

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.07.2026 12:58:09  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a488b9a8788b8322523



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Инженерия  
приборов для биологии" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика"  
специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
(модулю)

Инженерия приборов для биологии

Специальность

**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**

Специализация

**Биоинженерия и биоинформатика**

Присваиваемая квалификация

**Биоинженер и биоинформатик**

Форма обучения

**очная**

**Год набора 2026**

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

Специализация: Биоинженерия и биоинформатика.

Дисциплина: Инженерия приборов для биологии.

Семестр изучения: 9.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. компетенции, закрепленные за дисциплиной

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержания компетенций согласно ФГОС	Коды и содержания индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1 применяет специализированные знания основ математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Для достижения ОПК-2.1 знать: основные понятия и физические законы функционирования биологических систем на различных уровнях их организации (от клеточного уровня до уровня целого организма).
		ОПК-2.2 использует навыки лабораторной работы и методы математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Для достижения ОПК-2.2 уметь: использовать основные понятия и законы функционирования биологических систем на различных уровнях их организации; применять физические законы к исследованию процессов в живых организмах. Для достижения ОПК-2.2 владеть: методами исследования функционирования живых



			систем и организмов.
ОПК-3	Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико- химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3.3 применяет методы математического моделирования и математической статистики для обработки результатов биологических исследований	Для достижения ОПК-3.3 знать: физические принципы работы медицинской аппаратуры; физические основы (принципы) строения и динамики биологических объектов; особенности взаимодействия электромагнитного излучения с биологическими объектами в нормальном и патологическом состоянии. Для достижения ОПК-3.3 уметь: проводить расчеты величин, характеризующих физические свойства биологической системы, на основе существующих моделей. Для достижения ОПК-3.3 владеть: методами проведения измерений физических параметров биологических систем
ОПК-4	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ	ОПК-4.1 понимает теоретические основы методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний	Для достижения ОПК-4.1 знать: основы построения математических и физических моделей для описания функционирования биологических систем на различных уровнях их организации
		ОПК-4.2. применяет методы биоинженерии и биоинформатики	Для достижения ОПК-4.2 уметь: объяснять эффекты взаимодействия электромагнитного



	результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	для получения биологических объектов целенаправленно измененными свойствами	излучения различного спектрального диапазона с биологическими объектами; определять наиболее эффективные диагностические методы при проведении биомедицинских исследований
		ОПК-4.3. грамотно обосновывает полученные результаты, анализирует методический опыт и адекватно оценивает достоверность и практическую значимость исследования	Для достижения ОПК-4.3 владеть: навыками решения практических задач профессиональной деятельности.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 виды оценочных средств

Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства для промежуточной аттестации
ОПК-2.1 применяет специализированные знания основ математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Раздел 1. Введение. Предмет и методы инженерии приборов в биологии Раздел 2. Биофизика клетки. Биофизика мембран Раздел 3.	Отчеты по практическим занятиям, контрольная работа	Вопросы к экзамену



ОПК-2.2 использует навыки лабораторной работы и методы математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Механохимические, электрические, фотобиологические процессы в биологических объектах Раздел 4. Простейшие математические модели биологических процессов Раздел 5. Физические основы биомедицинской оптики Раздел 6. Физические основы спектрометрических методов диагностики биологических систем Раздел 7. Физические основы томографии		
ОПК-3.3 применяет методы математического моделирования и математической статистики для обработки результатов биологических исследований			
ОПК-4.1 понимает теоретические основы методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний			
ОПК-4.2. применяет методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами			
ОПК-4.3. грамотно обосновывает полученные результаты, анализирует методический опыт и адекватно оценивает достоверность и практическую значимость исследования			

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.



### 3.1 Виды оценочных средств

Оценочные средства для текущей аттестации представлены заданиями к отчетам по практическим занятиям, задачами к контрольной работе. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамен в виде устного опроса по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов.

### 3.2 Содержание оценочных средств

#### Вопросы к отчетам по практическим занятиям

вопросы	План ответа
<b>Раздел 3. Механохимические, электрические, фотобиологические процессы в биологических объектах</b>	
1. Что такое фотобиологический процесс и какие основные классы фотобиологических эффектов известны науке?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение фотобиологического процесса как любого биологического события, вызванного воздействием света.</li><li>2. Основные классы фотобиологических эффектов:</li><li>3. Фоторегуляция (светочувствительность растений и животных);</li><li>4. Повреждающее действие (фототоксичность, солнечный ожог кожи);</li><li>5. Положительное действие (фототерапия, заживление ран, улучшение состояния кожи).</li><li>6. Примеры известных фотобиологических процессов в природе и клинике.</li></ol>
2. Какие механизмы ответственны за фотодинамические повреждения живых тканей?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Фотодинамическая реакция как комплекс повреждений, вызванных светом и особыми химическими соединениями — фотосенсибилизаторами.</li><li>2. Два основных механизма фотодинамического повреждения:</li><li>3. Тип I: прямое окисление тканей активными формами кислорода;</li><li>4. Тип II: передача энергии кислороду, образуя активные формы кислорода (радикалы).</li><li>5. Связь между длиной волны света и глубиной поражения тканей.</li></ol>
3. Назовите области медицины, где активно применяют фототерапию и опишите принципы её действия.	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Общая характеристика фототерапии как метода лечебного воздействия света на организм.</li><li>2. Основные медицинские области применения фототерапии:<ul style="list-style-type: none"><li>– Дерматология (псориаз, витилиго, экзема);</li><li>– Хирургия (лечение раневых поверхностей, ускорение регенерации тканей);</li><li>– Нейрохирургия (определённая терапия рака мозга).</li></ul></li><li>3. Основное правило выбора параметров света (длина волны, экспозиция, интенсивность) для оптимального лечебного эффекта.</li></ol>
<b>Раздел 4. Простейшие математические модели биологических процессов</b>	



<p>1. Что такое простейшая логистическая модель роста популяции и как она описывается математически?</p>	<p><b>План ответа:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение логистической модели роста популяции.</li><li>2. Формула логистического уравнения (<math>dN/dt=rN(1-N/K)</math>), где <math>N</math> — численность особей, <math>r</math> — скорость прироста, <math>K</math> — ёмкость среды.</li><li>3. Графическое представление логистической кривой и её интерпретация.</li><li>4. Ограничения и предположения логистической модели.</li></ol>
<p>2. Объясните сущность модели Вольтера-Лотки ("хищник-жертва") и опишите её динамику.</p>	<p><b>План ответа:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Концептуальное введение в модель "хищник-жертва": взаимосвязь двух популяций.</li><li>2. Система дифференциальных уравнений Вольтера-Лотки: <math>dX/dt=\alpha X-\beta XY</math>, <math>dY/dt=-\gamma Y+\delta XY</math>, где <math>X</math> — количество жертв, <math>Y</math> — число хищников, <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math>, <math>\delta</math> — коэффициенты размножения и потребления.</li><li>3. Колебательная динамика модели: периодические колебания численности популяций.</li><li>4. Предположения и ограничения модели.</li></ol>
<p>3. Каким простым способом можно описать кинетику ферментативных реакций (уравнение Михаэлиса-Ментен)?</p>	<p><b>План ответа:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Постановка задачи: ферментативная реакция как основа биохимических превращений.</li><li>2. Простейшая схема ферментативной реакции: <math>E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P</math>, где <math>E</math> — фермент, <math>S</math> — субстрат, <math>ES</math> — промежуточный комплекс, <math>P</math> — продукт.</li><li>3. Выведение уравнения Михаэлиса-Ментен</li><li>4. Графическое представление гиперболической зависимости скорости реакции от концентрации субстрата.</li><li>5. Ограничения и приближения модели Михаэлиса-Ментен.</li></ol>
<p><b>Раздел 5. Физические основы биомедицинской оптики</b></p>	



1. Дайте определение понятию «неионизирующее излучение». Какие основные характеристики характеризуют это излучение?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение неионизирующего излучения как электромагнитного излучения низкой энергии, неспособного вызвать ионизацию атомов и молекул.</li><li>2. Диапазоны частот и длины волн неионизирующего излучения (радиочастоты, микроволны, ИК-, видимый и УФ-диапазоны).</li><li>3. Характеристики неионизирующего излучения: энергия фотонов, интенсивность, поляризация, спектральный диапазон.</li><li>4. Причины важности знания характеристик неионизирующего излучения в медицине и биологии.</li></ol>
2. Что такое лазерное излучение и каким эффектом сопровождается тепловой эффект при его действии на биологические ткани?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение лазерного излучения как когерентного, монохроматического и направленного потока фотонов.</li><li>2. Воздействие теплового эффекта лазерного излучения на биологические ткани (нагрев, испарение, денатурация белка).</li><li>3. Медицинские приложения теплового эффекта лазеров (лазерная хирургия, лечение кожных дефектов, стоматология).</li><li>4. Факторы, влияющие на глубину проникновения и воздействие тепла в тканях.</li></ol>
3. Какой физический механизм объясняет фотодинамическое воздействие лазерного излучения на ткани?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Понятие фотодинамического эффекта как результата взаимодействия лазерного излучения с веществами-фотосенсибилизаторами внутри тканей.</li><li>2. Стадии фотодинамической реакции: возбуждение сенсибилизатора, образование активных форм кислорода, повреждение клеток и тканей.</li><li>3. Примеры терапевтического применения фотодинамического эффекта (лечение онкологических заболеваний, акне, псориаза).</li><li>4. Современные перспективы развития фотодинамической терапии и ограничения метода.</li></ol>
<b>Раздел 6. Физические основы спектрометрических методов диагностики биологических систем</b>	
1. Что такое спектрофотометрия и каков её принцип действия?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение спектрофотометрии как метода анализа веществ по их способности поглощать или пропускать световую энергию.</li><li>2. Устройство спектрофотометра: источник света, монохроматор, образец, детектор, регистрирующее устройство.</li><li>3. Закон Ламберта-Бэра и его формула (<math>A = \epsilon c l A = \epsilon c l</math>), объясняющая зависимость абсорбции от концентрации раствора.</li><li>4. Примеры применения спектрофотометрии в биохимии и клинической практике.</li></ol>
2. Принцип действия метода фотоэлектроколориметрии и сравнение его со спектрофотометрией	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение фотоэлектроколориметрии как упрощённого варианта спектрофотометрии, основанного на сравнении цвета образца с цветом стандартного раствора.</li><li>2. Составляющие фотоэлектроколориметра: лампа накаливания, фильтры, ячейка сравнения, фотоэлемент, амперметр.</li><li>3. Преимущества и недостатки фотоэлектроколориметрии по сравнению со спектрофотометрией.</li><li>4. Применение фотоэлектроколориметрии в лаборатории и клиниках.</li></ol>
3. Охарактеризуйте области применения спектроскопических	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Применение спектрофотометрии для определения концентраций веществ в растворах (биохимия, диагностика заболеваний).</li></ol>



методов в биологии и медицине.	<ol style="list-style-type: none"><li>2. Возможности фотоэлектроколориметрии в анализе гемоглобина, глюкозы, билирубина и других важных показателей.</li><li>3. Использование спектральных методов для качественного и количественного анализа лекарственных препаратов, токсикологических исследований.</li><li>4. Новые тенденции и перспективы развития спектроскопических методов в биотехнологиях и фармацевтике.</li></ol>
<b>Раздел 7. Физические основы томографии</b>	
1. Что такое томография и какие её разновидности наиболее распространены в медицине?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение томографии как метода послойного изучения внутренней структуры объектов с помощью специальных приборов.</li><li>2. Классификация томографии: анатомическая (структурная) и функциональная.</li><li>3. Наиболее распространённые методы томографии: компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).</li></ol>
2. Какие физические процессы происходят при получении изображений в компьютерной томографии (КТ)?	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Рентгеновская природа КТ и прохождение рентгеновских лучей сквозь тело пациента.</li><li>2. Процессы ослабления рентгеновского излучения при прохождении через ткани различной плотности.</li><li>3. Сбор данных с детекторов и реконструкция изображения с помощью компьютерных алгоритмов.</li></ol>
3. Объясните физическую природу контрастности изображений в магнитно-резонансной томографии (МРТ).	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основополагающее физическое явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР).</li><li>2. Отличия водородных протонов в тканях разного состава и их влияние на сигнал МРТ.</li><li>3. Важность времен релаксации T1 и T2 для создания контраста на изображениях.</li></ol>
4. Важность времен релаксации T1 и T2 для создания контраста на изображениях.	<b>План ответа:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Отличие функциональных методов томографии от анатомических.</li><li>2. Суть метода ПЭТ: регистрация позитронов и получение изображений метаболической активности тканей.</li><li>3. Особенности ОФЭКТ: выявление распределения радиоактивных изотопов в органах и тканях для оценки их функций.</li></ol>

### Вопросы к контрольной работе

Содержание вопроса	Ответ
1. Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: Na (120 / 9,2), K (2,5 / 140), Cl (120/4), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина	Na: 66 мВ, K: -104 мВ, Cl: -91 мВ.



составляет –90мВ.	
2. Пределы аккомодации глаза близорукого человека лежат между 16 см и 80 см. В очках он хорошо видит удаленные предметы. На каком минимальном расстоянии он может держать книгу при чтении в тех же очках?	0.2 м.
3. В приближении постоянного поля оценить удельные значения проводимости и сопротивления тилакоидной мембраны хлоропласта, окруженной растворами с одинаковым содержанием $KCl$ (0,1 М), при условии, что основной вклад в проводимость вносят ионы $K^+$ ( $R_k = 4 \cdot 10^{-8}$ см/с). Какова постоянная времени мембраны, если удельная емкость мембраны составляет 1 мкФ/см <sup>2</sup> ?	62,5 мс.
4. Спортсмен, пробегая дистанцию, выделяет при выдохе за одну минуту 9 л воздуха, в котором содержится 12% кислорода и 8% углекислого газа. Определите энергию, расходуемую спортсменом за 5 мин пробега.	832,8 кДж
5. Определить момент выздоровления после инфекционного заболевания (без лечения). Бактерии в организме в начальный момент составляли популяцию численностью 1000 бактерий. В организме они могут размножаться прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент размножения 0,01 шт/час), гибнуть прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент гибели 5 шт/час). Считать, что организм здоров, если осталось менее 100 бактерий.	0.4 ч.

### Перечень вопросов к экзамену:

Содержание вопроса	План ответа
1. Качественные методы исследования динамических моделей биологических систем.	Качественные методы исследования динамических моделей биологических систем включают: <b>Фазовый портрет:</b> изучение траекторий системы в фазовом пространстве для выявления устойчивых состояний и аттракторов. <b>Анализ устойчивости:</b> определение условий устойчивости стационарных решений модели. <b>Бифуркационный анализ:</b> выявление критических значений параметров, при которых происходят качественные изменения поведения системы. <b>Симуляция:</b> численное моделирование динамики системы для изучения её временной эволюции. Эти методы позволяют выявить ключевые свойства биологической системы, такие как стабильность, наличие колебаний и переходы между различными режимами функционирования.
2. Модель «хищник-жертва».	Модель «хищник-жертва» описывает взаимодействие популяций хищников и жертв, наиболее известна моделью Лотки-Вольтерра. Она основана на дифференциальных уравнениях, учитывающих рождаемость и смертность обеих популяций. Рост популяции жертвы ограничен наличием ресурсов и потреблением хищниками, рост хищника пропорционален количеству доступной добычи. Эта модель показывает циклические



	колебания численности обоих видов вокруг равновесия.
3. Методы исследования устойчивости стационарных состояний.	Методы исследования устойчивости стационарных состояний включают: <b>Линейный анализ устойчивости:</b> исследование матрицы Якоби вблизи стационарных точек. <b>Метод Ляпунова:</b> построение функций Ляпунова для доказательства асимптотической устойчивости. <b>Теорема Гурвица-Рауса:</b> проверка критерия устойчивости по коэффициентам характеристического полинома. <b>Критерий Найквиста:</b> применение частотных методов для линейных систем. Эти подходы помогают определить устойчивость системы и предсказывать поведение близлежащих траекторий.
4. Стохастические модели взаимодействия.	Стохастические модели взаимодействия представляют собой математическое описание процессов, включающих случайные факторы. Они применяются для описания биологических, социальных и экономических систем, где присутствуют неопределенности и непредсказуемые события. Примеры таких моделей включают процессы ветвления, марковские цепи и стохастические дифференциальные уравнения. Данные модели позволяют учитывать влияние случайных возмущений на динамику взаимодействующих элементов системы
5. Электродиффузионная теория.	Электродиффузионная теория объясняет механизмы переноса заряженных частиц (ионов) через мембраны клеток. Центральным положением теории является уравнение Нернста-Планка, которое связывает диффузию ионов с электрическим полем и концентрационным градиентом. Важным следствием электродиффузии является возникновение мембранного потенциала, определяющего активность нервных и мышечных клеток. Теория применяется для понимания механизмов возбуждения и передачи сигналов в живых организмах.
6. Механизм распространения нервного импульса. Биопотенциалы.	Механизм распространения нервного импульса включает деполяризацию клеточной мембраны аксона за счёт ионного тока натрия внутрь клетки и последующего выхода калия наружу. Биопотенциал — это электрический потенциал, возникающий на мембране нервной клетки в результате разницы концентрации ионов снаружи и внутри клетки. Различают потенциал покоя (мембрана поляризована) и потенциал действия (быстрая деполяризация и реполяризация мембраны). Распространение импульса осуществляется волнообразно вдоль аксона с участием натриевых и калиевых каналов.
7. Модель Ходжкина – Хаксли	Модель Ходжкина-Хаксли описывает механизм возникновения и распространения потенциала действия в нервных клетках. Основывается на четырех компонентах: проводимость натриевых ( $m$ , $h$ ) и калиевых ( $n$ ) ионных каналов, а также утечка ионов хлора и калия. Модель представлена системой дифференциальных уравнений, описывающей изменение трансмембранного потенциала и состояния ионных каналов. Предложенная в середине XX века, эта модель стала классическим примером комплексного подхода к изучению возбудимых клеток.
8. Биофизика сокращения мышцы.	Биофизика сокращения мышц основывается на взаимодействии актиновых и миозиновых нитей в саркомерах мышечной ткани. Сокращение запускается поступлением кальция из саркоплазматического ретикулума, активирующего тропонин-тропомиозиновую систему. Миозиновые головки связывают АТФ, расщепляют его и совершают гребковые



	<p>движения, подтягивая актиновые нити друг к другу, вызывая укорочение саркомера. Процесс сопровождается расходом энергии и выделением тепла. Расслабление мышцы происходит при снижении уровня кальция и восстановлении исходного положения нитей.</p>
9. Биофизика зрения.	<p>Биофизика зрения изучает процесс преобразования светового стимула в зрительное восприятие. Ключевой этап — поглощение квантов света родопсином палочек и колбочек сетчатки, приводящее к изменению конформации белка и активации каскадов биохимических реакций. Возникающие потенциалы распространяются по нейронам зрительной системы, формируя нервные импульсы, передающиеся в мозг. Здесь сигналы интегрируются, обеспечивая формирование образа окружающего мира.</p>
10. Основные характеристики ионизирующего и неионизирующего излучения	<p>Ионизирующее излучение обладает достаточной энергией для выбивания электронов из атомов, образуя ионы. К нему относятся рентгеновское и гамма-излучение, альфа-, бета-частицы. Оно вызывает повреждение ДНК и радиационное поражение тканей.</p> <p>Неионизирующее излучение имеет меньшую энергию и не способно вызвать ионизацию. Включает ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, микроволновое и радиоизлучение. Может вызывать тепловое воздействие, но редко повреждает молекулы напрямую.</p>
11. Спектрофотометрия. Физические основы. Принцип действия аппаратуры.	<p>Спектрофотометрия — метод анализа веществ, основанный на способности молекул избирательно поглощать электромагнитное излучение определённых длин волн. Измеряется зависимость коэффициента пропускания или поглощения образца от длины волны света.</p> <p>Физические основы заключаются в законе Бугера-Ламберта-Бера, согласно которому величина поглощённого света пропорциональна концентрации вещества и толщине слоя раствора.</p> <p>Аппаратура спектрофотометра включает источник света, монохроматор (для выделения нужного спектра), кювету с образцом и детектор (фотоприёмник). Измеряя ослабление интенсивности прошедшего через образец света, определяют спектр поглощения вещества</p>
12. Фотоэлектроколориметрия. Физические основы. Принцип действия аппаратуры	<p>Фотоэлектроколориметрия — метод количественного анализа растворов по их окрашенности. Основана на принципе избирательного поглощения веществом световых волн определённой длины.</p> <p><b>Физические основы:</b> закон Бугера-Ламберта-Бера, согласно которому количество поглощаемого света прямо пропорционально концентрации растворённого вещества и длине пути света в растворе.</p> <p><b>Принцип действия аппаратуры:</b> источник света → фильтр (или монохроматор) выделяет нужную длину волны → свет проходит через кювету с раствором → интенсивность прошедшего света фиксируется фотодетектором → сравнивается с интенсивностью эталонного раствора для вычисления концентрации исследуемого вещества.</p>
13. Проточная цитометрия. Принцип действия аппаратуры	<p>Проточная цитометрия — метод анализа отдельных клеток и частиц, движущихся в потоке жидкости через лазерный луч. Каждая клетка, пересекая луч, рассеивает свет и флуоресцирует, если помечена специальными красителями. Детекторы фиксируют интенсивность</p>



	<p>рассеянного и флуоресцентного света, позволяя анализировать размер, форму, внутриклеточные компоненты и экспрессию белков каждой отдельной клетки. Результаты представляются в виде гистограмм и точечных диаграмм, используемых для сортировки и классификации клеток</p>
14. МРТ. Физические основы	<p>Магнитно-резонансная томография (МРТ) основана на физическом явлении ядерного магнитного резонанса. Атомные ядра (преимущественно водорода) в организме ориентируются в сильном магнитном поле и возбуждаются внешним радиочастотным воздействием. После прекращения воздействия ядра возвращаются в исходное состояние, испуская сигнал, который регистрируется аппаратом. Информация обрабатывается компьютером, формируя трёхмерные изображения внутренних органов и тканей с высоким пространственным разрешением.</p>
15. МРТ. Аппаратура	<p>Аппаратура МРТ включает: Магнит — создаёт сильное однородное статическое магнитное поле. Градиентные катушки — генерируют дополнительные поля для локализации области исследования. Радиочастотная система — посылает и принимает сигналы, используя антенну-катушку. Система охлаждения магнита — поддерживает рабочую температуру сверхпроводящих материалов. Пациентская консоль — обеспечивает перемещение пациента в зону сканирования. Компьютерная станция — управляет процессом сбора данных и реконструирует изображения. Современные аппараты различаются мощностью магнита (от 0,2 Тл до 7 Тл и выше), уровнем шума и комфортом для пациентов.</p>
16. КТ. Физические основы	<p>Компьютерная томография (КТ) основана на регистрации ослабленного рентгеновского излучения, прошедшего через тело пациента. Рентгеновская трубка вращается вокруг тела, делая множественные снимки под разными углами. Ослабление излучения зависит от плотности тканей. Данные собираются детекторами и обрабатываются компьютером, восстанавливающим трёхмерное изображение среза тканей. Метод позволяет получать чёткое представление о структуре костей, мягких тканей и органов.</p>
17. КТ. Аппаратура	<p>Аппаратура компьютерной томографии (КТ) включает: Рентгеновскую трубку, создающую пучок излучения. Движущуюся кольцевую раму («гентри»), обеспечивающую вращательное движение трубки вокруг пациента. Массив детекторов, регистрирующих ослабленные рентгеновские лучи. Стол пациента, перемещающийся вдоль оси гентри. Вычислительный комплекс, обрабатывающий собранные данные и формирующий трёхмерные изображения. Современные мультиспиральные КТ-аппараты позволяют быстро получать высококачественные многослойные изображения, минимизируя лучевую нагрузку на пациента.</p>
18. ОКТ. Физические основы	<p><b>Физические основы оптической когерентной томографии (ОКТ)</b> основаны на анализе интерференционных свойств низко-когерентного света. Излучаемый свет направляется одновременно на поверхность глаза</p>



	<p>и зеркало сравнения. Отражённые сигналы объединяются и создают интерференционную картину, которую детектирует прибор. Благодаря низкой когерентности, метод чувствителен лишь к малому расстоянию между источником и объектом, что позволяет строить точные профили внутренней структуры глаза с разрешением порядка микрометра.</p>
19. ОКТ. Аппаратура	<p>Аппаратура ОКТ состоит из следующих основных компонентов:</p> <p><b>Источник света:</b> Обычно используется суперлюминисцентный диод или лазер с длиной волны в диапазоне 800–1000 нм. Источники света обеспечивают низкую когерентность, необходимую для построения изображений методом интерференции.</p> <p><b>Интерферометр:</b> Свет от источника делится на два луча — опорный и зондирующий. Опорный луч отражается от зеркала известной длины пути, а зондирующий проходит через обследуемый участок глаза. После смешивания лучей образуется интерференционная картина, используемая для реконструкции изображения.</p> <p><b>Детектор:</b> Регистрирует интерференционные сигналы, поступающие от интерферирующих лучей. Чаще всего используют фотодиоды или камеры с большим количеством пикселей.</p> <p><b>Система управления движением:</b> Обеспечивает точное позиционирование зондирующего пучка вдоль оси Z и сканирование поверхности по осям X и Y для формирования трехмерного изображения.</p> <p><b>Компьютер и программное обеспечение:</b> Анализирует полученные данные, формирует изображения, хранит и передает их врачу для дальнейшей оценки.</p> <p><b>Принцип работы аппарата ОКТ:</b> При проведении обследования источник света направляет узкий пучок излучения на исследуемую область глаза. Часть света проникает внутрь тканей и отражается обратно, проходя снова через систему интерферометра. Интерференционный сигнал преобразуется в электрические колебания, которые затем регистрируются детектором. Эти данные поступают в компьютер, который строит цифровое изображение срезов тканей с точностью до микронов.</p> <p><b>Преимущества аппаратов ОКТ:</b> Высокая разрешающая способность (около 1–10 мкм); Быстрота процедуры; Возможность проводить диагностику в режиме реального времени; Безболезненность и безопасность метода; Высокое качество детализации слоев сетчатки и роговицы.</p>
12. УЗИ. Физические основы	<p><b>Распространение звука:</b> Звук распространяется в среде с определенной скоростью, зависящей от плотности среды и температуры. Например, скорость распространения звука в мягких тканях составляет около 1540 м/с.</p> <p><b>Отражение и преломление:</b> На границе двух сред с разной плотностью возникает отражение и преломление звуковых волн. Чем больше разница в акустической импедансе (сопротивлении распространению звука), тем сильнее отражение сигнала.</p> <p><b>Аттенюация:</b> По мере прохождения через ткани интенсивность ультразвукового сигнала уменьшается вследствие поглощения и рассеяния энергии. Это явление называется аттенюацией и зависит от типа ткани и частоты ультразвуковой волны.</p>



	<p><b>Движение и доплеровский эффект:</b> Если объект движется относительно датчика, частота принимаемого сигнала изменяется благодаря эффекту Доплера. Этот принцип используется для измерения скорости кровотока и исследования сосудов.</p>
13. УЗИ. Аппаратура.	<p><b>Общая характеристика ультразвукового исследования (УЗИ)</b> Краткое введение в метод УЗИ: принцип действия, сферы применения, преимущества и недостатки.</p> <p><b>Источники ультразвуковых колебаний</b> Конструкция пьезоэлектрических датчиков (сенсорных головок): материал, свойства кристаллов, принцип преобразования электрической энергии в механические колебания. Частотные диапазоны ультразвуковых волн, используемые в медицинской диагностике.</p> <p><b>Электронные блоки и системы управления</b> Блок питания и усилителя сигнала. Сигнальный процессор и аналого-цифровой преобразователь. Элементы управления и интерфейсы оператора.</p> <p><b>Система визуализации изображений</b> Экран монитора, режимы отображения (2D, 3D, доплеровское картирование кровотока). Обработка изображений и программное обеспечение для анализа.</p> <p><b>Разновидности ультразвуковых аппаратов</b> Портативные аппараты (ручные, мобильные устройства). Стационарные комплексы (для крупных клиник и исследовательских центров). Специальные аппараты (эндоскопические датчики, вагинальные зонды).</p> <p><b>Технические характеристики современных УЗИ-аппаратов</b> Глубина проникновения ультразвука. Чёткость и качество изображения. Скорость обновления кадров и обработка больших объёмов данных.</p> <p><b>Безопасность и санитарные нормы эксплуатации УЗИ-аппарата</b> Отсутствие ионизирующего излучения. Санитарные правила и рекомендации по гигиене рабочего места и уходу за датчиками.</p> <p><b>Перспективы развития УЗИ-техники</b> Увеличение разрешения и появление новых способов визуализации. Объединение с другими методами диагностики (СТ, MRI). Миниатюризация и интеграция с мобильными устройствами.</p>
14. Лазерное излучение. Физические основы	<p><b>Определение лазерного излучения</b> Определение лазера и природы лазерного излучения. Отличие лазерного излучения от обычного света (когерентность, монохроматичность, направленность).</p> <p><b>История изобретения лазера</b> Первый рабочий лазер (1960 год, Теодор Мейман). Исторические предпосылки появления лазеров.</p> <p><b>Устройство лазера</b> Активная среда (газ, жидкость, твердое вещество). Резонатор (зеркала, кольцевые схемы). Источник накачки (электрический разряд, лампы-вспышки, полупроводниковые инжекторы).</p>



	<p><b>Механизм работы лазера</b> Явление вынужденного излучения Эйнштейна. Природа усиления света (возбуждение активной среды, зеркальное отражение, выход излучения).</p> <p><b>Классификация лазеров</b> Газовые лазеры (CO<sub>2</sub>, аргонные, эксимерные). Жидкостные лазеры (органические красители). Твердые лазеры (Nd:YAG, титансапфир). Полупроводниковые лазеры (GaAs, GaAlAs).</p> <p><b>Характеристики лазерного излучения</b> Длина волны, частота, ширина линии. Плотность мощности, пространственное распределение. Временные характеристики (продолжительность импульса, форма импульса).</p> <p><b>Практическое применение лазерного излучения</b> Медицина (лазерная хирургия, лазерная терапия). Наука и промышленность (лабораторные эксперименты, сварка, резка материалов). Информационные технологии (оптические диски, волоконно-оптические линии связи).</p> <p><b>Безопасность и нормы использования лазеров</b> Классы опасности лазеров. Правила обращения с лазерным оборудованием.</p>
15. Лазерные методики лечения. Тепловой эффект	<p><b>Определение теплового эффекта лазера</b> Термин «тепловой эффект» относится к процессу локального нагрева тканей под воздействием лазерного излучения, используемого в лечебных целях.</p> <p><b>Механизм действия теплового эффекта</b> Поглощение лазерного излучения хромофором (водой, меланином, гемоглобином). Локальное повышение температуры в месте воздействия. Разрушение или изменение структуры тканей в результате температурного воздействия.</p> <p><b>Использование теплового эффекта в медицине</b> Хирургия (коагуляция сосудов, рассечение тканей). Дерматология (удаление родинок, папиллом, сосудистых звездочек). Косметология (омоложение кожи, удаление морщин, лифтинг).</p> <p><b>Типы лазеров, создающих тепловой эффект</b> CO<sub>2</sub>-лазер (углекислотный лазер). Er:YAG-лазер (эрбиевый лазер). Nd:YAG-лазер (неодимовый лазер).</p> <p><b>Контроль над тепловым эффектом</b> Параметры регулировки (энергия, частота импульсов, глубина проникновения). Техника охлаждения для предупреждения перегрева окружающих здоровых тканей.</p> <p><b>Преимущество и недостатки теплового эффекта</b> Преимущества: минимальное кровотечение, быстрое заживление, точечное воздействие. Недостатки: риск перегрева и повреждения окружающих тканей,</p>



	<p>необходимость точного расчета дозы.</p> <p><b>Перспективы развития методик с применением теплового эффекта</b> Новые подходы к повышению точности и избирательности воздействия. Совмещение теплового эффекта с другими видами воздействий (фотодинамическим, механическим).</p>
<p>16. Лазерные методики лечения. Фотодинамический эффект</p>	<p><b>Определение фотодинамического эффекта</b> Краткое объяснение термина фотодинамического эффекта как результата совместного действия лазерного излучения и специального препарата — фотосенсибилизатора.</p> <p><b>Механизм фотодинамического эффекта</b> Взаимодействие лазерного света с фотосенсибилизатором. Переход фотосенсибилизатора в активное состояние. Образование свободных радикалов и активного кислорода, разрушающих клетки опухоли или патологические очаги.</p> <p><b>Применение фотодинамического эффекта в лечении</b> Рак кожи, слизистых оболочек и внутренних органов. Ангиомы, бородавки, акне, розацеа. Другие дерматологические заболевания, невирусные образования.</p> <p><b>Виды применяемого лазерного излучения</b> Красный спектр (гелий-неоновый лазер, диодные лазеры). Зелёный спектр (аргоновый лазер). Инфракрасный спектр (неодимовый Nd:YAG лазер).</p> <p><b>Выбор фотосенсибилизаторов</b> Натуральные препараты (хлорин Е6, гематопорфирин). Искусственно синтезированные соединения (алифатические порфирины, производные хлорина).</p> <p><b>Безопасность и ограничения фотодинамической терапии</b> Недостаточность подтверждения долгосрочной эффективности. Необходимость тщательной подготовки и соблюдения протокола введения фотосенсибилизатора. Период реабилитации и ограничений после процедуры.</p> <p><b>Эффективность и перспективы применения фотодинамического эффекта</b> Результаты клинических испытаний и опыт успешного применения. Потенциальные направления развития: уменьшение сроков выздоровления, сокращение числа осложнений, сочетание с традиционными методами лечения.</p>
<p>17. Лазерные методики лечения. Биостимуляция</p>	<p><b>Определение биостимуляции лазером</b> Краткая формулировка сущности биостимуляции, обозначающей положительное воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения на ткани организма с целью улучшения обменных процессов, ускорения восстановления и усиления защитных сил организма.</p> <p><b>Принцип действия биостимуляции лазером</b> Воздействие лазерного излучения малой интенсивности (красного, инфракрасного спектра). Активация митохондрий и увеличение выработки АТФ. Повышение местной циркуляции крови и лимфотока. Антивоспалительный и обезболивающий эффект.</p> <p><b>Применение биостимуляции в медицине и косметологии</b> Ортопедическая практика: лечение артрозов, артритов, травм опорно-</p>



	<p>двигательного аппарата. Неврология: устранение боли, восстановление нервной проводимости. Эстетическая медицина: улучшение качества кожи, борьба с рубцами и растяжками. Спортивная медицина: ускоренное восстановление спортсменов после нагрузок и травм.</p> <p><b>Особенности техники биостимуляции лазером</b> Контактный и бесконтактный режимы воздействия. Выбор режимов экспозиции (частота, продолжительность сеансов, общая доза). Безопасность и отсутствие болезненности процедуры.</p> <p><b>Научные доказательства эффективности биостимуляции лазером</b> Исследования в области регенеративной медицины. Клиническая статистика и положительные отзывы врачей и пациентов.</p> <p><b>Противопоказания и побочные эффекты биостимуляции лазером</b> Гиперчувствительность к свету, онкологические заболевания, тяжелые психические расстройства. Редкие случаи дискомфорта, покраснения кожи.</p> <p><b>Будущие перспективы биостимуляции лазером</b> Дальнейшее изучение глубинных механизмов действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Создание инновационных технологий, повышающих эффективность процедур и расширяющих сферу применения биостимуляции.</p>
<p>18. Лазерные методики лечения. Фотомеханические эффекты</p>	<p><b>Определение фотомеханического эффекта</b> Краткое изложение сути фотомеханического эффекта, представляющего собой механическое разрушение тканей под действием импульсного лазерного излучения.</p> <p><b>Причины возникновения фотомеханического эффекта</b> Быстрое расширение воды или жидкости под действием короткого мощного лазерного импульса. Образование ударных волн, микровзрывов и плазменных пузырьков.</p> <p><b>Примеры методик лечения, основанных на фотомеханическом эффекте</b> Удаление пигментных пятен и татуировок. Лечение сосудистых поражений кожи (удаление капилляров, гемангиом). Фракционное омоложение кожи. Интралипотерапия (используется в косметологии для удаления жировых отложений).</p> <p><b>Преимущества фотомеханических методик</b> Минимально травматичное вмешательство. Быстрая реабилитация пациентов. Возможность точной настройки глубины и мощности воздействия.</p> <p><b>Факторы, влияющие на выраженность фотомеханического эффекта</b> Длина волны и длительность лазерного импульса. Мощность излучения и плотность энергии. Толщина и строение обрабатываемой ткани.</p> <p><b>Клинические показания и противопоказания к применению фотомеханических методик</b> Показания: удаление нежелательных новообразований, коррекция эстетических недостатков кожи. Противопоказания: обострение хронических заболеваний, нарушения</p>



свёртываемости крови, тяжёлые сердечно-сосудистые заболевания.  
**Современные тенденции и перспективы развития фотомеханических методов лечения**  
Совершенствование технологий лазерного воздействия, разработка новых типов лазеров, оптимизация протоколов лечения для повышения эффективности и уменьшения побочных эффектов.

## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1 Порядок проведения промежуточной аттестации

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на практических занятиях.

Задания практических занятий сгруппированы по темам. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме засчитывается, если сдан вовремя (в течение месяца после изучения темы на практическом занятии), содержит более 80% решенных задач из предложенного списка задач и студент способен объяснить ход решения 1-2 задач из темы.

Результаты текущей успеваемости могут быть также учтены при проведении промежуточной аттестации. Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности и своевременности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Реализация программы дисциплины может быть осуществлена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) и, в таком случае, осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик,



дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

#### **4.2 Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

На экзамене для проверки знаний студент отвечает на 2 теоретических вопроса билета. Студент получает оценку "отлично", если он ответил на все вопросы билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения.

Оценка «хорошо» ставится в случае ответа на 2 вопроса в билете или математические выкладки и логические рассуждения при ответе на 2 вопроса проведены с небольшими ошибками. Оценка «удовлетворительно» ставится при ответе на 2 вопроса, при этом математические выкладки и логические рассуждения при ответе содержат неточности.

#### **4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.



Для удовлетворительной оценки сформированности компетенций (оценки «Удовлетворительно», «Хорошо» и «Отлично») требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

