

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии



В.Г. Артюхов  
29.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.52 Биофизические основы функциональной диагностики**

**1. Код и наименование специальности:**

30.05.02 Медицинская биофизика

**2. Специализация:**

**3. Квалификация выпускника:**

Врач-биофизик

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра биофизики и биотехнологии

**6. Составители программы:**

Колтаков Игорь Александрович кандидат биологических наук, доцент

**7. Рекомендована:**

НМС медико-биологического факультета, протокол № 4 от 29.05.2023

**8. Учебный год:**

2027/2028

**Семестр(ы)/Триместр(ы):** 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- освоение теоретических знаний и профессиональных практических навыков, необходимыми для реализации профессиональной деятельности и самостоятельной работы в качестве врача-биофизика
- овладение знаниями об основных физико-химических законах, лежащих в основе методов проведения функциональной диагностики состояния органов и систем органов.

Задачи учебной дисциплины:

- *синтез теоретического и прикладного знания в ходе освоения дисциплины*
- *развитие у обучающихся междисциплинарного мышления*
- *формирование у обучающихся систематизированных знаний по вопросам диагностики сердечно-сосудистых, неврологических и пульмонологических заболеваний, заболеваний пищеварительной, мочеполовой, эндокринной систем и органов кроветворения у пациентов*

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.О.52 «Биофизические основы функциональной диагностики» относится к обязательным дисциплинам базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика (специалист).

Дисциплина базируется на итогах изучения следующих дисциплин учебного плана: Б1.О.46 «Инструментальные методы диагностики», Б1.О.16 «Математический анализ», Б1.О.19 «Механика и электричество», Б1.О.35 «Общая и медицинская биофизика»

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для изучения следующих дисциплин учебного плана: Б1.О.36 «Медицинская электроника», Б1.В.03 «Компьютерная и МРТ-томография», Б1.О.51 «Лучевая диагностика и терапия», Б1.В.ДВ.04.01 «Современные биофизические технологии».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код Название компетенции	Код(ы) Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач	Знать: биологическую и биофизическую терминологию, биофизические понятия, теоретические основы биофизики, общие молекулярные механизмы взаимодействий, лежащие в основе биологических (в т.ч. физиологических) процессов и явлений Уметь: Использовать фундаментальные биофизические представления в сфере профессиональной деятельности для решения новых задач Владеть: основными методами биофизического анализа, методами самостоятельной постановки экспериментов, способностью к анализу и оценке достоверности полученного результата
ОПК-2 Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические	ОПК-2.1 Использует различные подходы для определения и оценки морфофункционального,	Знать: этиологию, патогенез, проявления и исходы заболеваний органов и физиологических систем

состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований	физиологического состояния и патологических процессов в организме человека	Уметь: использовать фундаментальные биофизические представления в сфере профессиональной деятельности для решения новых задач; применять биофизические методы анализа для оценки морфофункционального и физиологического состояния и патологические процессы в организме человека Владеть: основными методами биофизического анализа, методами самостоятельной постановки экспериментов, способностью к анализу и оценке достоверности полученного результата
---	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 зет / 144 часа.**

**Форма промежуточной аттестации зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		9 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	80	80		
в том числе:	лекции	16	16	
	практические	-	-	
	лабораторные	48	48	
	Групповые консультации	16	16	
Самостоятельная работа	64	64		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации		Зачет с оценкой		
Итого:	144	144		

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Биоакустика и УЗ диагностика	Волны и звук. Поперечная и продольная волна. Длина, частота, амплитуда волны. Скорость распространения волны. Физические свойства ультразвука. Непрерывная волна. Импульсный ультразвук. Генерирование импульсов. Частота, продолжительность, мощность импульсов. Площадь потока. Затухание ультразвуковой волны, факторы затухания. Отражение и рассеяние ультразвука. Рефракция и рассеяние. Зеркальное отражение. Обратное рассеяние. Определение расхождения с помощью ультразвука. Эффект Доплера	
1.2	Биоакустика и УЗ диагностика	Устройство и параметры ультразвукового прибора. Генератор импульсов. Приемники. Усиление. Компенсация тканевого поглощения. Демодуляция. Сжатие. Динамический диапазон. Монитор А, В и М типы развертки изображения. Датчики,	

		<p>работающие в режиме реального времени. Механические секторные датчики (одноэлементные, кольцевые). Ротационные механические датчики. Электронные линейные, секторные и конвексные датчики. Плотность линий. Спектральный анализ. Цветовая доплеровская визуализация. Энергетический Доплер. Артефакты УЗ-изображений и причины их возникновения. Виды артефактов. Относительная чувствительность системы Фронтальное разрешение Осевое разрешение. Мертвая зона. Точность регистрации. Операции компенсации Динамический диапазон серой шкалы.</p>	
1.3	Электрофизиологические исследования	<p>Биофизические принципы электрофизиологических процессов в организме человека. Способы проникновения веществ через биологические мембраны. Мембранные потенциалы и механизмы их формирования. Электрофизиологическая регистрация одиночных биопотенциалов.</p>	
1.4	Электрофизиологические исследования	<p>Электрические характеристики биологических тканей и способы их измерения. Прохождение постоянного и переменного тока через биологические ткани. Импеданс: его активная (омическая) и реактивная (емкостная) составляющие. Зависимость электропроводности, емкости и диэлектрической проницаемости от частоты переменного тока. Проведение импульса в сердце. Формирование сигналов ЭКГ.</p>	
1.5	Биореология и гемодинамика	<p>Общие законы течения жидкости. Основные гидродинамические понятия и законы. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Способ измерения скорости движения жидкости. Особенности движения крови по сосудам. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Роль эластичности сосудов в системе кровообращения. Пульсовые волны. Распределение давления и скорости кровотока в сосудистой системе.</p>	
1.6	Рентгенология и лучевая диагностика	<p>Физика рентгеновских лучей  Элементарные сведения о строении веществ  Электромагнитные колебания Понятие о квантах (фотонах) электромагнитных колебаний  Квантовая природа рентгеновских лучей  Принцип получения рентгеновских лучей  Тормозное рентгеновское излучение  Характеристическое излучение  Распределение энергии в спектре сплошного рентгеновского излучения  Свойства рентгеновских лучей  Интенсивность и проникающая способность рентгеновских лучей  Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом  Потери энергии рентгеновского излучения в веществе</p>	
1.7	Рентгенология и лучевая диагностика	<p>Физика магнитного резонанса. Ларморовская частота. Прецессия. Явление ядерно-магнитного резонанса. Намагниченность. Радиочастотный импульс. Релаксация. Спин-решеточная и спин-спиновая релаксация. Магнитные характеристики биологических тканей: T1 релаксация, T2 релаксация, спиновая плотность.  Представление сигналов в частотной области, преобразование Фурье. Амплитуда, частота и фаза сигнала магнитного резонанса. Понятие градиента. Фазовое и частотное кодирование сигнала.</p>	
1.8	Рентгенология и лучевая	<p>Альфа-, бета- и гамма-распад. Взаимодействие с</p>	

	диагностика	биологическими объектами. Радионуклидная диагностическая система: источник излучения, объект исследования, приемники излучения Методы детектирования: ионизационные, сцинтиляционные, фотографические, термолюминесценция, автордиография	
2. Практические занятия			
2.1			
2.2			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Биоакустика и УЗ диагностика	Физические свойства ультразвука Волны и звук Поперечная и продольная волна Длина, частота, амплитуда волны Скорость распространения волны Интенсивность УЗ-излучения Непрерывная волна Импульсный ультразвук. Генерирование импульсов Частота, продолжительность, мощность импульсов Площадь потока Затухание ультразвуковой волны Факторы затухания Коэффициент затухания	
3.2	Биоакустика и УЗ диагностика	Отражение и рассеяние ультразвука Перпендикулярное падение ультразвукового луча Коэффициент интенсивности отражения Коэффициент интенсивности прохождения Соединительная среда Падение ультразвукового луча под углом Рефракция и рассеяние Зеркальное отражение Обратное рассеяние Определение расстояния с помощью ультразвука	
3.3	Биоакустика и УЗ диагностика	Датчики и ультразвуковая волна. Преобразование электрической энергии в ультразвук Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Одно- и многоэлементные датчики Резонансная частота Устройство ультразвукового датчика Фокусировка ультразвуковой волны Ближняя и дальняя зоны фокуса Выбор рабочей частоты датчика Разрешающая способность Фронтальное и осевое разрешение Контрастное разрешение	
3.4	Биоакустика и УЗ диагностика	Устройство и параметры ультразвукового прибора Генератор импульсов Приемник Усиление Компенсация тканевого поглощения Демодуляция Сжатие Динамический диапазон Аналоговая память Цифровая память Бистабильное представление изображения Серая шкала Монитор А, В и М типы развертки изображения	
3.5	Биоакустика и УЗ диагностика	Датчики, работающие в режиме реального времени Механические секторные датчики (одноэлементные, кольцевые) Ротационные механические датчики Электронные линейные, секторные и конвексные датчики Плотность линий Эффект Допплера Приборы, работающие с использованием непрерывной ультразвуковой волны Приборы, работающие с использованием импульсного ультразвука Контрольный объем	
3.6	Биоакустика и УЗ диагностика	Спектральный анализ Цветовая доплеровская визуализация Энергетический доплер Артефакты Артефакты и причины их возникновения Виды артефактов Контроль качества работы ультразвуковой аппаратуры Критерии качества Относительная чувствительность системы Фронтальное разрешение Осевое разрешение Мертвая зона. Точность регистрации Операции компенсации	

		Динамический диапазон серой шкалы	
3.7	Электрофизиологические исследования	<p>Биофизические принципы электрофизиологических процессов в организме человека. Способы проникновения веществ через биологические мембраны. Пассивный транспорт веществ. Диффузия. Уравнение диффузии, уравнение проницаемости, константа проницаемости. Транспорт неэлектролитов. Растворимость проникающего вещества в воде и липидах. Значение размеров молекул. Облегченная диффузия. Транспорт веществ с помощью переносчиков. Проницаемость биомембран для ионов. Избирательная проницаемость биологических мембран. Роль заряда, размеров ионов, степени гидратации. Осмос. Осмотическое и онкотическое давление. Электроосмос, аномальный осмос. Осмотические процессы в живых системах. Активный транспорт веществ. Роль переносчиков в механизме активного транспорта. Энергообеспечение активного транспорта. Примеры активного транспорта (Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> - насос, Ca - насос, I - насос, водородная помпа). Потенциал покоя и потенциал действия возбудимых клеток. проведение нервного импульса. кабельные свойства нервного волокна. Методы регистрации</p>	
3.8	Электрофизиологические исследования	<p>Электрофизиологическая регистрация одиночных биопотенциалов. Микроэлектродная техника. Асимметричное распределение ионов как основа возникновения биопотенциалов. Диффузионные, мембранные и фазовые потенциалы. Равновесие Доннана. Уравнение Нернста. Эволюция представлений о механизме возникновения биоэлектрических потенциалов. Мембранная и фазовая теория. Развитие мембранной теории. Современные представления о механизме генерации мембранного потенциала (потенциала покоя). Роль ионов калия. Транспортная АТФаза. Потенциал действия. Роль ионов натрия в генерации потенциала действия. Кинетика ионных потоков. Метод фиксации потенциала. Распространение потенциала действия в различных возбудимых образованиях. Метаболические процессы, обеспечивающие восстановление ионных и электрических градиентов. Электропроводность биологических объектов. Пассивные электрические явления. Электрические характеристики биологических тканей и способы их измерения. Прохождение постоянного и переменного тока через биологические ткани. Импеданс: его активная (омическая) и реактивная (емкостная) составляющие. Зависимость электропроводности, емкости и диэлектрической проницаемости от частоты переменного тока. Механизм поляризации в биологических тканях. Основные принципы и правила выполнения современных электрофизиологических исследований на животных и человеке. Модели электрофизиологического эксперимента in vivo и in vitro. Электроды для электрофизиологии: виды, физические характеристики, правила использования, возможности.</p>	
3.9	Электрофизиологические	Основные методы исследования центральной	

	исследования	нервной системы - метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) - регистрация электрических потенциалов головного мозга, - метод магнитоэнцефалографии (МЭГ) – регистрация магнитных полей, создаваемых головным мозгом, - метод вызванных потенциалов (ВП) и потенциалов, связанных с событиями - регистрация электрических потенциалов или магнитных полей головного мозга, вызванных внешними стимулами или внутренними процессами, - полиграфические методы - регистрация ряда разнообразных показателей физиологических процессов, протекающих в организме человека, - томографический метод - получение виртуальных срезов работающего мозга, на которых косвенно выявляется мозговая активность: позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и магнитнорезонансная томография (МРТ). Электроэнцефалография, расслабление и ритмы мозга. Спектр мощности ЭЭГ. Общая формула для дисперсии ЭЭГ; коэффициент взаимной попарной корреляции электрической активности нейронов. Альфа-ритмы в затылочной доле, патологическая ЭЭГ	
3.10	Электрофизиологические исследования	Проведение импульса в сердце. Формирование ЭКГ. Автоволновые вихри в миокарде. Физические механизмы сердечных аритмий. Дефибрилляция. Реалистичная модель электрической активности сердца. Физические основы регистрации электрокардиограмм при различных отведениях. Электрический вектор сердца как дипольный момент эквивалентного электрического диполя миокарда, электрическая ось сердца. Электрокардиография, основные компоненты ЭКГ, биполярные отведения, закон Эйнтховена, патологические типы ЭКГ. Электрическая активность мышц, электромиография (ЭМГ) глобальная и локальная.	
3.11	Биореология и гемодинамика	Общие законы течения жидкости. Основные гидродинамические понятия и законы. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Способ измерения скорости движения жидкости. Всасывающее действие струи. Закупорка артерии, артериальный шум. Поведение аневризмы. Вязкость жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Методы определения вязкости жидкости. Условия перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное. Особенности движения крови по сосудам. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Роль эластичности сосудов в системе кровообращения. Пульсовые волны. Распределение давления и скорости кровотока в сосудистой системе. Методы определения давления и скорости крови. Работа и мощность сердца	
3.12	Рентгенология и лучевая диагностика	Физика рентгеновских лучей Элементарные сведения о строении веществ Электромагнитные колебания Понятие о квантах (фотонах) электромагнитных колебаний Квантовая природа рентгеновских лучей Принцип получения рентгеновских лучей Тормозное рентгеновское излучение Характеристическое излучение Распределение энергии в спектре сплошного	

		рентгеновского излучения Свойства рентгеновских лучей Интенсивность и проникающая способность рентгеновских лучей Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом Потери энергии рентгеновского излучения в веществе Первичная и вторичная ионизация. Истинное и селективное поглощение Ослабление рентгеновского излучения Экспоненциальный закон ослабления Слой половинного ослабления	
3.13	Рентгенология и лучевая диагностика	Закономерности формирования рентгеновского изображения Образование рентгеновского изображения в пучке Влияние физических свойств объекта на изображение в пучке Абсорбционный закон тенеобразования Радиационная плотность различных сред тела. Возникновение контраста в изображении Влияние рассеянного излучения на контраст изображения в пучке Геометрические условия получения рентгеновского изображения Размер рентгеновского изображения Геометрическая, динамическая и псевдонерезкость изображения Информативность (детальность) рентгеновского изображения Влияние дозы рентгеновского излучения на информативность изображения Видимое (результатирующее) рентгеновское изображение Приемники рентгеновского изображения и фотографический контраст Преобразование рентгеновского изображения и нерезкость Суммарная нерезкость. Разрешающая способность системы Зависимость основных параметров рентгеновского изображения (контрастность и объем деталей) от интенсивности (Ma) и жесткости (KV) излучения	
3.14	Рентгенология и лучевая диагностика	Рентгенодиагностические аппараты и комплексы Источники рентгеновского излучения Катод. Нить накала. Фокусировка потока электронов Анод. Истинный и геометрический фокус Тепловая емкость анода. Вращающийся анод Мощность и КПД рентгеновской трубки. Защита трубки от перегрузок Защитные кожухи трубки. Центральный луч рентгеновского пучка Большой, малый и микрофокус Паспорт трубки. Устройства, формирующие рентгеновское изображение Фильтрация рентгеновского пучка Диафрагма и тубусы Отсеивающие решетки Рентгеноэкспонетрические приборы	
3.15	Рентгенология и лучевая диагностика	Приемники рентгеновского излучения Рентгеновская пленка Усиливающие экраны. Кассеты Электронно-оптические преобразователи, рентгеновские ЭОПы (УРИ) Рентгеновские телевизионные системы. Видикон, кремникон, ПЗС-матрица Штативы рентгеновских аппаратов Стационарные, передвижные, переносные аппараты Аппараты для общей диагностики	
3.16	Рентгенология и лучевая диагностика	Методы получения рентгеновского изображения Рентгеноскопия. Преимущества и недостатки Рентготелевидение Рентгенография Факторы, влияющие на качество рентгенограмм (напряжение, генерирование излучения, экспозиция, выдержка, фокусное расстояние и др.) Выбор технических условий при рентгенографии Рентгенография мягким и жестким излучением Рентгенография с прямым	



		увеличением	
3.17	Рентгенология и лучевая диагностика	Флюорография Физико-технические основы флюорографии Оптические системы флюорографов Фотосъемка с экрана ЭОУ Оценка качества флюорограмм Серийная рентгенография. Ангиографические комплексы Видеомагнитная запись рентгеновского изображения. Рентгенокинематография	
3.18	Рентгенология и лучевая диагностика	Томография Линейная томография Принцип и способы получения послойного изображения Толщина выделяемого слоя. Зонаграфия Величина и степень размазывания Линейное и плоскостное размазывание изображения Продольная и поперечная томография Компьютерная томография Томографические аппараты	
3.19	Рентгенология и лучевая диагностика	Магнитно-резонансная томография Физика магнитного резонанса Ларморовская частота. Прецессия. Явление ядерно-магнитного резонанса. Намагниченность Радиочастотный импульс. Релаксация. Спин-решеточная и спин-спиновая релаксация. Магнитные характеристики ткани: T1 релаксация, T2 релаксация, спиновая плотность Основные пульсовые последовательности: спин-эхо, инверсия-восстановление, градиент-эхо, быстрые последовательности Представление сигналов в частотной области: преобразование Фурье. Амплитуда, частота и фаза сигнала магнитного резонанса Понятие градиента. Селекция слоя. Фазовое и частотное кодирование сигнала. Матрица МР-изображения. Понятие k-пространства Пространственное кодирование сигнала: частотное и фазовое Проекция максимальной интенсивности. Мультипланарная реконструкция	
3.20	Рентгенология и лучевая диагностика	Конструкция МР-томографов Постоянные магниты, резистивные магниты, сверхпроводящие магниты, гибридные магниты. Открытые магниты. Приборы с ультраслабым полем, слабым полем, средним полем, сильным полем и сверхсильным полем. Области их применения Гомогенность магнитного поля. Методы коррекции магнитного поля. Радиочастотная защита. Криогенная система Передающие и принимающие катушки, градиентные катушки. Настройка катушки Компьютер. Рабочее место оператора. Станции обработки изображения. МР-томографы с открытым доступом. Дополнительное оборудование кабинета МРТ Формирование МР-изображения	
3.21	Рентгенология и лучевая диагностика	Качество изображения: толщина слоя, ориентация слоя, пространственное и контрастное разрешение. Понятие отношения сигнал/шум. Гомогенность магнитного поля. Радиочастотная защита Выбор параметров исследования: TR, TE, T1, число усреднений сигнала, угол наклона магнитного вектора, поле зрения, размерность матрицы, число срезов, толщина слоя и расстояние между ними, время сканирования и	

		факторы, влияющие на него. Определение и выделение среза. Метод двумерного преобразования Фурье. Двумерная и трехмерная реконструкции изображения. Изображения, взвешенные по T1, T2 и по протонной плотности. Импульсные последовательности для быстрой томографии. Быстрое спин-эхо, последовательности градиентных эхо-сигналов, эхо-планарная томография. Программированные протоколы исследования.	
3.22	Рентгенология и лучевая диагностика	Качество МР-изображения. Контраст - как основная характеристика изображения. Определение контраста изображения. Отношение сигнал/шум и его влияние на контраст. Соотношение контраст/шум. Методы повышения контраста с использованием и без использования контрастных веществ. Основные виды артефактов МР-изображения, их причины и способы устранения. Магнитно-резонансная спектроскопия. Химический сдвиг.	
3.23	Рентгенология и лучевая диагностика	Радионуклидное исследование. Стабильные и радиоактивные нуклиды. Альфа-, бета- и гамма-распад. Радионуклидная диагностическая система: источник излучения, объект исследования, приемники излучения. Методы детектирования: ионизационные, сцинтиляционные, фотографические, термолюминесценция, автордиография. Радиодиагностическая аппаратура: радиометры, дозокалибраторы, сканеры, гамма-камеры, эмиссионные томографы (однофотонные и позитронные). Автоматические счетчики проб.	
3.24	Рентгенология и лучевая диагностика	Радиометрия (дистанционная, контактная), радиография. Сцинтиграфия: статическая, динамическая. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Позитронно-эмиссионная компьютерная томография. Радиофармацевтические препараты: способы получения, характеристика важнейших препаратов.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
1	Биоакустика и УЗ диагностика	4	-	12	4	16	36
2	Электрофизиологические исследования	4	-	8	2	12	26
3	Биореология и гемодинамика	2	-	2	2	6	12
4	Рентгенология и лучевая диагностика	6	-	26	8	30	70
	Итого:	16	-	48	16	64	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Информация по учебной дисциплине «Биофизические основы функциональной диагностики» (основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика, учебный план, рабочая программа учебной дисциплины «Биофизические основы функциональной диагностики», фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)) и в электронно-библиотечной системе ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)). Изучение дисциплины «Инструментальные методы диагностики» предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий и самостоятельную работу студентов.

Выполнение лабораторных работ и самостоятельная работа осуществляются с использованием конспектов лекций и учебных пособий (п. 15). Обучающиеся знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционной части реализации дисциплины, самостоятельной работы с текстами учебников, учебных пособий, статей в научных и научно-практических изданиях по профилю дисциплины. На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют полученные результаты. Результаты лабораторных работ, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради обучающегося в виде протокола исследования. В конце лабораторного занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии). В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам обучающийся обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных и групповых консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы обучающихся, формирования соответствующих компетенций. Текущая аттестация по дисциплине включает в себя устный опрос. При подготовке к текущей аттестации обучающиеся изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат дисциплины с учетом вопросов для самостоятельной работы.

Планирование и организация текущего контроля знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет с оценкой.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Руководство по кардиологии [Электронный ресурс] : учебное пособие. В 3 томах. / Под ред. Г.И. Сторожакова, А.А. Горбаченкова. 2008-2009. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a></i>
2	<i>Лучевая диагностика [Электронный ресурс] / под ред. Г. Е. Труфанова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 416 с. : ил. . - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a></i>
3	<i>Илясова Е. Б. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Илясова Е. Б., Чехонацкая М. Л., Приезжева В. Н. . - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 280 с. : ил. . - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a></i>
4	<i>Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учеб. для вузов / А.Н. Ремизов. – ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 656 с. – ЭБС «Консультант студента» - URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html</a></i>
5	<i>Практикум по биофизике / [В.Г. Артюхов и др.] ; Воронеж. гос. ун-т ; [под общ. ред. В.Г. Артюхова] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 313 с.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Тюренков И. Н. Новая медицинская технология: использование высокочастотной ультразвуковой доплерографии для изучения влияния фармакологических веществ на региональное кровообращение и эндотелиальную функцию : метод. пособие / Тюренков И. Н., Воронков А. В. ; Федер. агентство по здравоохранению, ВолГМУ, Науч.-исслед. ин-т фармакологии; рец.: А. А. Спасов, П. А. Бакумов . - Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2010 . - 27 с.
2	Физика и биофизика: краткий курс [Электронный ресурс] / Антонов В. Ф., Коржухов А. В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011 <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970420430.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970420430.html</a>
	Терновой С. К. Лучевая диагностика и терапия [Электронный ресурс] - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 304 с: ил. – Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970413920.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970413920.html</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	Электронная библиотека ВУЗа. Режим доступа: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
2	ЭБС "Консультант студента" : <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Башарина О.В. Биофизика : учеб.-метод. пособие для студентов / О.В. Башарина, В.Г. Артюхов. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. – 61 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-91.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-91.pdf</a> >.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения, дистанционные образовательные технологии, цифровые технологии.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа  Специализированная мебель, экран настенный Digis Optimal-C DSOC-1103, проектор Acer X115H DLP, ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 365
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  Специализированная мебель, лабораторная посуда, рН-метр портативный HI83141, микроскопы Микмед, Спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ, программно-методический комплекс биохимилком.анализа, центрифуга Eppendorf, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3	г. Воронеж, Университетская пл., д.1, пом. I, ауд. 61
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 67

Компьютеры Celeron, Pentium, проектор Sanyo, WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  Специализированная мебель, манекен-симулятор взрослого для отработки навыков проведения сердечно-легочной реанимации; манекен-тренажер травмы	г. Воронеж, ул.Пушкинская, д.16, ауд. 111

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Биоакустика и УЗ диагностика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.1	Вопросы для текущей аттестации
2.	Электрофизиологическое исследование	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.1	Вопросы для текущей аттестации
3	Биореология и гемодинамика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.1	Вопросы для текущей аттестации
4	Рентгенология и лучевая диагностика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.1	Вопросы для текущей аттестации
Промежуточная аттестация форма контроля – _____				комплект КИМ для промежуточной аттестации

### 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

#### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Примерный перечень вопросов для текущей аттестации:

1. Основные физические характеристики клетки и мембранных структур. Мембрана как универсальный компонент биологических систем.
2. Модельные бислойные липидные мембраны: липосомы и плоские бимолекулярные липидные мембраны.
3. Характеристика мембранных белков, особенности молекулярной организации мембран эритроцитов и цитоплазматических мембран других клеток.
4. Пассивный транспорт веществ. Диффузия, осмос и фильтрация. Простая диффузия. Основное уравнение электродиффузии (уравнение Нернста-Планка).
5. Переносчики веществ и ионов. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков.
6. Осмотические процессы в живых системах. Фильтрация. Примеры фильтрационных процессов в биологических объектах.
7. Активный транспорт веществ в живой клетке, его энергетика. Роль переносчиков в механизме активного транспорта.

8. Примеры активного транспорта ( $\text{Na}^+$ -  $\text{K}^+$  - насос,  $\text{Ca}^{2+}$  - насос,  $\text{H}^+$  - насос, водородная помпа). Роль  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  активируемой АТФазы в активном транспорте неорганических ионов. Молекулярный механизм работы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  АТФазы.
9. Стационарные потенциалы в живой клетке: потенциалы покоя и потенциалы действия. Методы измерения биопотенциалов.
10. Ионная природа потенциалов покоя и действия. Равновесные потенциалы Нернста-Доннана.
11. Биофизический механизм генерации потенциала действия.
12. Электрические и химические синапсы. Ионная проницаемость синаптических мембран и природа синаптического потенциала.
13. Проводимость мембран для постоянного тока. Емкость мембран и импеданс. Методы изучения импеданса.
14. Электрические характеристики биологических тканей и способы их измерения. Прохождение постоянного и переменного тока через биологические ткани.
15. Импеданс: его активная (омическая) и реактивная (емкостная) составляющие. Зависимость электропроводности, емкости и диэлектрической проницаемости от частоты переменного тока.
16. Постсинаптические мембраны. Методы изучения холинорецепторов. Молекулярная организация и механизм действия холинорецептора.
17. Естественные источники электромагнитных излучений, взаимодействие электромагнитных излучений с веществом.
18. Собственные физические поля организма человека, виды физических полей человека, их источники.
19. Неспецифические эффекты при электромагнитных воздействиях, методы неспецифического электролечения. Механизмы специфического воздействия электрических факторов, методы специфического электролечения.
20. Электрическое поле сердца, регистрируемое на поверхности тела; дипольный характер этого поля. Электрокардиография, основные компоненты ЭКГ.
21. Электрическая активность мышц, электромиография (ЭМГ). Определение скорости распространения возбуждения, электромиография, стандартная и интегрированная ЭМГ.
22. Электроэнцефалография, расслабление и ритмы мозга. Спектр мощности ЭЭГ. Альфа-ритмы в затылочной доле, патологическая ЭЭГ.
23. Основные свойства рентгеновских лучей.
24. Радионуклидные диагностические исследования (радиометрия клиническая и лабораторная, радиография, динамическая сцинтиграфия, однофотонная и позитронная эмиссионная компьютерная томография)
25. Основные физические свойства ультразвука, используемые в диагностике. Эффект Доплера.
26. Физические основы магнитно-резонансной томографии. Виды ионизирующих излучений, применяемых в радиологической клинике.
27. Доза, мощность дозы, единицы измерения ионизирующего излучения.
28. Биофизические основы метода лучевой терапии злокачественных опухолей.
29. Факторы, влияющие на радиочувствительность клетки.
30. Мероприятия, обеспечивающие защиту здоровых тканей при облучении опухоли.
31. Принципы лучевой терапии злокачественных новообразований.
32. Определение единиц дозы "рад", "грей", "кулон/кг", "рентген", "зиверт", "бэр", единиц радиоактивности "беккерель", "кюри".
33. Что такое относительная глубинная доза, интегральная доза? Что такое изодозная кривая?

### **Задания для диагностических работ**

#### Тесты

Для регистрации электроэнцефалограммы применяют электроды из:

- А) неполяризующихся материалов
- Б) свинца
- В) меди
- Г) цинка

Если в отведении aVF амплитуда зубца «R» равна амплитуде зубца «S» ( $R=S$ ), а зубец «R» в I отведении наибольший, то угол альфа составляет \_\_\_\_ градусов

- А) 0
- Б) +100
- В) +120
- Г) +30

К достоверным ЭКГ - признакам ишемии миокарда при проведении пробы с физической нагрузкой относится

- А) инверсия зубца Т
- Б) увеличение интервала РР
- В) появление нарушений ритма и проводимости
- Г) горизонтальная депрессия сегмента ST

Метод ЭЭГ позволяет исследовать

- А) электрическую активность нейронов коры головного мозга
- Б) электрическую активность нейронов спинного мозга
- В) импеданс нейронов головного мозга
- Г) импеданс нейронов спинного мозга

Альфа-ритм на ЭЭГ регистрируется преимущественно при

- А) закрытых глазах
- Б) открытых глазах
- В) фотостимуляции
- Г) фоностимуляции

При биполярной методике регистрации ЭЭГ

- А) регистрирующий и индифферентный электрод располагается на скальпе
- Б) регистрирующий электрод располагается на мочке уха, индифферентный - на скальпе
- В) регистрирующий электрод располагается на скальпе, индифферентный - на мочке уха
- Г) регистрирующий и индифферентный электрод располагается на мочке уха

Значения угла альфа при отклонении электрической оси сердца влево составляет

- А) от  $0^\circ$  до  $-30^\circ$
- Б) от  $+90^\circ$  до  $+120^\circ$
- В) от  $0^\circ$  до  $+50^\circ$
- Г) от  $+20^\circ$  до  $-10^\circ$

У больных с неврозоподобными расстройствами наблюдают следующие изменения ЭЭГ:

- А) ЭЭГ отличается большой неустойчивостью
- Б) Характерна нормализация ЭЭГ
- В) ЭЭГ-признаки очаговых поражений головного мозга не встречаются
- Г) Ярко выражена регулярная дельта- и тета-активность

При терминальной стадии комы на ЭЭГ

- А) регистрируется «электрическое молчание»
- Б) регистрируются медленные ритмы
- В) регистрируются высокочастотные ритмы
- Г) регистрируются высокочастотные и медленные ритмы

### **Описание технологии проведения и критерии оценивания**

Владение теоретическими основами дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применение теоретических знаний по проведению инструментальной диагностики состояния здоровья пациента. Для выставления зачета необходимо выполнить все задания и лабораторные работы.

Для оценивания результатов обучения используются оценки «зачтено», «не зачтено».

### **20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### **Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации:**

1. Функциональная диагностика. Определение. Классификация. Практическое применение.
2. Биофизические основы физиологических процессов в норме и при патологии.
3. Клиническая физиология вегетативных функциональных систем.
4. Медицинская техника. Виды медицинских приборов.
5. Классификация и метрологические характеристики аппаратуры для функциональной диагностики.
6. Ультразвуковая аппаратура.
7. Биофизические основы формирования патологических импульсов ЭКГ при развитии заболеваний различной этиологии.
8. Фонокардиография при пороках сердца.
9. Использование ультразвуковых методов диагностики в практической медицине.
10. Неинвазивные методы оценки центральной гемодинамики: эхокардиография, фонокардиография, поликардиография, реография.
11. Методы исследования сосудистой системы: ангиография, капиллярография, флебография, сфигмография.
12. Механизмы анализа и оценки функционального состояния центральной и периферической нервной системы методом ЭЭГ.
13. Спирография. Функциональные тесты. Строение приборов для проведения спирографии.
14. Понятие об электрической оси сердца.
15. Теоретические и биофизические основы реографии.
16. Электроэнцефалография. Классификация. Виды медицинских приборов. Строение прибора.
17. Электрофизиологический анализ состояний мышечных волокон нервной системы.
18. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью; диффузионная способность легких; компоненты диффузионной способности легких.
19. Понятие лучевой терапии.
20. Механизмы формирования вызванных потенциалов головного мозга.
21. Клиническая электрофизиология сердца.
22. Биофизические основы формирования ЭКГ.
23. Биофизические основы электрокардиографии.
24. Системы ЭКГ отведений.
25. Методы анализа ЭКГ.
26. Ультразвуковая томография, чрезпищеводная ЭхоКГ, компьютерная эхография.

**Оценка результатов обучения** на промежуточной аттестации происходит по следующим показателям:



1. Знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины.
2. Способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.
3. Умение связывать теоретические знания с практическими навыками.
4. Умение устанавливать междисциплинарные связи.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются оценки – Отлично, хорошо, Удовлетворительно и Неудовлетворительно

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, допускает при ответе не более 1 существенной ошибки или 2-3 несущественных.	Хорошо
Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач, допускает более 2 существенных ошибок при ответе	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не способен применять теоретические знания для решения практических задач, допускает грубые ошибки при ответе	Неудовлетворительно