

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
"Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.Р. Стемпицкий

" _____ " _____ 2023 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности
05.11.17 – приборы, системы и изделия медицинского назначения

Минск, 2023

СОСТАВИТЕЛИ:


Борботько Тимофей Валентинович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой защиты информации УО "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

Камлач Павел Викторович, к.т.н., доцент, зам. декана ФКП, доцент кафедры ЭТТ УО "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Кафедрой электронной техники и технологии учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (протокол № 18 от "15" мая 2023 г.)

Заведующий кафедрой ЭТТ



С.И.Мадвейко

Целью изучения дисциплин данной программы является получение соискателем теоретических и практических знаний по физическим основам взаимодействия различных видов излучения с живыми организмами, анализу эффективности систем передачи сигнала в медицинских приборах и аппаратах, научно обоснованному синтезу современных медицинских приборов и аппаратов для проведения научных исследований в области приборов, систем и изделий медицинского назначения.

Специалист в области приборов, систем и изделий медицинского назначения должен знать и уметь использовать:

- объекты, явления, процессы и методы научного анализа в области преобразований медико-биологических сигналов;
- способы улучшения качества передачи сигналов в медицинских приборах и аппаратах; основные научно-технические проблемы и перспективы развития средств диагностики;
- основы построения приборов и аппаратов медицинского назначения;
- физиологические, биомеханические и механические условия и принципы построения систем замены утраченных органов;
- методы составления математической модели преобразований сигнала в медицинской технике;
- методики определения и устранения неисправностей технических средств медицинского назначения;
- современную информационную базу для выбора оптимального варианта решения поставленной технической задачи;
- методы защиты изделий медицинской техники для диагностики, терапии и хирургии от внешних воздействий.

Примерный тематический план

Взаимодействие физических полей с биологическими объектами

Анализ и преобразование медико-биологических сигналов

Оборудование для клинической диагностики, терапии, хирургии

Медицинское механическое и электрическое оборудование

Конструирование систем замены органов и аппаратура для инвалидов

Содержание программы

Тема 1. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами

Общие сведения о физических полях. Виды физических полей. Взаимодействие ионизирующих излучений и тяжелых заряженных частиц с биологическим объектом. Физика ионизирующих излучений. Ионизация, поглощенная доза, мощность дозы, фоновое облучение. Электромагнитные и корпускулярные ионизирующие излучения. Взаимодействие рентгеновских лучей и гамма-излучения с биологическим объектом.

Взаимодействие ультразвуковой волны с биологической тканью. Основные сведения об ультразвуке, законах распространения, способах получения и регистрации. Биофизика ультразвуковых эффектов. Величина рассеянной и поглощенной мощности, сечения взаимодействия. Тепловые механизмы ультразвука.

Воздействие лазерного излучения на биологический объект. Определение областей распределения выделяемой лазерной энергии излучения при различных величинах рассеяния и поглощения. Эффекты от взаимодействия лазерного излучения с биотканью. Выбор длины волны лазерного излучения для медицинских установок.

Воздействие ультрафиолетового излучения (УФ) на биологический объект. Взаимодействие УФ излучения на кожу, глаза, биологические жидкости. Общие методы измерения УФ радиации.

Биологическое действие электромагнитных полей малой интенсивности. Влияние на эндокринную систему, обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, на морфологический состав крови. Защитные мероприятия при работе с электромагнитными полями. Виды экранирования от электромагнитных полей. Прозрачность биологического объекта для низкочастотного магнитного поля.

Взаимодействие постоянного электрического поля с биологическим объектом. Характеристики электрических полей. Взаимодействие постоянного магнитного поля с биологическим объектом.

Тема 2. Анализ и преобразование медико-биологических сигналов

Дифференцирование и интегрирование сигналов. Дифференцирование и интегрирование сигналов аналоговыми и цифровыми методами. Необходимость операции, алгоритм обработки, схемы фильтров. Применение дифференциатора для анализа ЭКГ-сигналов. Нахождение экстремума в сигналах. Определение экстремальных значений сигнала. Математические методы. Алгоритмы. Схемы детектора. Применение.

Шумы. Количественные характеристики шума. Математическое ожидание, дисперсия. Ковариационная и корреляционная функции. Понятие стационарности и эргодичности случайных процессов. Спектральная мощность шума.

Обработка ЭКГ-сигнала. Запись и ввод, фильтрация. Определение частоты и периода сердечных сокращений. Распознавание характерных элементов ЭКГ. Интерпретация и классификация ЭКГ.

Сигналы теплового излучения. Преобразование сигнала при получении тепловых изображений. Интегральное значение отношения "сигнал-шум". Сигналы в рентгенодиагностических системах. Особенности преобразования сигнала в рентгенодиагностических системах. Приемники информации. Сигналы в рентгеновской трансмиссионной компьютерной томографии. Преобразование сигнала в рентгеновской трансмиссионной компьютерной томографии. Преобразования при реконструкции изображения. Практическая реализация метода. Итерационные методы. Требования к угловой дискретизации.

Преобразование сигналов в ядерно-магнитно-резонансных системах. Ядерный магнитный резонанс. Реконструкция изображения по проекциям. Двумерная Фурье-визуализация. Связь между изображением и распределением плотности спинов.

Тема 3. Приборы, аппараты и комплексы клинической диагностики, терапии, хирургии

Электроакустическая медицинская аппаратура. Электроакустика. Шкала звуковых частот. Ультразвуковые колебания. Биологическое приложение ультразвука к измерению отношений амплитуд и энергий в акустике. Акустические характеристики звукового поля. Механические и энергетические параметры, характеризующие звуковое поле. Акустические свойства сред. Волновое сопротивление и акустический импеданс. Отражение и преломление звуковых волн. Прохождение плоской волны через плоскопараллельный промежуточный слой. Затухание звука. Глубина проникновения ультразвука. Излучение акустических волн. Форма звукового поля круглого плоского излучателя. Диаграмма направленности.

Виды акустических полей. Импульсные акустические поля. Сфокусированные ультразвуковые поля. Преобразователь-излучатель. Механический и электрический импеданс излучателя. Мощность, КПД и чувствительность излучателя. Излучатели. Преобразователь-излучатель. Механический и электрический импеданс излучателя. Мощность, КПД и чувствительность излучателя.

Приёмники. Преобразователь-приемник. Механический и электрический импеданс приемника. Частота электромеханического резонанса.

Магнитострикционные преобразователи. Магнитострикционные преобразователи. Основные соотношения магнитострикционного эффекта. Поляризованная магнитострикционная система. Энергетический коэффициент магнитомеханической связи. Свойства магнитострикционных материалов. Конструкции магнитострикционных преобразователей. Импеданс магнитострикционного преобразователя.

Пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Основные соотношения пьезоэлектрического эффекта. Энергетический коэффициент электромеханической связи. Электрический импеданс пьезоэлектрического преобразователя. Типы пьезоэлектрических преобразователей. Пьезокерамические материалы. Конструкции пакетных преобразователей.

Ультразвуковые трансформаторы упругих колебаний. Распределение амплитуд смещения и напряжения по длине свободного однородного стержня постоянного сечения. Классификация концентраторов. Материалы для концентраторов. Акустические линзы и рефлекторы. Аппараты для ультразвуковой терапии. Устройство и принцип действия ультразвукового ингалятора. Ультразвуковая хирургия. Фокусирующая ультразвуковая аппаратура для создания локальных разрушений в глубинных структурах ткани. Инструментальная ультразвуковая хирургия с помощью низкочастотного ультразвука. Конструкции и расчет ультразвукового хирургического инструмента. Ультразвуковой нейрохирургический аспиратор. Ультразвуковые установки для очистки и стерилизации медицинского инструмента. Ультразвуковые установки для диспергирования и дегазации.

Ультразвуковая диагностика. Ультразвуковые установки для диспергирования и дегазации. Режимы сканирования. Методы сканирования. Механические сканирующие устройства. Сканирующие устройства с электрическим управлением положением ультразвукового луча. Статические и динамические системы ультразвуковой эхоскопии. Ультразвуковые измерители скорости кровотока, построенные на эффекте Доплера. Доплеровский прибор непрерывного излучения. Импульсно-доплеровский излучатель скорости кровотока. Системы диагностики и лабораторных исследований

Методы и технические средства диагностики и лечения сердечно-сосудистой системы. Физические основы электрокардиографии. Теория Эйнтховена. Стандартные отведения. Устройство и принцип работы электрокардиографа. Электроды. Усилитель. Регистрирующее устройство. Векторэлектрокардиоскопы.

Кардиомониторы. Мониторные комплексы по методу Холтера. Лечебно-диагностические комплексы при кардиологических исследованиях. Системы записи ЭКГ плода. Портативные микрокардиоанализаторы. Методы и средства определения частоты

сердечных сокращений. Кардиотахометры. Интервалометры. Принципы регистрации фонокардиографии, сфигмограммы, баллистограммы. Магнитокардиография.

Методы и средства измерения кровяного давления. Прямой метод. Измерение среднединамического давления. Инвазивные методы. Ультразвуковой метод. Микрокомпьютерные системы для исследования кровяного давления.

Фотоплетизмография. Методы и средства измерения газового состава крови. Измерение параметров крови, лимфы, клеток, спинномозговой жидкости, продуктов выделения. Спектрофотометр. Рефрактометр. Лабораторные автоматизированные комплексы.

Средства измерения объема и расхода выдыхаемого воздуха. Методы и средства измерения газового состава выдыхаемого воздуха. Средства регистрации дыхательных движений плода. Спиромонитор «Аргус-7». Измерители скорости воздушного потока. Лечебно-диагностические комплексы для исследования органов дыхания. Аппараты функциональной диагностики легких.

Приборы диагностирования при операциях. Наркозные аппараты и мониторы для наблюдения за состоянием больного во время операции. Методы и средства диагностирования жизнеспособности участков скелетной мускулатуры.

Диагностические средства для исследований головного мозга и нервной системы. Методы и средства регистрации ЭЭГ. Позитронно-эмиссионный томограф. Средства диагностики и лечения центральной, вегетативной, конечностной нервных систем. Стимуляторы. Приборы для обучения людей с патологией нервной системы и общения с ними.

Технические средства для измерения линейно-угловых размеров и параметров движений тела и его составных частей, перемещения центра тяжести, параметров тактильного анализатора. Технические средства измерения температуры тела и внутренних органов (контактные и бесконтактные).

Рентгеновские средства диагностики и лечения. Рентгеновский томограф. Радионуклидные методы и средства диагностики и лечения. Радионуклидные сканеры. Методы и средства термографии. Ядерно-магниторезонансный томограф.

Физиотерапевтическое оборудование. Гальванизация и электрофорез. Аппараты лечения постоянным током. Аппараты для франклинизации.

Аппаратура для лечения импульсными токами. Виды импульсных токов, параметры импульсов. Аппаратура с П-импульсными токами для стимуляции тормозных процессов центральной нервной системы. Аппаратура для лечения синусоидальными модулированными токами «Амплипульс». Аппараты «Эндомед». Аппаратура для воздействия интерференционными токами.

Термотерапия, баротерапия, аэроионотерапия и светотерапия. Устройства для гипо- и гипертермии. Устройства для вакуумной терапии. Устройства для ингаляционной терапии и аэроионотерапии. Аппаратура для светолечения. Поляризованный свет.

Тема 4. Медицинское механическое и электрическое оборудование

Медицинские инструменты. История возникновения и развития. Отраслевая классификация медицинских инструментов (МИ). Общие технические условия. Требования, предъявляемые к материалам МИ. Металлические и полимерные материалы.

Коррозия МИ и защита от неё. Влияние биологических сред, стерилизация и обработка, защита поверхности инструмента. Выбор типа покрытия и чистоты обработки поверхности, Выбор метода стерилизации, в зависимости от материала, шероховатости покрытия и т.д.

Режущие инструменты. Назначение и классификация. Однолезвийные, встречно-режущие, многолезвийные. Боры, фрезы зуботехнические, пилы медицинские и др. режущие инструменты.

Колющие инструменты. Термины и определения. Виды игл (инъекционные, хирургические, для пункции, акупунктурные, для обработки корневого канала зубов). Скобы. Шовные материалы.

Оттесняющие и расширяющиеся инструменты. Крючки, расширители и др. Зондирующий и бужирующий инструмент.

Зажимные инструменты. Функциональное назначение и классификация. Расчёт на прочность, жёсткость, определение размеров.

Специальные инструменты. Инструменты для микрохирургии офтальмологические, нейрохирургические, для хирургии сосудов, рефлексотерапии.

Стоматологическое оборудование. Основные узлы стоматологической установки. Наконечники прямые и угловые. Турбинные наконечники. Конструкции. Расчёт турбин и наконечников для микромоторов. Гидравлическая схема стоматологической установки. Электрическая схема стоматологической установки.

Оборудование для стерилизации и дезинфекции. Классификация. Стерилизаторы. Типы. Конструкции. Электрические схемы. Устройства для дезинфекции. Камеры для дезинфекции вещей. Аппаратура для создания дезинфицирующих паров и газов. Аппарат для распыления дезинфицирующих жидкостей и порошков. Расчёт параметров распыления аэрозолей в помещениях. Моечные машины.

Дозирующие устройства. Дозаторы. Микродозаторы. Микропипетки. Классификация. Схемы. Расчёт.

Светильники медицинские. Классификация. Схемы. Конструкции. Расчёт.

Тема 5. Конструирование и производство систем замены органов и аппаратура для инвалидов

Основные термины и определения. Искусственные органы и функциональные протезы. Краткий обзор истории биомеханики и протезостроения.

Функциональные приспособления, протезы и аппараты. Классификация протезно-ортопедических изделий. Вопросы функциональной анатомии человека. Позвоночник, грудная клетка, плечевой пояс, суставы, верхние и нижние конечности. Суставы. Си-нартозы, диартрозы. Классификация. Особенности строения и работы. Антропометрическая и инерционная норма.

Протезирование нижних конечностей. Структурная схема биокинематической цепи нижней конечности. Суставы нижней конечности, их краткая характеристика. Механика нижних конечностей. Поступательное движение человека в норме. Основные термины и понятия. Основные кинематические и динамические характеристики человека при ходьбе в норме и на протезах.

Общие понятия о построении протеза и ортеза. Индивидуальная схема их построения. Требования, предъявляемые к ней. Схема построения протеза голени. Схема построения протеза бедра. Ортезирование нижних конечностей.

Узлы и детали протезов нижних конечностей. Индивидуальные и универсальные узлы и детали протезов. Голеностопные узлы. Голени-стойки с опорным элементом (протезы без стопы). Безшарнирные, жесткие и гибкие голеностопные узлы. Узлы с аккумулирующими энергию свойствами. Узлы с одноосным и многоосным голеностопным шарниром.

Протезирование верхних конечностей. Функциональная анатомия и биомеханика руки и кисти. Биомеханические особенности двигательного аппарата верхних конечностей. Биомеханические характеристики отдельных движений верхних конечностей. Классификация способов и видов схвата. Биомеханические особенности построения протезов верхних конечностей.

Общие вопросы технологии изготовления протезно-ортопедических изделий. Основные понятия о протезировании и протезостроении. Материалы и полуфабрикаты. Основные технологические операции. Технология протезно-ортопедических изделий. Сборка и контроль протезно-ортопедических изделий.

Искусственные органы. Физиологические и анатомические аспекты конструирования искусственных органов.

Искусственное сердце. Разработка и экспериментальное применение искусственного сердца. Сердечные насосы: конструкции, технология изготовления. Требования к материалам для изготовления протезов сердца.

Электрокардиостимуляторы в системе организм-имплантант: коррозионная устойчивость, прочность, биоинженерные принципы конструирования. Основные типы современных электрокардиостимуляторов. Классификация. Особенности конструкций. Алгоритм функционирования и показания к применению. Перспектива развития ЭКС.

Протезы клапанов сердца. Классификация. Требования к конструкции. Гидродинамика протезов клапанов сердца. Модели протезов клапанов сердца.

Искусственные легкие. Мембранные оксигенаторы. Основные конструктивные особенности. Клинические модели.

Искусственная эндокринная поджелудочная железа. Технические аспекты создания аппаратов. Парокорпоральные (носимые) и имплантируемые дозаторы инсулина. Особенности конструкций.

Искусственная почка. Диализные мембраны и диализаторы. Аппаратура для гемодиализа. Требования, предъявляемые к ней. Особенности конструкций.

Аппаратура для инвалидов. Введение. Предмет и задачи курса. Определение инвалидности. Первичная инвалидность. Общая инвалидность. Факторы, влияющие на трудоспособность и инвалидность.

Ортопедическая обувь и вкладные приспособления, как мера профилактики инвалидности. Вкладные ортопедические приспособления для стандартной обуви. Разгружающие приспособления. Корректирующие приспособления. Малосложная ортопедическая обувь. Сложная ортопедическая обувь.

Ортопедические средства для туловища. Точки воздействия. Конструирование ортопедических средств. Применяемые материалы и детали. Фиксирующие корсеты. Корректирующие устройства. Бандажи. Ортопедические средства при заболеваниях в области шеи и грудной клетки. Кровать по Шеде. Головодержатели.

Ортопедические аппараты для нижних конечностей. Аппарат на голеностопный сустав. Аппарат на голень с захватом голеностопного и коленного суставов. Аппарат на коленный сустав. Аппарат на тазобедренный сустав с захватом или без захвата коленного сустава. Аппарат на всю ногу. Аппарат на всю ногу при повреждениях позвоночника. Шины для х- и о- образных нижних конечностей.

Туторы. Туторы на нижние конечности. Тутор на голеностопный сустав шинно-кожаный. Тутор на всю ногу. Туторы на верхние конечности. Тутор на лучезапястный сустав из пластмассы. Тутор на всю руку.

Аппараты слухового протезирования. История развития. Медицинские аспекты использования слуховых аппаратов. Сурдотехнические и вспомогательные приборы для глухих.

Аппараты для исправления речи. Устройство и принцип действия.

Приборы для коррекции зрения. Типы оправ корректирующих очков. Конструкции унифицированных элементов оправ корректирующих очков. Материалы для изготовления оправ корректирующих очков.

Литература

К разделу 1

1. Фролов К.В., Миркин А.С., Моршанский В.Ф. и др. Использование вибрации в биологии и медицине. – М.: Наука, 1989.
2. Медицинская радиология. 1983, том 28, № 6.
3. Журнал экспериментальной и клинической медицины. 1985, том 25, № 3.
4. Лундин А.Т., Федин Э.И. ЯМР: основы и применение. – Новосибирск: Наука, 1980.
5. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Кудряшов Ю.Б., Бернфельд П.С. Основы радиационной биофизики. – Изд. МГУ, 1982.
7. Чураков, А. В. Принципы моделирования и проектирования приборов магнитно- и ультразвуковой терапии: учебно-методическое пособие / А. В. Чураков. - Минск : БГУИР, 2019. - 146 с.

К разделу 2

1. Зайцева Е.Г. и др. Анализ и преобразование медико-биологических сигналов / Учебно-методическое пособие для студентов специальности Т 06.03 "Биотехнические и медицинские аппараты и системы" – Минск, БГПА, 2001. – 81 с.
2. Микрокомпьютерные медицинские системы. Проектирование и применение / Пер. с англ. – М: Мир, 1983. – 544 с.
3. Физика визуализации изображений в медицине. В 2-х т./Под ред. С.Уэбба. – М.: Мир, 1991.
4. Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под научной ред. Г.И.Сидоренко. – Минск, 1994. – 272 с.
5. Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие / Л. В. Илясов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 324 с.
6. Бакалов, В. П. Медицинская электроника: основы биотелеметрии : учебное пособие / В. П. Бакалов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 326 с.

К разделу 3

1. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ. / Под ред. К. Хилла. – М.: Мир, 1989. – 568 с.
2. Свердлин Г.М. Прикладная гидроакустика: Учеб. пособие. – Л.: Судостроение, 1990. – 320 с.: ил.
3. Домаркас В. Й., Пилецкас Э. Л. Ультразвуковая эхоскопия. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1988. – 276 с.
4. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 2: Пер. с англ./ Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 408 с.: ил
5. Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура. – М.: Мир, 1983. – 544 с.
6. Биотехнические системы. Теория и проектирование. Учебное пособие. – Л.: Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР, 1981. – 215 с.
7. Олефиренко, В.Т. Водотеплолечение. – М.: Медицина, 1978. – 278 с.
8. Минаев, В. П. Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе : [учебное пособие] / В. П. Минаев. - 4-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2020. - 360 с.
9. Корневский, Н. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 688 с.

К разделу 4

1. Сабитов В.Х. Медицинские инструменты - М.: Медицина, 1985. –175с.
2. Кабатов Ю.Ф. Медицинские инструменты, аппаратура и оборудование. - М.: Медицина, 1997. - 211с.
3. Сабитов В.Х. Медицинские микроинструменты (обзорная информация). - М.: Медицина, 1982. - 28с.

4. Сабитов В.Х., Репин В.А. Механизированные инструменты для стоматологии. Информационное обеспечение. – М.: Медицина, 1984. – 95с.
5. Зайцева Е.Г., Гуляева И.В. Медицинский инструментарий и принадлежности для интубации и анестезии. - Минск: Тезей, 2003. - 52 с.

К разделу 5

1. Протезирование и протезостроение. Сборник научных трудов. ВНИИПП. 1965-1998.
2. Приспособления для инвалидов. Тематический выпуск-М., 1992.-40с.
3. Искусственные органы. /Под редакцией В.И. Шумакова: - М.: Медицина., 1990, 270с.
4. Трансплантация и искусственные органы. / Под ред. В.И. Шумакова. - М., 1986, 208с.
5. Конструкции протезно-ортопедических изделий. /Под. ред. А.П. Кужекина. - М., Легкая и пищевая промышленность, 1984, 240с.
6. Технология протезно-ортопедических изделий. /Под ред. Кужекина. - М., Легпромбытиздат, 1985, 312с.