	Биоэлектрические явления	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
4	Термодинамика биологических процессов	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
5	Биофизические основы мышечного сокращения	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
6	Биофизика кровообращения	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
7	Биофизика дыхания	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе

			работ, требования к курсовой работе
8	Биофизика сенсорных систем	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Родионов О.В.Сумина Ю.Е. Биофизика живых систем: Учеб. пособие, Воронеж: ВГТУ, 2013.

2. МУ 220-2021 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биофизические основы живых систем» для бакалавров направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», профилей «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», «Менеджмент и управление качеством в здравоохранении» очной и заочной форм обучения.

3. Базаев Н.А. Биофизические основы живых систем: учеб. пособие. - М.: МИЭТ, 2013. - 52 с.

4. Кузнецов, А. А. Биофизические основы живых систем : учеб. пособие / А. А. Кузнецов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 112 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

<http://www.biofizika.psn.ru/ru/>

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

<https://biomolecula.ru/themes/biofizika>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с установленными на них программным обеспечением для проведения лабораторного практикума с возможностью выхода в ИТС «Интернет»

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Биофизические основы живых систем» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме,

	ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--