

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 08.07.2024 05:01:41 Уникальный программный идентификатор: 891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f3	Рабочая программа дисциплины "Общая и медицинская биофизика" по направлению подготовки 30.05.02 "Медицинская биофизика" направленности (профиль) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Общая и медицинская биофизика

Направление подготовки (специальность)

30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль)

Медицинская биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2024



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Общая биофизика" предполагает ознакомление студентов с физическими основами организации и функционирования биологических объектов на различных уровнях их организации (клеточном, тканевом, на уровне органов и организма целом) для формирования представлений о современных физических методах, используемых при исследовании биологических систем, а также об основных проблемах, стоящих перед различными разделами биофизики.

Задачи:

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для решения клинических и научно-исследовательских задач.

ОПК-2.1. Способен определять морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для подбора адекватных методов функциональной диагностики.

ОПК-3.2. Владеет алгоритмом применения специализированного оборудования, медицинских изделий, биомедицинских технологий при решении профессиональных задач.

ОПК-3.3 Применяет современное программное обеспечение, зарегистрированное в РФ качестве медицинского изделия, и медицинские приборно-компьютерные системы для решения профессиональных задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.02.05

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Высшая математика

Биология

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Общая и медицинская радиобиология. Физические основы лучевой диагностики и терапии

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности**

**Знать:**

Для достижения ОПК-1.1 знать: основные понятия общей биофизики, методологию разработки систематического обзора и мета-анализа, ключевые позиции и критерии в оценке качества источников медицинской информации и их значимости в решении стандартных профессиональных задач, основные подходы в критической оценке публикаций в медицинских журналах и др. источниках информации.

Для достижения ОПК-1.2 знать:

**Уметь:**

Для достижения ОПК-1.1 уметь: самостоятельно приобретать новые знания по биофизике, анализировать их, применять полученные знания на практике и при изучении других дисциплин; интерпретировать результаты мета-анализа; критически оценивать публикации в медицинских журналах и др. источниках, определять значимость источника медицинской информации в представлении доказательств и использования в практике здравоохранения.

Для достижения ОПК-1.2 уметь:

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.1 владеть: полным объемом систематизированных теоретических знаний, умений, основами методологии и дизайна проведения различных видов клинических исследований; навыками использования



медицинской литературы и публикаций в медицинских журналах и других информационно-коммуникационных технологиях и учетом основных требований информационной безопасности.  
Для достижения ОПК-1.2 владеть:

**ОПК-2: Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований**

**Знать:**

Для достижения ОПК-2.1 знать:

**Уметь:**

Для достижения ОПК-2.1 уметь:

**Владеть:**

Для достижения ОПК-2.1 владеть:

**ОПК-3: Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи**

**Знать:**

Для достижения ОПК-3.2 знать: алгоритм применения специализированного оборудования, медицинских изделий, биомедицинских технологий при решении профессиональных задач.

Для достижения ОПК-3.3 знать: современное программное обеспечение, зарегистрированное в РФ качестве медицинского изделия, и медицинские приборно-компьютерные системы для решения профессиональных задач.

**Уметь:**

Для достижения ОПК-3.2 уметь: применять специализированное оборудование, медицинские изделия, биомедицинские технологии при решении профессиональных задач.

Для достижения ОПК-3.3 уметь: применять современное программное обеспечение, зарегистрированное в РФ качестве медицинского изделия, и медицинские приборно-компьютерные системы для решения профессиональных задач.

**Владеть:**

Для достижения ОПК-3.2 владеть: алгоритмом применения специализированного оборудования, медицинских изделий, биомедицинских технологий при решении профессиональных задач.

Для достижения ОПК-3.3 владеть: навыком применения современного программного обеспечения, зарегистрированного в РФ качестве медицинского изделия, и медицинских приборно-компьютерных систем для решения профессиональных задач.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные физические величины для оценки белок-белкового взаимодействия, физические методы изучения свойств белковых молекул; физические характеристики мембран, физические закономерности мембранных процессов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать основные понятия и законы функционирования биологических систем на различных уровнях их организации; применять физические законы к исследованию процессов в живых организмах; на основе существующих моделей проводить расчеты величин, характеризующих физические свойства биологической системы.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	исследования функционирования живых систем и организмов; проведения измерений физических параметров для биологических систем.



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 216	Виды контроля в семестрах: зачеты 5, 6
в том числе :	
аудиторные занятия : 80	
самостоятельная работа : 127,8	
контактная работа: 88,2 ИКР: 8,2	

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение.</b>			
1.1	Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. /Лаб/	5	4	
	<b>Раздел 2. Молекулярная биофизика.</b>			
2.1	Биополимеры. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Силы Ван-дер-Ваальса (ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия); водородные связи и электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
2.2	Строение и свойства молекулы воды. Водородные связи. Особенности воды как растворителя. Гидрофобные и гидрофильные взаимодействия в биоструктурах. Образование структур из амфифильных молекул. Конформации полипептидных цепей. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.3	Физические методы изучения подвижности белков. Основные методы изучения конформационной подвижности белков: люминесцентные методы, ЭПР, ЯМР, ЯГР спектроскопии. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.4	Спектры поглощения биомолекул (на примере хлорофилла). /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
2.5	Фотоиндуцированные изменения рН и редокс-потенциалов в суспензии фотосинтезирующих объектов. /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
2.6	Факторы стабилизации макромолекул. Роль воды в динамике белков. /Ср/	5	35,1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
2.7	Спектры поглощения биомолекул (на примере хлорофилла). /Пр/	5	4	Л1.2Л2.1 Л2.3
2.8	Физические методы изучения подвижности белков. Основные методы изучения конформационной подвижности белков: люминесцентные методы, ЭПР, ЯМР, ЯГР спектроскопии. /Пр/	5	6	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3



2.9	Строение и свойства молекулы воды. Водородные связи. Особенности воды как растворителя. Гидрофобные и гидрофильные взаимодействия в биоструктурах. Образование структур из амфифильных молекул. Конформации полипептидных цепей. /Пр/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.10	Биополимеры. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Силы Ван-дер-Ваальса (ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия); водородные связи и электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. /Ср/	5	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 3. Биофизика мембранных процессов.</b>				
3.1	Физические свойства мембран. Жидкокристаллическое состояние биологических мембран. Фазовые переходы липидов в мембранах (фазовые переходы: ЖК состояние – гель – ЖК состояние; температурный и химический). Подвижность молекулярных компонентов в мембранах. Вращательная подвижность и латеральная диффузия липидов и белков. Флип - флоп переходы. Механические свойства мембран. Упругая потенциальная энергия. Модуль поверхностного изотермического сжатия. Поверхностный модуль упругости при сдвиге. Упругость плоских бислойных липидных мембран. Механизмы разрушения липидного слоя. /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Виды транспорта через мембрану. Возникновение дефектов типа «сквозная пора». Модель критической поры. Образование критических пор в электрическом поле и при фазовых переходах. Пассивный транспорт веществ через биомембраны. Химический и электрохимический потенциалы. Уравнение Теорелла. Уравнение Нернста-Планка. Классификация видов пассивного транспорта. Простая диффузия неэлектролитов. Первый закон Фика. Проницаемость и коэффициент диффузии. Нестационарная диффузия. Второй закон Фика. Диффузия через поры. Особенности липидных пор, их роль в переносе воды. Облегченная диффузия. Модель облегченной диффузии. Особенности переноса по механизму облегченной диффузии. Осмос и осмотическое давление. Фильтрация. Активный транспорт. Опыты Уиссинга. Ионные насосы. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Электрогенный транспорт ионов. Формула Томаса. Эквивалентная схема активного транспорта. Ионные каналы и ионофоры. Подвижные переносчики (валиномицин, нирегидин) и каналобразующие агенты (граммицидин А, аламецитин). /Лек/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.3	Мембранные потенциалы. Уравнение Гольдмана для мембранного потенциала. Соотношение Уссинга. Потенциал действия. Измерение потенциалов в возбудимых мембранах. Схема эксперимента, результаты. Мембранная гипотеза возникновения потенциала действия. Ионные токи в мембране аксона. Метод фиксации потенциала. Эквивалентная электрическая схема мембраны. Разделение мембранного тока на компоненты. Распространение нервного импульса вдоль возбудимого волокна. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Описание подвижности ионов Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup> . Ионные каналы клеточных мембран. Основные свойства, структура. /Лек/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3



3.4	Диффузия ионов и неэлектролитов. Ионные равновесия. Трансмембранные потоки ионов. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.5	Кабельные свойства волокон. Электрохимические градиенты и преобразование энергии. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.6	Контрольная работа по биофизике мембранных процессов. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.7	Исследование возбудимости клеток харовых водорослей /Пр/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.8	Изучение свойств потенциала действия на седалищном нерве лягушки /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.9	Оценка ионной селективности каналов, образованных грамицидином А и липосомами /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.10	Биологические мембраны. Клетка как элементарная живая система. Строение клетки и биологические мембраны. Основные функции биологических мембран. Развитие представлений о структурной организации мембран. Представления о липидном составе биомембран. /Ср/	6	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.11	Модельные мембранные системы (мульти- и моноламеллярные липосомы, плоские бислойные мембраны). /Ср/	6	19	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.12	Молекулярная организация биологических мембран. Состав биомембран. /Ср/	6	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
3.13	Вода как составной элемент биомембран. Структура воды в биомембранах. /Ср/	6	13,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
<b>Раздел 4. Иная контактная работа</b>				
4.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	4,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
4.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Для текущего контроля (устный опрос, ситуационные задачи, вопросы к лабораторным работам)  
Для зачета (вопросы теста)

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации



Пример вопросов для устного опроса:

1. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах.
2. Особенности воды как растворителя. Гидрофобные и гидрофильные взаимодействия в биоструктурах.
3. Основные методы изучения конформационной подвижности белков: люминесцентные методы, ЭПР, ЯМР, ЯГР спектроскопии.
4. Механические свойства мембран. Модель критической поры. Образование критических пор в электрическом поле и при фазовых переходах.
5. При фазовом переходе мембранных фосфолипидов из жидкокристаллического состояния в гель толщина бислоя изменяется. Как при этом изменится электрическая емкость мембраны?
6. Химический и электрохимический потенциалы. Первый закон Фика. Проницаемость и коэффициент диффузии.
7. Потенциал покоя. Потенциал действия.
8. Распространение нервного импульса вдоль возбудимого волокна. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам.
9. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.
10. Электромеханическое сопряжение в мышцах.

Пример ситуационных задач для текущего контроля:

1. Оцените коэффициент распределения  $K$  между водной ( $\square 1 \square 81$ ) и неполярной фазой ( $\square 2 \square 3$ ) фазами для иона ( $r \square 0,2 \text{ нм}$ ), используя формулу Борна? ( $T \square 27 \text{ Co}$ )
2. Оцените величину равновесного потенциала для клетки сердечной мышцы для ионов  $\text{Na}^+$ , если концентрации ионов  $\text{Ci} = 15 \text{ ммоль/л}$  и  $\text{Co} = 145 \text{ ммоль/л}$ .
3. Оценить величину давления в мембране, находящейся под действием разности потенциалов  $\square \square 0,5 \text{ В}$ , если  $h = 4 \text{ нм}$  и удельная электроемкость  $\text{CM} = 0,6 \text{ мкФ/см}^2$ ?
4. Оценить критический радиус и критическую энергию поры в "замороженной" мембране, для которой  $\square \square 5,5 \square 10^{-3} \text{ Н/м}$  и  $\square \square 10 \square 10^{-12} \text{ Н}$ .
5. Определить отношение длин экранирования в водной ( $\square 1 \square 81$ ) и липидной ( $\square 2 \square 3$ ) фазах, если  $\text{C1}$  в 1000 раз больше, чем  $\text{C2}$ .
6. Оценить критический радиус и критическую энергию поры в мембране толщиной 10 нм, находящейся в поле  $E = 107 \text{ В/м}$  ( $\square = 2$ ,  $\square \square 1 \square 10^{-3} \text{ Н/м}$  и  $\square \square 10 \square 10^{-12} \text{ Н}$ ).
7. Оцените концентрацию ионов  $\text{Cl}^-$  внутри клетки мышцы лягушки, если  $\text{Co} = 120 \text{ ммоль/л}$  и  $\square \text{ClO} = -87 \text{ мВ}$ .
8. Удельная электрическая емкость мембраны аксона, измеренная внутриклеточным микроэлектродом, оказалась равной  $0,5 \text{ мкФ/см}^2$ . По формуле плоского конденсатора оцените толщину гидрофобного слоя мембраны с диэлектрической проницаемостью 2.
9. Какое расстояние на поверхности мембраны эритроцита проходит молекула фосфолипида за 1 с в результате латеральной диффузии? Коэффициент латеральной диффузии принять равным  $10-12 \text{ м}^2/\text{с}$ . Сравните с окружностью эритроцита диаметром 8 мкм.
10. Критический радиус липидной поры в мембране зависит от краевого натяжения поры, поверхностного натяжения мембраны и мембранного потенциала. Рассчитайте критический радиус поры при отсутствии мембранного потенциала. Принять краевое натяжение поры  $10-11 \text{ Н}$ , поверхностное натяжение липидного бислоя  $0,3 \text{ мН/м}$ .
11. Чему равна напряженность электрического поля на мембране в состоянии покоя, если концентрация ионов калия внутри клетки  $125 \text{ ммоль/л}$ , снаружи –  $2,5 \text{ ммоль/л}$ , а толщина мембраны  $8 \text{ нм}$ ?
12. Рассчитайте амплитуду потенциала действия, если концентрация калия и натрия внутри клетки возбудимой ткани соответственно:  $125 \text{ ммоль/л}$ ,  $1,5 \text{ ммоль/л}$ , а снаружи  $2,5 \text{ ммоль/л}$  и  $125 \text{ ммоль/л}$ .

Пример вопросов к лабораторным работам:

1. Жидкостно-мозаичная модель строения биологических мембран. Нарисовать и объяснить схему строения, объяснить роль фосфолипидного бислоя.
2. Основные функции биологических мембран. Объяснить основные функции и раскрыть значение селективной проницаемости биологической мембраны для жизнедеятельности, привести примеры.
3. Строение и применение модельных мембран - липосом. Нарисовать и объяснить схему строения, объяснить, как формируются липосомы, привести примеры их применения.
4. Осмотический метод исследования проницаемости биологических мембран для различных веществ. Объяснить, как происходит водный обмен между клеткой и межклеточной жидкостью в гипотоническом, гипертоническом и изотоническом водных растворах веществ, не проникающих через мембрану, как меняются при этом размеры клеток.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Пример тестов к зачету:

1. Ионные каналы клеточных мембран обладают:  
а) селективностью и независимостью;



- б) дискретным характером проводимости;  
в) зависимостью параметров каналов от мембранного потенциала;  
г) всеми приведенными свойствами.
2. Какое из соединений, приведенных ниже, имеет наименьшую проницаемость через липидный слой:  
а) толуол;  
б) этанол;  
в) ионы калия;  
г) ионы кальция.
3. С уменьшением температуры толщина биологической мембраны при переходе из жидкокристаллического состояния в гель (твердокристаллическое):  
а) уменьшается;  
б) увеличивается;  
в) не изменяется;  
г) нет правильного ответа.
4. Полярные «головки» липидной молекулы биологической мембраны заряжены:  
а) отрицательно;  
б) либо положительно, либо нейтрально;  
в) либо отрицательно, либо нейтрально;  
г) положительно.
5. Распространенной моделью биологической мембраны (искусственными мембранами) являются:  
а) липосомы;  
б) монослой липидов на границе раздела двух сред;  
в) бислойные липидные мембраны;  
г) все три модели.
- Правильный ответ: 1. г; 2. а; 3. б; 4. в; 5. г.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения лекционных, лабораторных и семинарских занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине (в том числе и материала самостоятельного изучения), которые оцениваются устным опросом по вопросам дисциплины, решением ситуационных задач и тестов. Качество усвоения знаний завершается зачетом.

Оценка устного опроса по вопросам текущего занятия:

Оценка «отлично» ставится, если студент показал глубокое знание вопроса; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «хорошо» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает ряд неточностей; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает множество неточностей; имеет проблемы с полнотой, аргументацией, последовательностью изложения учебного материала.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает материал вопроса или имеет поверхностные знания и не может полно, аргументировано, последовательно ответить по учебному материалу.

Критерии оценки решения ситуационной задачи:

5 «отлично» – комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

4 «хорошо» – комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

3 «удовлетворительно» – затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; неполный ответ, требующий наводящих вопросов педагога; выбор тактики действий в соответствии с ситуацией возможен при наводящих вопросах педагога, правильное последовательное, но неуверенное выполнение манипуляций;

2 «неудовлетворительно» – неверная оценка ситуации; неправильно выбранная тактика действий, приводящая к ухудшению ситуации, нарушению безопасности пациента; неправильное выполнение практических манипуляций.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде тестирования. Каждый студент решает 60 тестовых вопросов. На каждый вопрос предлагается четыре варианта ответа, правильный только один вариант. Продолжительность – 60 минут.

Критерии оценки теста:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено на 91-100% (высокий уровень освоения проверяемых компетенций);



- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено на 81-90% (средний уровень освоения проверяемых компетенций);  
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);  
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций).  
Высокий уровень, средний уровень, базовый уровень – «зачтено»; недостаточный уровень – «незачтено».

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Присный А. А.	Биофизика. Курс лекций: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/131042">https://e.lanbook.com/book/131042</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2020	ЭБС
Л1.2	Артюхов В.Г.	Биофизика: учебник ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130275.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130275.html</a> )	Москва : Академический Проект, 2020	ЭБС
Л1.3	Ремизов А.Н.	Медицинская и биологическая физика: учебник ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html</a> )	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Улащик В. С., Молчанова А. Ю., Жаворонок И. П., Мелик-Касумов Т. Б., Счастливая Н. И.	Электромагнитотерапия: новые данные и технологии: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=498751">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=498751</a> )	Минск : Беларуская навука, 2018	ЭБС
Л2.2	Иванова Е. В., Власова Ю. Н., Никишина М. Б., Шахкельдян И. В., Атрощенко Ю. М., Бойкова О. И.	Физико-химические методы анализа органических веществ: учебно-методическое пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=571295">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=571295</a> )	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2019	ЭБС
Л2.3	Валова (Копылова) В.Д., Абесадзе Л. Т.	Физико-химические методы анализа: учебное пособие ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=358363">https://znanium.com/catalog/document?id=358363</a> )	Москва : Дашков и К, 2020	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий РАЕ <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a> <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел «Журналы открытого доступа» ( <a href="https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp">https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp</a> ) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> <a href="https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp">https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp</a>
Э3	Сайт биофизического общества <a href="https://www.biophysics.org/">https://www.biophysics.org/</a>
Э4	Сайт с ресурсами по биофизике для студентов <a href="http://www.biophysika.de/">http://www.biophysika.de/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы



Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 –. – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст: электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования (ноутбук, проектор, экран, колонки) и учебно-наглядных пособий (презентации по всем разделам дисциплины).

Для проведения занятий семинарского типа в университете аудитория оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций и видеоматериалов.

Для проведения лабораторных занятий в университете аудитория оборудована компьютерами с программным обеспечением, мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций и видеоматериалов.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, куда каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение строить графики и решать ситуационные задачи. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на занятиях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: -изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;-выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы. В ходе занятий преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, объясняет алгоритм решения задач. Цель занятий состоит в уяснении, усвоении и закреплении студентами теоретических знаний и наработке практических навыков анализа экспериментальных данных. На практических занятиях студенты учатся творчески и логически мыслить, системному подходу, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией, овладевать терминологией и методами химической кинетики. Прежде чем приступить к выполнению практических заданий, необходимо внимательно изучить соответствующий раздел учебника, специальную литературу по предлагаемому перечню вопросов.

Кроме того, подготовка к практическому занятию должна найти отражение в записях. Поэтому для практических занятий рекомендуется завести отдельную тетрадь, в которой будут фиксироваться конспекты ответов на вопросы занятия, обоснованное решение задач и другие записи.

При подготовке к практическому занятию следует чаще обращаться к справочной литературе, иногда к литературе по смежным наукам. Достичь более глубокого осмысления теоретического материала помогут самостоятельные ответы на вопросы и решение задач. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из семинарских занятий и учебников, учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к биофизическим явлениям.

На занятиях используются: 1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твёрдые навыки расчёта и вычислений; 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов; 3) задачи для закрепления и контроля знаний; 4) познавательные задачи.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану, который надо продиктовать студентам:

1. прочесть условие задачи; посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, посмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
2. написать схему реакции, если это необходимо;
3. установить, какие законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
4. составить уравнения, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;



5. решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ.  
Важно, чтобы каждый студент стремился к активному участию в решении задач, чтобы в ходе практического занятия не осталось непонятных вопросов.  
Строгое следование данным рекомендациям позволит студенту успешно освоить материал дисциплины.  
Общими требованиями к отчету по лабораторной работе являются четкость построения; логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающих возможность субъективного и неоднозначного толкования; конкретность изложения результатов работы; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций. Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно.  
Отчет оформляется на тетрадных листах рукописным, четким, разборчивым почерком. Отчет должен включать: титульный лист; введение; описание установки и методики эксперимента, результаты работы и их анализ; выводы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзачного отступа. Номер и заголовок раздела пишется на отдельной строке прописными буквами. Титульный лист является первым листом отчета. Титульный лист не нумеруется. Следующая за титульным листом страница нумеруется цифрой 2. Введение должно кратко характеризовать исследуемое явление (процесс, закон, прибор). В введении необходимо указать цель данной работы. Введение должно быть лаконичным и не превышать трех–пяти предложений. Введение является первым разделом отчета. Введение не нумеруется. Описание установки и методики эксперимента: в данном разделе должна быть приведена схема установки. При необходимости схема снабжается поясняющими данными, размещаемыми непосредственно под рисунком схемы. Обязательно должна быть приведена методика эксперимента, заключающаяся в кратком изложении сути эксперимента. При этом необходимо указать, какие параметры исследуемой системы изменяются в процессе работы и что при этом измеряется. В том случае, когда лабораторная работа состоит из нескольких заданий, необходимо для каждого из них привести свою методику измерений. Здесь же должны быть приведены все происходящие в процессе эксперимента химические реакции, которые обязательно необходимо уравнивать. Графики необходимо представлять на миллиметровой бумаге, с грамотно подобранным масштабом осей, подписями осей и остальными пояснительными сносками. Также должны присутствовать развернутые ответы на вопросы, представленные в методических указаниях для каждой конкретной лабораторной работы. Содержание выводов зависит от цели работы. Выводы должны быть краткими и логически обоснованными. В выводах необходимо указать возможные причины расхождения теоретических и практических результатов, если таковые есть.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» A2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств



(рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

**Направление подготовки (специальность) 30.05.02 Медицинская биофизика  
"Общая и медицинская биофизика", Год(ы) набора 2024, очно**

Проректор по учебной работе      утверждено 21.02.2024      А.А. Саламатов

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 1 от 29.01.2024

Председатель Ученого совета  
факультета фундаментальной  
медицины

согласовано

О.Б. Цейликман

**Заседанием факультета фундаментальной медицины**

Протокол заседания № 1 от 22.01.2024

Заведующий кафедрой

согласовано

О.Н. Егоров

Автор (составитель)

И.И. Клебанов

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**