



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»

## **Учебно-методическое пособие** по дисциплине

# **«Государственный экзамен»**

Авторы  
Мороз К. А.,  
Цыбрий И. К.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов всех форм обучения направления 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Мороз К.А.,  
к.т.н., доцент, зав. кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Цыбрий И.К.



## Оглавление

<b>ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ .....</b>	<b>4</b>
<b>В ОСНОВУ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПОЛОЖЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА .....</b>	<b>5</b>
1. Медико-биологический цикл .....	5
2. Системо-технический цикл .....	6
3. Медико-технический цикл.....	6
4. Организационно-технологический цикл.....	7
<b>ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ .....</b>	<b>8</b>
<b>ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ.....</b>	<b>8</b>
<b>12.03.04 «БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» .8</b>	
Профиль «Инженерное дело в медико-биологической практике» .....	8
Профиль «Биотехнические и медицинские аппараты и системы».....	22
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>36</b>
<b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....</b>	<b>38</b>

## ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

Порядок проведения и программа государственного экзамена по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующих примерных программ, разработанных Федеральным УМО ВУЗов России по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 12.00.00 "Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии", и Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

### В ОСНОВУ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПОЛОЖЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Метрология, стандартизация и технические измерения.
2. Основы математического моделирования.
3. Биофизические основы живых систем.
4. Основы биомедицинской инженерии.
5. Узлы и элементы биотехнических систем.
6. Измерительные преобразователи и электроды.
7. Управление в биотехнических системах.
8. Основы проектирования медицинских и экологических приборов.
9. Методы обработки биомедицинской информации.
10. Компьютерные технологии в биотехнических системах.
11. Автоматизированное проектирование медицинской техники.
12. Поверка, безопасность и надежность медицинской техники.
13. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы.
14. Биотехнические системы медицинского назначения.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### 1. Медико-биологический цикл

Молекулярная биофизика: белковые молекулы; структуры белка; нуклеиновые кислоты; биосинтез белка; физические свойства клеток; клеточные мембраны; мембранный транспорт веществ; пассивные электрические свойства биообъекта; активные биоэлектрические явления; термодинамика процессов жизнедеятельности; теплообразование и механизмы регуляции температуры в живых системах; биофизика сенсорных систем; электрорецепторы; кодирование информации в органах чувств; биофизика мышечного сокращения.

Принципы морфофункциональной организации живых систем; учение о клетках; наследственность и изменчивость; ткани в норме и при патологии; кровь; кровообращение в норме; лимфа и лимфообращение; патология кровообращения; строение и функции органов пищеварения в норме и при патологии; строение и функция органов дыхания; строение и функция почек; строение опорно-двигательного аппарата человека; основы нервно-мышечной физиологии; строение и функция нервной системы; высшая нервная деятельность и анализаторы.

Физико-химические молекулярные основы воспалений, нарушений кровообращения, состава крови, клеточного и внешнего легочного дыхания, реакции иммунной системы, генетических повреждений и др., показывающие механизм действия биологических процессов на уровне молекул и приводящие к изменению их химического, физико-химического и физического состояний с последующей реализацией этих проявлений на более высоких уровнях - клеточном, органов и организма в целом.

Структурно-функциональные основы нервной деятельности; сенсорные и моторные центры больших полушарий; высшая нервная деятельность; основные положения психологии; методы психологического тестирования; роль аппаратных средств в психодиагностике и психотерапии; потребность врача в приборно-диагностических и лабораторных данных; особенности работы инженерно-технического персонала в медучреждении; этика отношений инженерно-технического персонала с больными и медперсоналом.

## 2. Системо-технический цикл

Системный анализ и системный синтез; этапы системного анализа; системы - объекты и системы - процессы; классификация систем; виды описания систем; принципы организации, системообразующий фактор; закон управления и алгоритм управления; свойства адаптации и самоорганизации; функциональные характеристики сложных систем; биологический организм с позиций системного анализа; принципы и уровни организации биологических систем; примеры функциональных систем гомеостатического типа; организационные и технологические системы с позиций системного подхода; система методов научно-технических исследований; структура диагностического процесса, виды погрешностей и источников ошибок, основные методические схемы выполнения исследований.

Разработка комплексной лекарственной терапии и выработка планов оптимального массового лечения методом линейного программирования. Оптимизация управляющих решений методом динамического программирования и теории игр. Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования. Управление состоянием организма в биотехнических системах на основе динамического программирования. Применение теории игр для оптимизации клинических решений в хирургии. Минимизация риска хирургического вмешательства в онкологии.

Экспериментально-статистическое моделирование; методология математического планирования исследовательского эксперимента; идентификация систем; планирование двух- и многофакторных экспериментов; полиномиальные модели, их расчет; критерии оптимальности планов; планирование эксперимента в задачах оптимизации; эксперименты с симплекс-планированием.

## 3. Медико-технический цикл

Определения, свойства биотехнических систем, история развития; системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы; особенности биологических систем управления; бионические принципы синтеза биотехнических систем; биотехнические системы эргодического типа, метод поэтапного моделирования; биотехнические информационно-измерительные системы медицинского назначения, системы временного и дли-

тельного замещения функций живого организма; биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма.

Техническое обеспечение медико-биологических исследований; диагностические системы и комплексы для регистрации и анализа проявлений жизнедеятельности; интроскопические системы, машинные томографы и ангиографические системы; терапевтические аппараты и системы с использованием электрического тока и поля; ультразвуковые терапевтические аппараты; средства лазерной терапии; биостимуляторы; биоуправляемые протезы; технические средства восстановления утраченных функций организма; электробезопасность медицинских аппаратов и систем; классы защиты от поражения электрическим током и способы ее обеспечения. Аппараты и системы для лабораторного анализа; лабораторная служба здравоохранения; принципы построения медицинских аппаратов и систем для лабораторного анализа; оптико-электронные и спектральные анализаторы, электрохимические анализаторы, миграционные анализаторы, анализаторы для атомно-физических исследований; аппаратные методы иммунологических исследований; аналитическая аппаратура в лабораториях санитарно-эпидемиологических станций; автоматизация лабораторных медицинских исследований; электронная аппаратура для экологических исследований; экологический мониторинг.

Роль измерительных преобразователей (ИП), электродов (Э) и средств подведения физических воздействий (СПФВ) при выполнении медико-биологических исследований; электроды и электродные системы для регистрации биопотенциалов; ИП для регистрации проявлений жизнедеятельности организма; физические явления, используемые в ИП; типы ИП для оценки процессов жизнедеятельности; интегральное исполнение ИП; ультразвуковые ИП; ИП расхода биожидкостей и газов; биосенсоры; схемы согласования первичных ИП и Э с техническими средствами регистрации и измерения; основные метрологические характеристики ИП методы и стенды для их оценки электродов.

#### **4. Организационно-технологический цикл**

Проблемы обеспечения надежной работы технических средств в условиях медико-биологической организации; схемы поверки приборов и комплексов различного назначения; имита-

торы биологических сигналов; компьютерные имитаторы; автоматизированные системы поверки; испытательные стенды; поверочные схемы для диагностических; терапевтических; хирургических приборов и систем; методики поверки; испытательные станции; правовые основы обслуживания медицинской техники; обеспечение безопасности электронно-медицинской аппаратуры; проектирование нестандартного оборудования и приспособлений для медико-биологических экспериментов.

Сущность и содержание менеджмента; технология менеджмента: выработка целей и стратегии развития учреждения, процесс принятия и реализации управленческих решений, организация и контроль обслуживания медицинской техники в медицинских учреждениях: разработка схем технического сопровождения лечебно-диагностического процесса, ремонт и профилактика, обеспечение расходными материалами, создание баз данных; компьютерные системы управления медицинским учреждением.

## **ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ**

### **ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ**

### **12.03.04 «БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

#### **Профиль «Инженерное дело в медико-биологической практике»**

№ п/п	Дисциплина	Формируемые компетенции (код)	Перечень теоретических и (или) практических вопросов и заданий, выносимых на ГЭ (ИЭ)
-------	------------	-------------------------------	--

1	Метрология, стандартизация и технические измерения	ОПК-8, ПК-22	<p>Физические величины и их классификация. Ранжирование физических величин. Шкалы. Классификация методов измерений. Понятие погрешности. Классификация погрешностей, их оценка. Какова последовательность обработки результатов прямых многократных измерений? Классификация средств измерений. Цели и принципы стандартизации. Что такое класс точности средства измерений? Основные метрологические характеристики и свойства средств измерений.</p>
---	--	-----------------	--

2	<p>Основы математического моделирования</p>	<p>ПК-1, ПК-2</p>	<p>Математический аппарат инженера и понятие математической модели.          Детерминированные и стохастические модели.          Классификация математических моделей.          Функциональные и структурные модели.          Матричная форма представления систем линейных дифференциальных уравнений.          Классификация сигналов.          Энергия и мощность сигналов.          Случайные функции при исследовании реальных процессов.          Корреляционная функция, автокорреляционная и взаимно-корреляционная функция случайных процессов.          Ковариационные функции.          Спектр сигналов.          Связь между корреляционными функциями и спектрами.          Вычисление корреляционной функции и спектральной плотности по эмпирическим данным.          Аналоговый и дискретный сигнал.          Квантование по уровню и по времени.          Теорема Котельникова.          Спектр дискретного сигнала.          Частота Найквиста.          Ввод данных в среде MATLAB.          Понятие окон. Окна: прямоугольное, треугольное, Барлета, Хана, Хэмминга, Чебышева.          Возможности MATLAB для синтеза фильтров по заданному порядку фильтра, уровню пульсаций в полосах пропускания и задерживания.          Функции синтеза стандартных фильтров</p>
---	---	-----------------------	--

3	Биофизические основы живых систем	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	<p>Понятие о клетке. Органеллы строение и функции.</p> <p>Механизмы возникновения биоэлектрических потенциалов. Потенциал покоя, потенциал действия. Изменение возбудимости в различные фазы цикла возбуждения.</p> <p>Современные представления о строении и функции мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны.</p> <p>Мембранный транспорт веществ. Виды пассивного транспорта. Системы активного транспорта.</p> <p>Система кровообращения. Морфофункциональная классификация сосудов. Малый и большой круги кровообращения.</p> <p>Морфофункциональная характеристика форменных элементов крови и плазмы. Физико-химические свойства крови.</p> <p>Структура и реологические свойства мышц. Механизм мышечного сокращения.</p> <p>Современные представления о механизме мышечного сокращения.</p> <p>Люминесценция биосистем. Виды и измерение люминесценции.</p> <p>Понятие о реографии. Принцип метода, его виды. Характеристика основной и дифференциальной</p>
---	-----------------------------------	--------------------------	---

4	<p>Основы биомедицинской инженерии</p>	<p>ПК-3, ПК-20, ПК-21, ОПК-6</p>	<p>Примеры биологических объектов. Характеристики живых систем. Структура биосистемы. Схема потоков энергии и информации в живом организме. Пассивное и активное управление в живых системах. Иерархия целей в живых системах. Центральное и периферическое звенья эндокринной системы. Регуляция и управление в эндокринной системе. Функции нервной системы. Структура нервной системы. Нервные клетки Центральная нервная система. Периферическая нервная система. Соматическая нервная система. Вегетативная нервная система: симпатический раздел, парасимпатический раздел. Обмен газов между средой и легкими. Обмен газов между кровью и тканями. Газовый обмен между альвеолами легких и кровью..</p>
---	--	--	--

5	Узлы и элементы биотехнических систем	ПК-20, ПК-21	<p>Теория электрических цепей. Закон Ома. Правило делителя токов и напряжений</p> <p>Теория электрических цепей. Законы Кирхгофа.</p> <p>Усилители биопотенциалов. Основные типы, схемы включения.</p> <p>Информационно-измерительная система. Структурная схема, основные блоки и элементы</p> <p>Физические эффекты используемые в медицинском приборостроении</p> <p>Датчики и электроды для съема биоэлектрических сигналов: основные сведения и требования к эксплуатации. Жидкогелевые и твердогелевые электроды.</p> <p>Защитные цепи медицинской аппаратуры от перенапряжения</p> <p>Понятие о медицинских мониторинжных системах.</p> <p>Ценность систем мониторинга в клинической практике. Назначение. Основные производители медицинских мониторинжных систем.</p> <p>Основные функциональные зоны медицинских мониторинжных систем. Параметры и уровни тревог в медицинских мониторинжных системах.</p> <p>Клинический мониторинг. Методы используемые при клиническом мониторинге.</p> <p>Требования безопасности, применяемые к медицинским мониторам. Классы электробезопасности.</p> <p>Стандарты используемые при производстве и эксплуатации медицинской техники. Государственное регулирование . Перспективы развития медицинского приборостроения России</p> <p>Символы, применяемые при маркировании на медицинских изделиях (рабочая часть тип В, ВF, CF; с защитой от разряда дефибриллятора; и т.д.)</p> <p>Классы пыли/влагозащиты</p>
---	---------------------------------------	-----------------	--

6	Измерительные преобразователи и электроды	ПК-20, ПК-21	<p>Методы измерения импеданса биотканей</p> <p>Методы регистрации биоэлектрических потенциалов</p> <p>Эквивалентные схемы кожно-электродного контакта</p> <p>Классификация накожных и подкожных электродов</p> <p>Артефакты электродных систем</p> <p>Обобщенные схемы электрофизиологических и фотометрических исследований</p> <p>Типовые конструкции электродов для электрофизиологических исследований.</p> <p>Узлы и элементы оптико-электрических измерительных преобразователей</p> <p>Оптические элементы фотометров</p> <p>Источники излучения</p> <p>Трансформаторные датчики</p> <p>Индуктивные датчики</p> <p>Емкостные преобразователи</p> <p>Резистивные преобразователи</p>
---	---	-----------------	--

7	Управление в биотехнических системах	ОПК-3, ПК-19	<p>Классификация основных функциональных элементов САУ.</p> <p>Основные виды управляющих и возмущающих воздействий.</p> <p>Принципы классификации САУ</p> <p>Понятие о передаточной и частотной функциях САУ. Основные временные и частотные характеристики САУ.</p> <p>Общие понятия о типовых динамических звеньях САУ.</p> <p>Характеристика безинерционного звена.</p> <p>Характеристика апериодического динамического звена первого порядка</p> <p>Характеристика интегрирующего динамического звена</p> <p>Характеристика колебательного динамического звена</p> <p>Интегральная оценка качества САУ</p> <p>Типы дифференцирующих динамических звеньев и их характеристики</p> <p>Характеристика динамических звеньев с запаздыванием. Пример практической реализации</p> <p>Алгебраический критерий устойчивости Гурвица</p> <p>Частотный критерий устойчивости Михайлова</p> <p>Критерий устойчивости Михайлова-Найквиста</p>
---	--------------------------------------	-----------------	---

8	<p>Основы проектирования медицинских и экологических приборов</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Печатные платы: типы, конструктивные элементы, этапы конструирования.          Расчет и выбор параметров пружин растяжения, сжатия и кручения.          Усилители и усилительные каскады. Дифференциальный каскад.          Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Усилители с гальванической развязкой.          Интегрирующие и дифференцирующие каскады. Активные фильтры. Расчет. Подавление помех.          Компараторы. Аналоговые ключи.          Множительно-делительные устройства.          Устройства выборки-хранения.          Амплитудные детекторы. Диодные сборки.          Генераторы синусоидальных сигналов.          Генераторы импульсов.          Импульсные таймеры.          АЦП, ЦАП.          Методы и алгоритмы обработки.          Устройства вычисления фотометрических параметров.          Синтез устройств обработки биомедицинской информации.          Микропроцессоры и микроконтроллеры.          Устройства сопряжения. Интерфейсы</p>
---	---	-------------------------	--

9	<p>Методы обработки биомедицинской информации</p>	<p>ОПК-5, ПК-1, ПК-2</p>	<p>Формулирование и проверка статистической гипотезы. Критерии согласия. Параметрические и непараметрические критерии согласия.          Основы дисперсионного анализа данных.          Способы математического описания сигналов во временной и частотной областях.          Оценка вероятностных характеристик стохастического сигнала: выборочное среднее, дисперсия, асимметрия и эксцесс, квантиль, гистограмма, ковариация и корреляция.          Спектральный анализ сигналов медико-биологического профиля с использованием БПФ.          Случайные сигналы. Основные статистические характеристики случайных сигналов. Стационарные и нестационарные случайные сигналы.          Проверка однородности выборки при анализе экспериментальных данных.          Регрессионный анализ экспериментальных данных.          Корреляционный анализ экспериментальных данных.          Сравнение двух выборок. Выявление наличия эффекта лечебного воздействия.          Дифференциальное уравнение движения. Передаточная функция</p>
---	---	----------------------------------	---

10	Компьютерные технологии в биотехнических системах	ОПК-5, ПК-1, ПК-2	<p>Усилители и усилительные каскады. Дифференциальный каскад.</p> <p>Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Усилители с гальванической развязкой.</p> <p>Интегрирующие и дифференцирующие каскады. Активные фильтры. Расчет. Подавление помех.</p> <p>Компараторы. Аналоговые ключи.</p> <p>Множительно-делительные устройства.</p> <p>Устройства выборки-хранения.</p> <p>Амплитудные детекторы. Диодные сборки.</p> <p>Генераторы синусоидальных сигналов. Генераторы импульсов.</p> <p>Импульсные таймеры.</p> <p>АЦП, ЦАП.</p> <p>Методы и алгоритмы обработки.</p> <p>Устройства вычисления фотометрических параметров.</p> <p>Синтез устройств обработки биомедицинской информации.</p> <p>Микропроцессоры и микроконтроллеры.</p> <p>Устройства сопряжения. Интерфейсы</p>
11	Автоматизированное проектирование медицинской техники	ОПК-4, ПК-20, ПК-21	<p>Классификация САПР.</p> <p>Состав и структура систем автоматизированного проектирования.</p> <p>Жизненный цикл изделий и место автоматизированных систем в нем.</p> <p>Технология изготовления печатных плат.</p> <p>Технические средства САПР. Состав и структура.</p> <p>3D-прототипирование в современных САПР.</p> <p>Типовые задачи проектирования: типовые задачи синтеза, типовые задачи анализа.</p> <p>Классификация методов конструирования печатных плат и узлов.</p> <p>Структура систем проектирования печатных плат.</p> <p>Алгоритмы решения задачи трассировки печатной платы.</p> <p>Правила трассировки печатных плат.</p>

12	<p>Проверка, безопасность и надежность медицинской техники</p>	ПК-22	<p>Классификация медицинских электрических изделий в зависимости от типа и степени защиты от поражения электрическим током.          Классификация медицинских электрических изделий в зависимости от вида климатического исполнения.          Токи утечки на землю, корпус, пациента. Цепь пациента.          Защитное заземление и зануление. Требования безопасности к защитному заземлению (занулению), рабочему заземлению, выравниванию потенциалов.          Защитные цепи медицинской аппаратуры от перенапряжения.          Количественные показатели надежности. Единичные показатели надежности: показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности.          Основные требования безопасности, предъявляемые к конструкции медико-биологической аппаратуры.</p>
----	--	-------	---

13	<p>Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Структурная схема медицинского прибора и основные характеристики.          Структурная схема, принцип работы электрокардиографа.          Системы съема отведений ЭКГ. Особенности использования.          Структурная схема, принцип работы каналов ЭКГ медицинского монитора.          ЭКГ-кабели используемые в клиническом мониторинге. Особенности применения. Формирование 12 стандартных отведений с 10-ти эл кабеля.          Кардиотокография. Общие принципы. Основные технические характеристики фетальных мониторов.          Электротерапевтическая низкочастотная техника.          Электротерапевтическая высокочастотная аппаратура.          Аппаратура для УВЧ терапии.          Аппаратура для воздействия импульсными высокочастотными полями.          Аппаратура для терапевтического воздействия постоянным током.          Аппаратура для КВЧ и СВЧ-терапии.</p>
----	---	-------------------------	---

<p>14</p>	<p>Биотехнические системы медицинского назначения</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Современные дефибрилляторы. Разновидности импульсов: монополярный, биполярный экспоненциальный, биполярный прямоугольный, трехфазный          Электроимпульсная терапия: дефибрилляция и кардиоверсия. Структурная схема дефибриллятора.          Классификация измерительных преобразователей в зависимости от используемого физического эффекта.          Основные функциональные зоны медицинских мониторинговых систем. Параметры и уровни тревог в медицинских мониторинговых системах.          Цифровые технологии и обмен информацией. HL7, электронные истории болезней. Подходы к интеграции диагностического оборудования. DICOM.          Электромиография. Принцип, особенности и область применения метода.          Способы и системы отведения ЭЭГ. Методика и последовательность ЭЭГ обследования.          Механизм действия на ткани постоянного тока.          Ультразвук и его биологическое действие. Явление кавитации. Источники приемники ультразвука. Действие ультразвука на вещество, на клетки и ткани.          Компьютерная томография. Физические принципы рентгеновской компьютерной томографии. Шкала Хаунсфилда.          Физические основы ЯМР-томографии. Основные блоки МР-томографа.          Рентгенография. Физические основы. Области применения. Артефакты. Устройство рентгеновской трубки.          Терапевтическая рентгеновская аппаратура.          Методы измерения артериального давления неинвазивным методом: аускультативный и осциллометрический.          Способы исследования вентиляции легких. Спирометрия и пневмотахометрия. Общие принципы.</p>
-----------	---	-------------------------	---

## Профиль «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»

№ п/п	Дисциплина	Формируемые компетенции (код)	Перечень теоретических и (или) практических вопросов и заданий, выносимых на ГЭ (ИЭ)
1	Метрология, стандартизация и технические измерения	ОПК-8, ПК-22	Физические величины и их классификация. Ранжирование физических величин. Шкалы. Классификация методов измерений. Понятие погрешности. Классификация погрешностей, их оценка. Какова последовательность обработки результатов прямых многократных измерений? Классификация средств измерений. Цели и принципы стандартизации. Что такое класс точности средства измерений? Основные метрологические характеристики и свойства средств измерений.

2	<p>Основы математического моделирования</p>	<p>ПК-1, ПК-2</p>	<p>Математический аппарат инженера и понятие математической модели.          Детерминированные и стохастические модели.          Классификация математических моделей.          Функциональные и структурные модели.          Матричная форма представления систем линейных дифференциальных уравнений.          Классификация сигналов.          Энергия и мощность сигналов.          Случайные функции при исследовании реальных процессов.          Корреляционная функция, автокорреляционная и взаимно-корреляционная функция случайных процессов.          Ковариационные функции.          Спектр сигналов.          Связь между корреляционными функциями и спектрами.          Вычисление корреляционной функции и спектральной плотности по эмпирическим данным.          Аналоговый и дискретный сигнал.          Квантование по уровню и по времени.          Теорема Котельникова.          Спектр дискретного сигнала.          Частота Найквиста.          Ввод данных в среде MATLAB.          Понятие окон. Окна: прямоугольное, треугольное, Барлета, Хана, Хэмминга, Чебышева.          Возможности MATLAB для синтеза фильтров по заданному порядку фильтра, уровню пульсаций в полосах пропускания и задерживания.          Функции синтеза стандартных фильтров</p>
---	---	-----------------------	--

3	Биофизические основы живых систем	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	<p>                     Понятие о клетке. Органеллы строение и функции.                      Механизмы возникновения биоэлектрических потенциалов. Потенциал покоя, потенциал действия. Изменение возбудимости в различные фазы цикла возбуждения.                      Современные представления о строении и функции мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны.                      Мембранный транспорт веществ. Виды пассивного транспорта. Системы активного транспорта.                      Система кровообращения. Морфофункциональная классификация сосудов. Малый и большой круги кровообращения.                      Морфофункциональная характеристика форменных элементов крови и плазмы. Физико-химические свойства крови.                      Структура и реологические свойства мышц. Механизм мышечного сокращения.                      Современные представления о механизме мышечного сокращения.                      Люминесценция биосистем. Виды и измерение люминесценции.                      Понятие о реографии. Принцип метода, его виды. Характеристика основной и дифференциальной реограмм.                      Капнометрия и оксиметрия. Методы капнометрии: масс-спектрометрия, ИК-спектроскопия, молекулярная корреляционная спектроскопия.                      Морфофункциональная организация эндокринной системы. Понятие о гормонах, механизмах действия гормонов.                      Морфофункциональные особенности костной системы. Двигательный аппарат.                      Морфофункциональная характеристика пищеварительной системы.                      Морфофункциональная характеристика органов чувств как периферических отделов анализаторов, их классификация.                 </p>
---	-----------------------------------	--------------------------	--

			<p>Морфофункциональная организация эндокринной системы. Понятие о гормонах, механизмах действия гормонов.</p> <p>Биомеханика вдоха и выдоха. Этапы внешнего дыхания.</p>
4	<p>Основы биомедицинской инженерии</p>	<p>ПК-3, ПК-20, ПК-21, ОПК-6</p>	<p>Примеры биологических объектов. Характеристики живых систем.</p> <p>Структура биосистемы. Схема потоков энергии и информации в живом организме.</p> <p>Пассивное и активное управление в живых системах. Иерархия целей в живых системах.</p> <p>Центральное и периферическое звенья эндокринной системы.</p> <p>Регуляция и управление в эндокринной системе.</p> <p>Функции нервной системы. Структура нервной системы.</p> <p>Нервные клетки</p> <p>Центральная нервная система.</p> <p>Периферическая нервная система.</p> <p>Соматическая нервная система.</p> <p>Вегетативная нервная система: симпатический раздел, парасимпатический раздел.</p> <p>Обмен газов между средой и легкими.</p> <p>Обмен газов между кровью и тканями. Газовый обмен между альвеолами легких и кровью..</p>

5	Узлы и элементы биотехнических систем	ПК-20, ПК-21	<p>Теория электрических цепей. Закон Ома. Правило делителя токов и напряжений</p> <p>Теория электрических цепей. Законы Кирхгофа.</p> <p>Усилители биопотенциалов. Основные типы, схемы включения.</p> <p>Информационно-измерительная система. Структурная схема, основные блоки и элементы</p> <p>Физические эффекты используемые в медицинском приборостроении</p> <p>Датчики и электроды для съема биоэлектрических сигналов: основные сведения и требования к эксплуатации. Жидкогелевые и твердогелевые электроды.</p> <p>Защитные цепи медицинской аппаратуры от перенапряжения</p> <p>Понятие о медицинских мониторинговых системах.</p> <p>Ценность систем мониторинга в клинической практике. Назначение. Основные производители медицинских мониторинговых систем.</p> <p>Основные функциональные зоны медицинских мониторинговых систем. Параметры и уровни тревог в медицинских мониторинговых системах.</p> <p>Клинический мониторинг. Методы используемые при клиническом мониторинге.</p> <p>Требования безопасности, применяемые к медицинским мониторам. Классы электробезопасности.</p> <p>Стандарты используемые при производстве и эксплуатации медицинской техники. Государственное регулирование . Перспективы развития медицинского приборостроения России</p> <p>Символы, применяемые при маркировании на медицинских изделиях (рабочая часть тип В, ВF, CF; с защитой от разряда дефибриллятора; и т.д.)</p> <p>Классы пыли/влагозащиты</p>
---	---------------------------------------	-----------------	--

6	Измерительные преобразователи и электроды	ПК-20, ПК-21	<p>Методы измерения импеданса биотканей</p> <p>Методы регистрации биоэлектрических потенциалов</p> <p>Эквивалентные схемы кожно-электродного контакта</p> <p>Классификация накожных и подкожных электродов</p> <p>Артефакты электродных систем</p> <p>Обобщенные схемы электрофизиологических и фотометрических исследований</p> <p>Типовые конструкции электродов для электрофизиологических исследований.</p> <p>Узлы и элементы оптико-электрических измерительных преобразователей</p> <p>Оптические элементы фотометров</p> <p>Источники излучения</p> <p>Трансформаторные датчики</p> <p>Индуктивные датчики</p> <p>Емкостные преобразователи</p> <p>Резистивные преобразователи</p>
---	---	-----------------	--

7	Управление в биотехнических системах	ОПК-3, ПК-19	<p>Классификация основных функциональных элементов САУ.</p> <p>Основные виды управляющих и возмущающих воздействий.</p> <p>Принципы классификации САУ</p> <p>Понятие о передаточной и частотной функциях САУ. Основные временные и частотные характеристики САУ.</p> <p>Общие понятия о типовых динамических звеньях САУ.</p> <p>Характеристика безинерционного звена.</p> <p>Характеристика апериодического динамического звена первого порядка</p> <p>Характеристика интегрирующего динамического звена</p> <p>Характеристика колебательного динамического звена</p> <p>Интегральная оценка качества САУ</p> <p>Типы дифференцирующих динамических звеньев и их характеристики</p> <p>Характеристика динамических звеньев с запаздыванием. Пример практической реализации</p> <p>Алгебраический критерий устойчивости Гурвица</p> <p>Частотный критерий устойчивости Михайлова</p> <p>Критерий устойчивости Михайлова-Найквиста</p>
---	--------------------------------------	-----------------	---

8	<p>Основы проектирования медицинских и экологических приборов</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Печатные платы: типы, конструктивные элементы, этапы конструирования.          Расчет и выбор параметров пружин растяжения, сжатия и кручения.          Усилители и усилительные каскады. Дифференциальный каскад.          Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Усилители с гальванической развязкой.          Интегрирующие и дифференцирующие каскады. Активные фильтры. Расчет. Подавление помех.          Компараторы. Аналоговые ключи.          Множительно-делительные устройства.          Устройства выборки-хранения.          Амплитудные детекторы. Диодные сборки.          Генераторы синусоидальных сигналов.          Генераторы импульсов.          Импульсные таймеры.          АЦП, ЦАП.          Методы и алгоритмы обработки.          Устройства вычисления фотометрических параметров.          Синтез устройств обработки биомедицинской информации.          Микропроцессоры и микроконтроллеры.          Устройства сопряжения. Интерфейсы</p>
---	---	-------------------------	--

9	<p>Методы обработки биомедицинской информации</p>	<p>ОПК-5, ПК-1, ПК-2</p>	<p>Формулирование и проверка статистической гипотезы. Критерии согласия. Параметрические и непараметрические критерии согласия.</p> <p>Основы дисперсионного анализа данных. Способы математического описания сигналов во временной и частотной областях.</p> <p>Оценка вероятностных характеристик стохастического сигнала: выборочное среднее, дисперсия, асимметрия и эксцесс, квантиль, гистограмма, ковариация и корреляция.</p> <p>Спектральный анализ сигналов медико-биологического профиля с использованием БПФ. Случайные сигналы. Основные статистические характеристики случайных сигналов. Стационарные и нестационарные случайные сигналы.</p> <p>Проверка однородности выборки при анализе экспериментальных данных.</p> <p>Регрессионный анализ экспериментальных данных.</p> <p>Корреляционный анализ экспериментальных данных.</p> <p>Сравнение двух выборок. Выявление наличия эффекта лечебного воздействия.</p> <p>Дифференциальное уравнение движения. Передаточная функция</p>
---	---	----------------------------------	---

10	Компьютерные технологии в биотехнических системах	ОПК-5, ПК-1, ПК-2	<p>Усилители и усилительные каскады. Дифференциальный каскад.</p> <p>Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Усилители с гальванической развязкой.</p> <p>Интегрирующие и дифференцирующие каскады. Активные фильтры. Расчет. Подавление помех.</p> <p>Компараторы. Аналоговые ключи.</p> <p>Множительно-делительные устройства.</p> <p>Устройства выборки-хранения.</p> <p>Амплитудные детекторы. Диодные сборки.</p> <p>Генераторы синусоидальных сигналов. Генераторы импульсов.</p> <p>Импульсные таймеры.</p> <p>АЦП, ЦАП.</p> <p>Методы и алгоритмы обработки.</p> <p>Устройства вычисления фотометрических параметров.</p> <p>Синтез устройств обработки биомедицинской информации.</p> <p>Микропроцессоры и микроконтроллеры.</p> <p>Устройства сопряжения. Интерфейсы</p>
----	---	-------------------------	---

11	Технология сервисного обслуживания медицинской техники	ПК-20, ПК-21	<p>Основные понятия сервисного обслуживания медицинской техники.</p> <p>Организация и порядок проведения контроля технического состояния медицинской техники.</p> <p>Организация и порядок проведения периодического и текущего технического обслуживания медицинской техники.</p> <p>Условия деятельности служб технического обслуживания медицинской техники.</p> <p>Основные понятия тестового диагностирования, классификация средств диагностики.</p> <p>Этапы проектирования систем тестового диагностирования, оценка их качества.</p> <p>Диагностические тесты и справочники, система проектирования диагностических тестов.</p> <p>Логическое и физическое моделирование неисправностей для разработки диагностических справочников.</p> <p>Организация системы обнаружения ошибок в микропроцессорной системе, требования к системе обнаружения ошибок.</p> <p>Особенности тестирования микропроцессорных медицинских изделий.</p>
----	--	-----------------	--

12	<p>Проверка, безопасность и надежность медицинской техники</p>	ПК-22	<p>Классификация медицинских электрических изделий в зависимости от типа и степени защиты от поражения электрическим током.          Классификация медицинских электрических изделий в зависимости от вида климатического исполнения.          Токи утечки на землю, корпус, пациента. Цепь пациента.          Защитное заземление и зануление. Требования безопасности к защитному заземлению (занулению), рабочему заземлению, выравниванию потенциалов.          Защитные цепи медицинской аппаратуры от перенапряжения.          Количественные показатели надежности. Единичные показатели надежности: показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности.          Основные требования безопасности, предъявляемые к конструкции медико-биологической аппаратуры.</p>
----	--	-------	---

13	<p>Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Структурная схема медицинского прибора и основные характеристики.          Структурная схема, принцип работы электрокардиографа.          Системы съема отведений ЭКГ. Особенности использования.          Структурная схема, принцип работы каналов ЭКГ медицинского монитора.          ЭКГ-кабели используемые в клиническом мониторинге. Особенности применения. Формирование 12 стандартных отведений с 10-ти эл кабеля.          Кардиотокография. Общие принципы. Основные технические характеристики фетальных мониторов.          Электротерапевтическая низкочастотная техника.          Электротерапевтическая высокочастотная аппаратура.          Аппаратура для УВЧ терапии.          Аппаратура для воздействия импульсными высокочастотными полями.          Аппаратура для терапевтического воздействия постоянным током.          Аппаратура для КВЧ и СВЧ-терапии.</p>
----	---	-------------------------	---

<p>14</p>	<p>Биотехнические системы медицинского назначения</p>	<p>ПК-20, ПК-21</p>	<p>Современные дефибрилляторы. Разновидности импульсов: монополярный, биполярный экспоненциальный, биполярный прямоугольный, трехфазный          Электроимпульсная терапия: дефибрилляция и кардиоверсия. Структурная схема дефибриллятора.          Классификация измерительных преобразователей в зависимости от используемого физического эффекта.          Основные функциональные зоны медицинских мониторинговых систем. Параметры и уровни тревог в медицинских мониторинговых системах.          Цифровые технологии и обмен информацией. HL7, электронные истории болезней. Подходы к интеграции диагностического оборудования. DICOM.          Электромиография. Принцип, особенности и область применения метода.          Способы и системы отведения ЭЭГ. Методика и последовательность ЭЭГ обследования.          Механизм действия на ткани постоянного тока.          Ультразвук и его биологическое действие. Явление кавитации. Источники приемники ультразвука. Действие ультразвука на вещество, на клетки и ткани.          Компьютерная томография. Физические принципы рентгеновской компьютерной томографии. Шкала Хаунсфилда.          Физические основы ЯМР-томографии. Основные блоки МР-томографа.          Рентгенография. Физические основы. Области применения. Артефакты. Устройство рентгеновской трубки.          Терапевтическая рентгеновская аппаратура.          Методы измерения артериального давления неинвазивным методом: аускультативный и осциллометрический.          Способы исследования вентиляции легких. Спирометрия и пневмотахометрия. Общие принципы.</p>
-----------	---	-------------------------	---

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

#### Рекомендуемая литература

##### Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л1.1	Димов, Юрий Владимирович	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для студентов вузов, обучающ. по направл. подготовки бакалавров и магистров и диплом. спец. в области техн. и технолог.	СПб.: ПИТЕР, 2010	27
Л1.2	Дворецкий, С.И., Муромцев, Ю.Л.	Моделирование систем: учебник	М.: ACADEMIA, 2009	25
Л1.3	Жукова, И.В., Ямалеева, Е.С.	Биофизические основы живых систем: учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015	ЭБС
Л1.4	Чиркова, Е.Н., Завалева, С.М.	Физиология человека и животных: учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017	ЭБС

##### Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л2.1	, Русаков, А. В.	Метрология, стандартизация, сертификация. Часть 3: метод. указания к лаборатор. и практ. занятиям	Ростов н/Д.: РГСУ, 2008	ЭБС
Л2.2	Радкевич, Я.М., Схиртладзе, А.Г.	Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие	Саратов: Вузовское образование, 2012	ЭБС

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

Э1	Научно-техническая библиотека ДГТУ, <a href="https://ntb.donstu.ru/">https://ntb.donstu.ru/</a>
Э2	Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">www.iprbookshop.ru/</a>

Э3	Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
Э4	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Э5	Электронная информационно-образовательная среда ДГТУ (СКИФ) <a href="http://de.donstu.ru/CDOSite/Pages/DivisionKaf.aspx?idk=38943">http://de.donstu.ru/CDOSite/Pages/DivisionKaf.aspx?idk=38943</a>
Э6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА <a href="http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.81.1.5">http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.81.1.5</a>
Э7	Журнал Медицинская техника 2014-2018 <a href="http://www.mtjournal.ru/">http://www.mtjournal.ru/</a>
Э8	ЭБС Консультант студента электронная библиотека технического вуза
<b>Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	Математическая система Matlab
6.3.1.2	NI LabVIEW
6.3.1.3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий. Приборостроение
6.3.1.4	Федеральный портал. Каталог образовательных Интернет-ресурсов
6.3.1.5	Сообщество пользователей Matlab и Simulink
6.3.1.6	Интернет портал LabVIEW
Перечень информационных справочных систем, профессиональные базы данных	
6.3.2.1	Медицинская техника 2014-2018 <a href="http://www.mtjournal.ru/archive/">://www.mtjournal.ru/archive/</a>
6.3.2.2	Google Scholar
6.3.2.3	Directory of Open Access Journals (DOAJ)
6.3.2.4	Национальная электронная библиотека
6.3.2.5	Science Index (РИНЦ)
6.3.2.6	Web of Science
6.3.2.7	Scopus
6.3.2.8	Agris
6.3.2.9	GeoRef
6.3.2.10	ERIH PLUS (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences)
6.3.2.11	WorldCat библиографическая база данных
6.3.2.12	Patscape.ru - система поиска патентной информации

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

К итоговому государственному междисциплинарному экзамену до-пускаются приказом ректора ДГТУ лица, завершившие полный курс обу-чения по основной образовательной программе, и успешно прошедшие все аттестационные испытания, преду-смотренные учебным планом направле-ния.

Итоговый государственный экзамен проводится на откры-том заседа-нии государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) по приему итого-вого государственного экзамена с участием не менее двух третей предста-вителей состава комиссии

Во время экзамена студентам разрешается использовать следующие документы и материалы:

- рабочая программа итогового государственного экзамена
- справочные материалы

В период подготовки к экзамену, проводимому для выпуск-ников, студентам предоставляются необходимые консультации по каждой во-шедшей в итоговый междисциплинарный экзамен дис-циплине.

На итоговом экзамене студенты получают экзаменационный билет, содержащий по одному вопросу из входящих в итоговый экзамен дисци-плин: пять теоретических вопросов.

При подготовке к ответу студенты делают необходимые за-писи по каждому вопросу на выданных секретарем экзаменацион-ной комиссии ли-стах бумаги со штампом ДГТУ.

Письменно-устная форма проведения экзамена предполага-ет вы-ступление студента перед экзаменационной комиссией в течение 5...15 ми-нут по вопросам, сформулированным в билете. Выступление должно со-провождаться иллюстрациями, выпол-ненными в виде эскизов на бумаге или на дисплее ПЭВМ. Члены экзаменационной комиссии задают вопросы после окончания вы-ступления студента.

В процессе подготовки ответа и после его завершения по всем вопро-сам экзаменационного билета студенту членами экза-менационной комис-сии с разрешения ее председателя могут быть заданы уточняющие и до-полнительные вопросы в пределах перечня, вынесенного на итоговый междисциплинарный экзамен.

После завершения ответа студента на все вопросы и объяв-ления председателем комиссии окончания опроса экзаменуемого члены экзаме-национной комиссии проставляют в ведомости оценки за ответы экзамену-емого на каждый вопрос и по их сово-

купности.

По завершении экзамена экзаменационная комиссия на закрытом заседании обсуждает характер ответов студентов, анализирует представленные каждым членом комиссии оценки и проставляет каждому студенту со-гласованную оценку по итоговому экзамену в целом по системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Критерии оценки знаний студентов на итоговом государственном эк-замене

- Оценка «отлично» выставляется студентам, успешно сдавшим экза-мен и показавшим глубокое знание теоретической части курса, умение проиллюстрировать изложение практически примерами, полно и по-дробно ответившим на вопросы билета и вопросы членов экзаменацион-ной комиссии.

- Оценка «хорошо» выставляется студентам, сдавшим экза-мен с не-значительными замечаниями, показавшим глубокое знание теоретических вопросов, умение проиллюстрировать изложе-ние практически приме-рами, полностью ответившим на вопро-сы билета и вопросы членов экза-менационной комиссии, но до-пустившим при ответах незначительные ошибки, указывающие на наличие несистематичности в знаниях.

- Оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, сдавшим эк-замен со значительными замечаниями, показавшим знание основных по-ложений теории при наличии существенных пробелов в деталях, испыты-вающим затруднения при практиче-ском применении теории, допустившим существенные ошибки при ответе на вопросы билетов и вопросы членов экзаменационной комиссии.

-Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если сту-дент показал существенные пробелы в знаниях основных положений теории, не умеет применять теоретические знания на практи-ке, не ответил на вопросы биле-та или членов экзаменационной комиссии.

Во время проведения экзамена в письменно-устной форме и на за-крытом заседании экзаменационной комиссии секретарь ведет протокол. В соответствии с протоколом каждый ответ на вопрос оценивается по балль-ной системе.

Каждый член экзаменационной комиссии выставляет оценку незави-симо.

Итоговая оценка по междисциплинарному экзамену зано-сится в про-токол заседания экзаменационной комиссии, сообщается студенту и про-ставляется в зачетную книжку студента, где

расписываются председатель и члены экзаменационной комиссии.

Обсуждение и окончательное оценивание ответов (письменно-устных) экзаменационная комиссия проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В случае получения студентом по междисциплинарному экзамену итоговой оценки "неудовлетворительно" он не допускается к выполнению и защите дипломной работы

Во время проведения экзамена в письменно-устной форме и на закрытом заседании экзаменационной комиссии секретарь ведет протокол. В соответствии с протоколом каждый ответ на вопрос оценивается по балльной системе.

Каждый член экзаменационной комиссии выставляет оценку независимо.

Итоговая оценка по междисциплинарному экзамену заносится в протокол заседания экзаменационной комиссии, сообщается студенту и представляется в зачетную книжку студента, где расписываются председатель и члены экзаменационной комиссии.

Листы с ответами студентов на экзаменационные вопросы вместе с копией протокола об итогах экзамена подшиваются секретарем комиссии в отдельную папку и хранятся на выпускающей кафедре, а затем сдаются в архив вуза.

Результаты экзамена доводятся до студентов сразу после закрытого заседания экзаменационной комиссии.

В случае несогласия с выставленной оценкой обучающийся имеет право на апелляцию (Положение о государственной итоговой аттестации выпускников программ высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета и программ магистратуры от 12.08.2016 №128).