

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ЮЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель
Приемной комиссии

С.Г. Емельянов



(подпись)

« 28 » марта 2022 г.

ПРОГРАММА
К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ В АСПИРАНТУРУ
по научной специальности
2.2.12. Приборы, системы
и изделия медицинского назначения

Курск 2022 г.

Программа вступительных испытаний формируется на основе соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программе специалитета и программе магистратуры.

1. Анализ и синтез биотехнических систем

1.1. Биологические системы как объект исследования

Классификация систем. Способы описания систем. Основные функциональные характеристики сложных систем.

Рассмотрение организма с позиции системного анализа. Функциональные системы организма и особенности их как объектов медико-биологических исследований. Проблемы анализа и синтеза биотехнических систем. Источники и происхождение биологических сигналов. Средства управления состоянием организма.

1.2. Теория биотехнических систем

Определения, свойства биотехнических систем. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Метод поэтапного моделирования. Биотехнические измерительно-вычислительные системы медицинского назначения, мониторные системы, системы лечебно-терапевтического назначения; системы временного и длительного замещения функций живого организма; биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма.

1.3. Методы диагностических исследований и измерительные преобразователи

Роль измерения в медико-биологической практике; источники погрешностей; методы диагностических исследований; пассивные методы; исследования механических, электрических, магнитных свойств организмов и тканей, биоэлектрических потенциалов; методы регистрации полей (фотометрические, биологическая интроскопия); аналитические исследования.

Электроды и электродные системы регистрации биопотенциалов; ИП для регистрации проявлений жизнедеятельности организма: механических, электрических, тепловых, оптических, магнитных, биохимических и др.; физические явления, используемые в ИП; тензорезисторные, емкостные и

пьезоэлектрические ИП механических параметров; терморезисторные, транзисторные, для теплофизических ИП; фотоэлектрические ИП; ИП для биологической интроскопии (в том числе ультразвуковые); биосенсоры; схемы согласования первичных ИП и Э с техническими средствами регистрации и измерения; основные метрологические характеристики ИП.

2. Преобразование медико-биологической информации и оптимизация медико-биологических исследований

2.1. Методы обработки биомедицинских сигналов и данных

Классификация, источники и характеристики сигналов и данных. Общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений. Обработка и анализ сигналов. Амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов. Задачи идентификации и распознавания образа. Статистические методы анализа данных. Основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений. Вычислительные системы анализа данных; интерфейсы измерительных систем и комплексов; принципы построения систем отображения информации.

2.2. Математическое описание и методы анализа сигналов и помех

Представления сигналов. Преобразования Фурье.

Разложение сигнала по заданной системе функций. Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова в частотной области.

2.3. Дискретные сигналы и их анализ.

Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов.

2.4. Модели радиотехнических цепей и устройств

Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах.

Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Прохождение сигналов и помех (детерминированных и случайных колебаний) через линейные цепи с постоянными параметрами.

Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Автоколебательные системы. Модуляторы колебаний. Цепи и устройства с переменными параметрами.

2.5. Цифровые методы обработки сигналов

Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Ошибки квантования и округления. Классификация, источники и характеристики сигналов и данных. Общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений. Обработка и анализ сигналов. Амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов. Задачи идентификации и распознавания образа. Статистические методы анализа данных. Основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений. Вычислительные системы анализа данных; интерфейсы

измерительных систем и комплексов; принципы построения систем отображения информации.

2.6. Методы и системы оптимизации сложных объектов в медико-биологических исследованиях

Особенности обработки информации и принятия решений человеком. Проблемы оптимизации медико-биологических исследований. Сложные системы. Задачи системного анализа. Принципы самоорганизации. Организация эксперимента. Анализ и обработка результатов. Математические модели процессов и систем. Оптимальная фильтрация. Применение методов моделирования в медицинских исследованиях и при проектировании медицинской техники. Параллельные системы и алгоритмы обработки данных. Имитационные модели процессов систем, критерии оценки и прогнозирования состояния объекта, информационно-аналитические базы данных, подсистемы принятия решений и выработки оптимальных управляющих воздействий.

2.7. Методы нелинейной динамики в медико-биологических исследованиях

Общие понятия синергетики сложных систем. Принципы самоорганизации. Фракталы и фрактальная размерность. Понятие фазового пространства и фазового аттрактора. Методы построения фазовых портретов из данных наблюдений. Статические и динамические нелинейные показатели. Корреляционный интеграл и корреляционная размерность. Понятие устойчивости системы. Спектр показателей Ляпунова, максимальная экспонента Ляпунова, размерность Каплана-Йорка. Понятие динамического хаоса. Методы нелинейной динамики в исследовании ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, речевых сигналов.

2.8. Метрология, стандартизация и сертификация

Национальная и международная метрология и стандартизация. Исторические основы развития метрологии, стандартизации и сертификации. Метрическая конвенция. Законодательная метрология. Обеспечение единства измерений и достоверность результатов измерений. Национальная и глобальная система измерений. Поверка средств измерений медицинского назначения и испытания с целью утверждения их типа. Стандартизация, единство измерений и оценка соответствия – основа качества продукции, процессов и услуг. Международные организации по стандартизации (ИСО, МЭК, МОЗМ).

Основные положения государственной системы стандартизации ГОСТ; научная база стандартизации; определение оптимального уровня унификации и стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

Основные цели и объекты сертификации; термины и определения в области сертификации; качество продукции и защита потребителя; схемы и системы сертификации медицинских изделий; условия осуществления сертификации; обязательная и добровольная сертификация; правила и порядок проведения сертификации; органы по сертификации и испытательные лаборатории медицинской техники; аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий; сертификация услуг; сертификация систем качества.

3. Медицинское оборудование, приборы, аппараты, инструменты и их системы. Анализ состояния и перспективы развития

3.1. Аппаратура для функциональной диагностики

Электронная, диагностическая аппаратура. Автономные диагностические комплексы.

Приборы, устройства для регистрации и анализа биопотенциалов сердечно-сосудистой системы. Комплекс приборов для

электрокардиографии, фонокардиографии, реографии и векторкардиографии. Системы отведений биосигналов.

Приборы для измерения электрической активности мозга. Параметры сигналов, системы отведений, методы обработки сигналов. Диагностические возможности.

Приборы для измерения электрической активности мышц.

Приборы для измерения звуковой активности. Приборы для измерения кровенаполнения, давления и скорости кровотока пульса и акустических шумов.

Электронные полиграфы для регистрации ЭКГ, ФКГ, ЭЭГ, ЭМГ, сфигмограммы, реоплетизмограммы, торакоspiрограммы .

Автоматизированные системы технических средств для массовых обследований и диспансеризации населения.

Ультразвуковая аппаратура. Разрешающая способность приборов для ультразвуковой диагностики. Пути повышения информативности ультразвуковых приборов. Ультразвуковые приборы на основе импульсной непрерывной одночастотной и двухчастотной эхографии. Приборы рентгено-УЗ томографии.

Офтальмологическая аппаратура.

Приборы электронной и физической оптики. Телевизионная, инфракрасная и лазерная медицинская техника. Методы и техника клинической термографии. Электронная микроскопия. Голографические приборы. Приборы тепловидения, жидких кристаллов.

Дыхательная аппаратура. Приборы для функциональной диагностики легких.

Радиоизотопная аппаратура. Методы применения радиоактивных изотопов для диагностических исследований. Радиофармпрепараты и их органотропные свойства.

Методы регистрации ионизирующих излучений: ионизационные, сцинтилляционные, фотохимические. Радиометры. Дозиметрия ионизирующих излучений. Системы автоматического сбора, хранения и переработки радиодиагностической информации.

Рентгеновская аппаратура. Состав: питающие устройства, приемники, преобразователи изображения и усилители. Системы для рентгеноскопии, рентгенографии. Рабочее место устройств для специальных исследований.

Эндоскопическая аппаратура. Применение основных видов эндоскопов для исследования органов пищеварительной системы, бронхов, мочеполовой системы, уха, горла, носа. Эндоскопы оптические. Волоконные световоды. Гибкие эндоскопы с волоконной оптикой.

3.2. Аппаратура для лечебных целей, замещения и коррекции временно и постоянно утраченных функций органов и систем

Аппаратура для терапии. Классификация по действующему физическому фактору. Аппаратура для электро-, свето-, водо-, теплолечения, аэрозольтерапии, механотерапии. Аппараты для терапии постоянным током и токами низких частот.

Аппараты для лечения диадинамическими токами. Аппаратура для магнитотерапии. Терапевтические ультразвуковые приборы и аппараты. Аппаратура УВЧ-терапии. Дозиметрия при УВЧ-терапии, СВЧ-дозиметрия. Аппаратура аэрозольтерапии. Лазерные установки для терапии. Лазерная дозиметрия. Радиологическая и рентгенологическая терапевтическая аппаратура. Аппараты для баротерапии. Аппараты для светолечения и теплолечения. Водолечебные установки. Реанимационная техника.

Высокочастотная электрохирургия. Резание и коагуляция мягких тканей.

Особенности электрохирургических аппаратов. Требования к генераторам. Типы цепей пациента и их особенности. Виды опасностей при электрохирургическом вмешательстве и основные принципы защиты

пациента. Комплекс криохирургической аппаратуры. Хирургические инструменты. Сшивающие аппараты.

Аппаратура искусственного и вспомогательного кровообращения. Назначение и состав аппаратов искусственного кровообращения ИСКЛ и аппаратов вспомогательного кровообращения.

Назначение и состав аппарата «искусственная почка». Типы мембранных массообменников. Системы с индивидуальным и централизованным приготовлением диализирующего раствора. Контроль режима функционирования аппарата «искусственная почка».

Оптоэлектронные средства для инвалидов по зрению. Устройства для ориентации. Приборы для компенсации слабовидения.

Слуховые аппараты.

Имплантируемые и наружные кардиостимуляторы, приборы и системы контроля их работы. Стимуляторы органов и тканей. Протезы. Технические средства для инвалидов при частичной и полной неподвижности.

3.3. Материалы медицинского назначения

Металлические и неметаллические материалы в приборах и изделиях медицинского назначения. Биомедицинские требования, предъявляемые к материалам медицинского назначения, контактирующим с неповрежденной кожей, раневой поверхностью и имплантируемым.

Полимеры, стекла, резины и латексы, текстиль в изделиях медицинского назначения (перевязочных, фиксирующих, лечебно-эластичных средствах, спецодежде и расходных материалах, стоматологических, зуботехнических и других материалах). Материалы и конструкции искусственных сосудов, клапанов сердца, суставных и других элементов протезов. Металлы и сплавы, применяемые для изготовления изделий медицинского назначения (режущих, колющих, сдавливающих и для изготовления имплантантов). Термопластичные и композиционные материалы для изготовления приборов и изделий медицинского назначения.

Рассасывающиеся полимеры. Керамические и стеклокерамические материалы; материалы соединительнотканного происхождения.

Генерализованное влияние биоматериалов на организм. Влияние организма на биоматериалы. Биосовместимость.

Биоматериалы для мягкой и костной тканей. Особенности заживления ран мягких и костных тканей.

Система токсикологического контроля материалов и изделий медицинского назначения. Классификация изделий, методы испытаний, критерии оценки результатов испытаний. Техника и технология санитарно-химических, токсикологических и биологических испытаний. Показатели стерильности и апиrogenности.

3.4. Клинико-лабораторная аналитическая техника

Биотехнические системы для лабораторного анализа. Структура и функции лабораторных служб. Физические и физико-химические свойства биосубстратов. Основные источники аналитических материалов. Технологические операции и схемы выполнения исследований в лабораторной практике. Методы оптимизации технологических схем лабораторных экспериментов.

Информационный подход к анализу вещества. Способы записи структуры информационных преобразований вещества биопробы в процессе его исследования. Структуры типовых лабораторных анализов. Приборы и комплексы для лабораторного анализа на базе физических и физико-химических методов изучения биосубстратов.

Гемокоагулологические приборы. Кондуктометрические приборы для подсчета форменных элементов крови. Приборы для определения концентрации гемоглобина, рН- и ионометрия. Масс-спектрометрия. Электромиграционные методы. Хроматография. Методы, основанные на явлениях ядерно-магнитных резонансов. Электронная микроскопия.

Аппаратные методы иммунологических исследований; аналитическая аппаратура для лабораторий санитарно-эпидемиологических станций.

Измерительные преобразователи лабораторной техники. Средства отображения результатов. Вопросы стандартизации и метрологии в аналитическом приборостроении. Стандарты и эталоны, поверочные схемы и стенды.

3.5. Медицинские информационные технологии (МИТ) и телемедицина

Основные задачи МИТ. Методы и средства обеспечения информационной и программной совместимости медицинских программных продуктов. Интеграция различных АРМ в единую информационную систему. Методы комплексного использования приборов, измерительных систем и МИТ. Критерии оценки эффективности МИТ.

Телекоммуникационная сеть — интеграция ресурсов отечественных и международных фондов телекоммуникационных систем. Технология представления медицинской информации для удаленного консультирования. Консультации и активное участие в лечебном процессе удаленных объектов с использованием телемедицины. Медицинская робототехника и телемедицинские технологии. Перспективы развития МИТ и телемедицины.

Основная литература

1. Попечителей, Е.П. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы: Учебник/ Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей, С.П. Серегин. Курск. Гос. тех. Ун-т. – Курск: ОАО «ИПП «Курск» 2009- 986 с.
2. Филист, С.А. Компьютерные технологии обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных / С.А. Филист, К.Д.Д. Кассим, А.Ф. Рыбочкин; Юго-Зап. гос. ун-т – Курск, 2016. _290 с.
3. Шаталова, О.В. Узлы и элементы биотехнических систем: измерительные преобразователи и электроды/ О.В. Шаталова, С.А. Филист.

Учебное пособие. 2-е изд., пер. и доп. - Сер. 58 Бакалавр. Академический курс. Издательство Юрайт – Москва. – 2019. 309 с.

4. Корневский, Н.А. Узлы и элементы медицинской техники [Текст]: учебное пособие / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей. Курск. гос. тех. ун-т. Курск, 2009. – 426с. Гриф: Рекомендовано УМО;

5. Павловский Ю. Н. Имитационное моделирование [Текст]: учебное пособие. - М. Академия, 2008. - 236 с.

6. Рангайян, Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.

7. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 2007. – 343 с.

8. Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС [Текст] / пер. с англ. Н. И. Смирновой под ред. А. Г. Кюркчана. - М. : Техносфера, 2007. - 192 с. : ил.

9. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. М.: Техносфера. 2007. – 584 с.

Дополнительная литература

10. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1994.

11. Математические методы обработки медико-биологической информации. математическая статистика. Корневский Н.А., Юлдашев З.М., Конаныхина Т.Н. / Учебник: Старый Оскол, 2021.304с. ISBN: 978-5-94178-740-1

12. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход/Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М: Физматлит, 2007. 440 с.

13. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. средства регистрации неэлектрических характеристик

биообъектов. Корневский Н.А., Юлдашев З.М. / Учебник: Старый Оскол, 2019. 268с. ISBN: 978-5-94178-611-4

14. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. техническое обеспечение здравоохранения, электрофизиологическая техника. Корневский Н.А., Юлдашев З.М. / Учебник: Старый Оскол, 2019. 268с. ISBN: 978-5-94178-619-0

15. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. приборы и комплексы для лабораторного анализа. Корневский Н.А., Юлдашев З.М. / Учебник: Старый Оскол, 2019. 352с. ISBN: 978-5-94178-604-6

16. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. интроскопическая и хирургическая техника. Корневский Н.А., Юлдашев З.М. / Учебник: Старый Оскол, 2019. 284с.

17. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. технические средства физиотерапии, реабилитации и восстановления утраченных функций. Корневский Н.А., Юлдашев З.М. / Учебник: Старый Оскол, 2020. 312 с.

18. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. - СПб: Питер, 1997,- 240 с.

Программа рассмотрена на заседании каф. БМИ.

Протокол №9 от 10 марта 2022 г.

Зав. каф. БМИ, д.т.н., проф.

Н.А. Корневский

Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (для каждого вступительного испытания)

Шкала оценивания (критерии выставления баллов)			
49 баллов и менее	50-65 баллов	66-84 баллов	85-100 баллов
Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50 баллов			
<p>Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изложил менее 25% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал низкий уровень глубины изложения материала по направлению 	<p>Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изложил от 50% до 75% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал уровень глубины изложения материала по направлению выше среднего 	<p>Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изложил от 75% до 100% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал высокий уровень изложения материала по направлению. 	<p>Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировал владение материалом, как по полноте, так и по глубине полностью соответствующим требованиям федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - владеет системой научных понятий, культурой мышления; фактами научных теорий; методами и процедурами профессиональной деятельности; умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций.

Программа обсуждена и рекомендована для вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.2.12 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения» на заседании кафедры биомедицинской инженерии протокол №9 от «10» марта 2022г.