



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ


Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

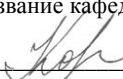
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


_____ Короченцев В.И.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
«28» сентября 2018г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Приборостроения____
(название кафедры)


_____ Короченцев В.И.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
«28» сентября 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Медицинские приборы и системы

Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение

магистерская программа «Гидроакустика»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 36_ час.

лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

в том числе с использованием МАО 8/12/0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 20 час.

самостоятельная работа 126 час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект - не предусмотрен учебным планом

зачет не предусмотрен учебным планом

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроения, протокол № 1 от 28 сентября 2018г.

Заведующий кафедрой: докт. физ.-мат.наук, профессор Короченцев В.И._

Составитель: канд. физ.-мат.наук, доцент Сальникова Е.Н.

**Владивосток
2018**

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «28» сентября 2018 г. № 1

Заведующий кафедрой _____ В.И.Короченцев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация
к рабочей учебной программе дисциплины
«Медицинские приборы и системы»

Дисциплина «Медицинские приборы и системы» является одной из дисциплин выбора вариативной части рабочего учебного плана подготовки магистров направления 12.04.04 «Приборостроение» по профилю «Приборостроение».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекции (18 час), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (126 час.). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: создание инструментальных средств, основанных на физических и физико-химических методах изучения характеристик биологических объектов, для диагностики, лечения человека, для биологических экспериментов. Для освоения дисциплины необходимо знание высшей математики, физики, информатики, химии, электротехники и электроники, основы схемотехники цифровых и аналоговых устройств, информационных технологий, конструкционных и биоматериалов, биофизических основ живых систем, методов расчета электрических цепей, принципов работы полупроводниковых приборов, цифровых и аналоговых интегральных микросхем; умение работать с персональным компьютером и операционной системой Windows, рассчитывать линейные электрические цепи, пользоваться электро-радиоизмерительной аппаратурой.

В результате изучения курса студенты должны знать назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики и особенности эксплуатации; современный уровень оснащенности аппаратурой лечебно-профилактических учреждений МЗ России; особенности отображения ин-

формации о состоянии организма и параметрах воздействий; нормы по безопасности и электробезопасности при проведении лечебных мероприятий.

Цель изучения дисциплины - подготовка специалистов к участию в создании новых медицинских приборов, аппаратов и комплексов для хирургии, терапии и диагностики, проектированию схем, расчету и моделированию основных функциональных узлов.

Задачи:

- формулировать и обосновывать медико-технические требования к аппаратуре медицинского назначения;
- производить разработку структурных и функциональных схем медицинских приборов и аппаратов;
- моделировать процессы, происходящие в основных блоках приборов и аппаратов, а также при взаимодействии технических и биологических систем, с применением современных пакетов MathLab и Labview.

Для успешного изучения дисциплины «Медицинские приборы и системы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;
- способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере;
- способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи;
- способностью и готовностью к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению измерений с выбором технических средств и обработкой результатов;

- способностью и готовностью к оформлению отчетов, статей, рефератов на базе современных средств;

- готовностью к разработке функциональных и структурных схем приборов и систем с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы;

- способностью к проектированию и конструированию узлов, блоков, приборов и систем с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируется профессиональная компетенция ПК-1.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Знает	назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики и особенности эксплуатации; современный уровень оснащённости аппаратурой лечебно-профилактических учреждений МЗ России, ГОС-Ты и др. нормативную документацию на медицинские приборы и системы
	Умеет	формулировать и обосновывать медико-технические требования к аппаратуре медицинского назначения; - производить разработку структурных и функциональных схем медицинских приборов и аппаратов
	Владеет	Навыками моделирования процессов, происходящие в основных блоках приборов и аппаратов, а также при взаимодействии технических средств и биологических систем

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Медицинские приборы и системы» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: лекция-диалог, лекция-конференция, практические занятия – дискуссии, практические занятия с разбором состава проектной документации, практические занятия в форме деловой игры.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час. том числе с применением МАО 8 час.)

Раздел 1. Основные принципы построения медицинских приборов, аппаратов и систем – 2 часа, в том числе 2 час с применением МАО «лекция-дискуссия»

Тема 1. Классификация медицинских приборов и систем (1 час.)

Технические средства в системе здравоохранения, техническое оснащение лечебного процесса. Классификация медицинских электронных приборов, аппаратов и систем. Этапы проектирования медицинской техники. Обобщенная структура технических средств медико-биологического назначения. Структурные схемы медицинских систем съема, передачи и регистрации медико-биологической информации. Основные нормативные документы, регламентирующие требования к медицинским приборам и системам.

Тема 2. Биотехнические особенности проектирования медицинской электронной аппаратуры (МЭА). (1 час.)

Помехи и шумы биотехнических систем (БТС) МЭА. Метрологические характеристики датчиков. Передаточная функция. Чувствительность. Номинальные характеристики. Калибровка, градуировка. Неопределенность измерения. Нелинейность. Способы аппроксимации. Гистерезис. Воспроизводимость. Мертвая зона.

Раздел 2. Диагностические приборы и системы (8 час.), в том числе 4 час с применением МАО «лекция-дискуссия»

Тема 1. Приборы и системы для регистрации электрофизиологических сигналов (2 час.)

Организация диагностических исследований. Приборы и системы для регистрации и анализа медико-биологической информации. Предварительные усилители электрофизиологических сигналов (ЭФС). БТС биоткань-электрод-усилитель (БЭУ). Методы отведения биопотенциалов,

электрическая схема замещения, шумы и помехи БТС БЭУ. Характеристики усилителей электрофизиологических сигналов. Анализ схемных решений входных каскадов усилителей электрофизиологических сигналов на основе дифференциального каскада (ДК). Анализ схемных решений усилителей ЭФС на основе ОУ.

Тема 2. Методы улучшения основных характеристик медицинских диагностических приборов и систем (2 час.)

Методы повышения входного сопротивления. Методы увеличения коэффициента ослабления синфазного сигнала. Методы уменьшения дрейфа напряжения смещения. Методы уменьшения собственных шумов усилителей

Тема 3. Блоки предварительной обработки медико-биологической информации диагностических систем (2 час.)

Особенности применения фильтров в медицинской аппаратуре. Виды фильтров. Основные характеристики. Порядок проектирования фильтров. Методы синтеза схем активных фильтров. Гираторы и конвертеры полного отрицательного сопротивления. Функциональные узлы для каскадного проектирования активных фильтров. Фильтры высокого порядка. Типы частотных характеристик фильтров. Оптимизация многосвязных активных фильтров. Адаптивные фильтры. Активные фильтры с переключаемыми конденсаторами. Принцип работы идеальной SC-цепи. Методы синтеза SC-фильтров. Фильтры с управляемой передаточной проводимостью.

Тема 4. Приборы биологической интроскопии (2 час.)

Основные блоки ультразвуковых диагностических систем. Пьезоэлектрические преобразователи. Особенности работы пьезоэлектрических преобразователей в импульсном режиме. Методы расчета пьезопреобразователей с учетом конструктивных особенностей. Основные схемные решения.

Раздел 3. Терапевтические аппараты и системы (4 час.), в том числе 1 час с применением МАО «лекция-дискуссия»

Тема 1. Лечебные воздействия физических полей (1 час.)

Физиотерапия. Классификация методов и технических средств для терапии.

Тема 2. Основные блоки физиотерапевтических аппаратов. (3 час.)

Генераторы сигналов лечебного воздействия. Стабильность частоты колебаний генераторов. Кварцевые генераторы. Системы автоматического поддержания частоты (АПЧ). Принципы работы систем АПЧ. Динамические свойства системы частотной АПЧ. Фазовая АПЧ. Уравнение и динамические свойства фазовой АПЧ. Цифровые системы АПЧ. Системы автоматической регулировки усиления (АРУ) в ультразвуковых медицинских системах. Уравнение и динамические свойства системы АРУ. Практические схемы АРУ. Перестраиваемые генераторы. Генераторы гетеродинного типа. Цифровые синтезаторы частот.

Раздел 4. Хирургическая техника (4 час.), в том числе 1 час с применением МАО «лекция-дискуссия»

Тема 1. Применение физических полей для разрушения биологических тканей (1 час.)

Тема 2. Основные блоки хирургических аппаратов. (3 час.)

Выходные каскады хирургических аппаратов. Особенности усилителей мощности медицинских аппаратов. Аналоговые усилители мощности. Дискретные усилители мощности. Трансформаторные и бестрансформаторные импульсные выходные каскады. Особенности источников вторичного электропитания, используемых в медицинской аппаратуре.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
КУРСА**

Практические занятия (36, в том числе с применением МАО 12 час.)

Занятия 1-3. Приборы и системы для оценки физических и физико-химических свойств биологических объектов (6 час., в том числе с применением МАО 4 час.)

1. Приборы и системы для регистрации и анализа медико-биологической информации.
2. Физические основы термометрии.
3. Принципы действия различных измерителей температуры.
4. Термография. Особенности и перспективы термографических исследований

МАО проведение конференции по теме занятия.

Цель занятия: формирование профессиональных компетенций: способность владеть навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий; способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе; способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность вести научную дискуссию, владение нормами научного стиля современного русского языка, способность и готовность к оформлению отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.

Задача: Подготовка презентации на тему «Датчик температуры» по одному из предложенных принципов действия для заданной области применения.

1. Проведение патентного поиска
2. Разработка технического задания на разработку современного датчика температуры для : контроля окружающей среды; для медицинской диагностики; для лабораторных исследований (конкретно каких...)
3. Разработка технического предложения

4. Разработка эскизного проекта
5. Разработка технического проекта
6. Разработка рабочей конструкторской документации
7. ГОСТ 2.103-2013

МАО тестирование по теме занятия.

Задача: Составление теста по теме Датчики температуры и провести взаимного тестирования

Назначение теста Экспресс-контроль усвоения учебного материала

Используемые материалы: материалы презентаций преподавателя и студентов, нормативные документы.

Основные требования: Количество вопросов в тесте не менее 15.

Количество вариантов ответов 3 и более

Занятия 4-5. Системы для психофизических, психофизиологических и психологических исследований (4 час., в том числе с использованием МАО «Изучение работы фонометров и шумомеров» 2 час.)

1. Основные элементы систем для оценки веса, плотности и т.п. биологических систем
2. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи
3. Аудиометрия

МАО «Изучение работы фонометра и шумомера» 2 час.

Цель: овладение навыками проведения аудиометрических исследований.

Задачи: Изучение структурной и функциональной схем аудиометра и шумомера. Изучение нормативной документации. Исследование работы микрофона. Проведение измерений и обработка результатов. Определение суммарной неопределенности измерений. Составление отчета по работе.

Занятия 6-7. Аппараты и системы для воздействий электрическим током различной частоты и ионизирующими излучениями (СВЧ - полем, рент-

геновским, радиоизотопным) - (4час., в том числе 1 час с применением МАО)

1. Аппараты и системы для воздействий электрическим током.
 2. Аппараты и системы для воздействий СВЧ полем.
 3. Аппараты и системы для воздействий ионизирующими излучениями
- МАО: Выполнение индивидуального задания по подготовке презентации по теме занятия и выступления.

Занятия 8-10. Ультразвуковые терапевтические, диагностические и хирургические аппараты (6 час., в том числе 2 час. с применением МАО)

1. Основные блоки ультразвуковых диагностических, терапевтических и хирургических систем..
2. Функциональные схемы, элементы расчета отдельных узлов
3. Особенности работы пьезоэлектрических преобразователей в импульсном режиме работы
4. МАО: Индивидуальное задание: расчет пьезоэлектрического преобразователя для конкретного диагностического исследования, физиотерапевтического аппарата, хирургического инструмента.
5. МАО: презентации студентов по теме занятия.

Занятие 11. Аппараты для воздействия на биологически активные точки, биостимуляторы, аппараты для анальгезии (2час, в том числе с применением МАО 1 час.)

1. Классификация аппаратов.
2. Нормативная документация
3. МАО: просмотр учебных фильмов «Аппаратно-программный комплекс Биотест М» и «Аппарат Имидис-тест» с последующим обсуждением технических средств и требований к блокам аппаратуры.

Занятие 12. Анализаторы биопроб (2 час, в том числе с применением МАО 1час.)

1. Физико-химические, физико-механические и атомно-физические анализаторы.
2. Нормативная документация. Основные требования.
3. Аппаратные методы иммунологических исследований.
4. Аналитическая аппаратура в лабораториях санитарно-эпидемиологических станций.
5. МАО подготовка презентации по теме «Автоматизация лабораторных медицинских исследований» обсуждение современного состояния вопроса. Перспективы.

Занятия 13-14 Технические средства реабилитации и восстановления утраченных функций (4 час.)

1. Искусственные органы.
2. Имплантируемые биостимуляторы.
3. Биоуправляемые протезы конечностей.
4. Технические средства для физкультурно-оздоровительных комплексов.

Занятие 15. Компьютерные томографы и ангиографические системы - 2 часа.

1. Радиография, радиоскопия, радиометрия. Нормативная документация. Правила радиационной безопасности.
2. Источники излучения. Основные параметры и характеристики.
3. Детекторы излучения. Определение чувствительности методов РК

Занятие 16. Аппараты для поддержки кровообращения, наркозно-дыхательная аппаратура, технические средства для микрохирургии (2час.)

1. Нормативная документация. Основные требования.
2. Наркозно-дыхательная аппаратура.
3. Технические средства для микрохирургии.

Занятие 17. Приборы и комплексы для лабораторного анализа. (2 часа)

1. Организация лабораторной службы.

2. Принципы технического оснащения средствами лабораторного анализа.
3. Технологические схемы экспериментов

Занятие 17

Занятие 18. Итоговое занятие (2час. с применением МАО)

1. Занятие проводится в форме научно-практической конференции «Медицинские приборы и системы». Проводится контроль степени сформированности ПК-1.

При выполнении всех работ используются методы активного обучения.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Медицинские приборы и системы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 1-3, 5 -7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46

			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 1-3, 5-7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46
			владеет	Тестирование	Экзамен вопросы 1-3, 5-7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46
2	Раздел 2	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 8, 11, 13-15, 17-34, 40-48
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы, 11, 13-15, 17-34, 40-48
			владеет	ЭКР Диагностическая аппаратура	Экзамен вопросы 8,, 11, 13-15, 17-34, 40-48
3	Раздел 3	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
			владеет	ЭКР Биоэлектрические электроды	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
4	Раздел 4	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 1-15, 36-53 , 54-55
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 1-15, 43-55
			владеет	расчетное задание	Экзамен вопросы 4, 8, 18,19,27,28,30-33,37-39, 44-47

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Н.А.Корневский, Е.П.Попечителей. Узлы и элементы биотехнических систем: учебник.-Старый Оскол:ТНТ, 2014.-445с. {(621.38(075.8) К683} <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:667204&theme=FEFU> (5 экз.)
2. Попечителей Е.П. и др. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы: Учебник. Курск: ОАО ИПП «Курск», 2009.-986с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:667102&theme=FEFU> (5 экз.)
3. Коновалов С.И., Кузьменко А.Г. Особенности импульсных режимов работы электроакустических пьезоэлектрических преобразователей. – СПб.:Политехника, 2014. – 294с.
4. Антропов В.А., Антропова Л.Х. Применение гальваноманнитных явлений в полупроводниках для создания приборов и устройств СВЧ диапазона. - Пенза: ПГУ, 2011. - 166 с. <http://window.edu.ru/resource/986/74986>
5. Старченко И.Б., Вишневецкий В.Ю. Биотехнические и медицинские технологии: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 52 с. <http://window.edu.ru/resource/707/76707>
6. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. М.:Техносфера, 2006. – 592с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:391340&theme=FEFU> (4 экз.)

7. [Шарапов В.М.](#), [Полищук Е.С.](#), Кошевой Н.Д., [Ишанин Г.Г.](#), [Минаев И.Г.](#), [Совлуков А.С.](#) Датчики : справочник. - М.:Техносфера, 2012 -624с. (5 экз.)
8. Интерактивный электронный справочник "Датчики для измерения неэлектрических величин" / Е. А. Карцев, 2009.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:615954&theme=FEFU>
9. Л.В. Жорина, Г.Н.Змиевской Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами: Учебное пособие /Под ред. М.С.Щукина.- М,:Изд-во-МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006-240с.
10. В.М.Шарапов, М.П.Мусиенко, Е.В.Шарапова. Пьезоэлектрические датчики /Под ред. В.М.Шарапова. –М.: Техносфера, 2006. – 632с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:357662&theme=FEFU>
11. Электроакустические преобразователи / В. М. Шарапов, И. Г. Минаев, Ж. В. Сотула [и др.] ; под общ. ред. В. М. Шарапова.Москва: Техносфера, 2013 – 295с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790284&theme=FEFU> (5 экз.)

Дополнительная литература

1. Орлов Ю.Н. Электроды для измерения биоэлектрических потенциалов: Учебное пособие/Под ред. М.С.Щукина.- М,:Изд-во-МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006-224с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:266974&theme=FEFU> (2 экз.)
2. Проектирование пьезоэлектрических датчиков на основе пространственных электротермоупругих моделей / М. В. Богущ ; под ред. А. Е. Панича. Москва : Техносфера, 2014.-311с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790294&theme=FEFU> (5 экз.)
3. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для вузов / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. Старый Оскол : ТНТ,

Нормативно-правовые материалы

4. Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-99. Государственная система обеспечения единства измерения. Метрология. Основные термины и определения. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999.-32с.

5. ГОСТ 24878-81 Термины и определения понятий в области биоэлектрических электродов, предназначенных для съема потенциалов, создаваемых органами и тканями человека, находящегося в воздушной и водной средах.

6. ГОСТ Р 51086-97 Датчики и преобразователи физических величин электронные. Термины и определения.

7. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

8. [ГОСТ 8.010-2013](#) Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения.

9. ГОСТ 24878-81 Термины и определения понятий в области биоэлектрических электродов, предназначенных для съема потенциалов, создаваемых органами и тканями человека, находящегося в воздушной и водной средах

10. ГОСТ 25995-83 Электроды для съема биоэлектрических потенциалов

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

11. Журнал Нано и микросистемная техника.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9293
12. Журнал Приборы и техника эксперимента.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7954
13. Журнал Авиакосмическая и экологическая медицина.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8353
14. Журнал Известия ЮФУ. Технические науки. Тематические выпуски.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=26690,
<http://www.nich.tsure.ru/onti/izv.htm>
15. Журнал Биомедицинская радиоэлектроника.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=25238
16. Журнал Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. (до 2006г.) <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr6>
17. Журнал Медицинская техника
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8830.
- Электронный каталог научной библиотеки ДВФУ
<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2017 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов; – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – АBBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ);

	<ul style="list-style-type: none"> – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – MATLAB R2017a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете
--	---

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочим учебным планом предусмотрено 18 часов лекционных занятий, 8 часов из которых предусматривают непосредственную работу студентов в аудитории, 36 час. практических занятий (12 часов с применением методов активного обучения) и 72 часа самостоятельной работы студента. По каждому занятию предусмотрено выполнение определенного задания с предоставлением отчета, сообщения, реферата либо презентации на заданную тему. Каждое задание имеет свой весовой коэффициент. Предусмотрена балльно-рейтинговая оценка текущей успеваемости.

При изучении дисциплины следует обратить особое внимание на назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики и особенности эксплуатации; а также действующие ГОСТы и др. нормативную документацию, регламентирующую основные требования к разрабатываемым медицинским приборам и системам. При подготовке к занятиям с применением методов активного обучения студенту следует заблаговременно взять задания у преподавателя (на первом занятии или хотя бы на предыдущем занятии), ознакомиться с темой и подготовить презентацию, сформулировать проблемные вопросы, составить глоссарий, написать реферат по заинтересовавшей их теме или выполнить другой тип работы.

Выступления студентов с презентацией на занятиях с использованием таких МАО, как «пресс-конференция», «лекция – дискуссия» или «круглый стол» оцениваются по балльно-рейтинговой системе.

VII. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628, Е629	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2017 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов; – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – MATLAB R2017a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В специализированной лаборатории ауд. Е629 установлено мультимедийное оборудование, плакаты и слайды, образцы и макеты медицинских приборов и систем.

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628,	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2017 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов; – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – MATLAB R2017a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Лаборатория Гидроакустических систем кафедры приборостроения, ауд. Е 627	Частотомер Ф-551А; частотомер ЧЗ-34; Частотомер ЧЗ-32; Ноутбук Lenovo ThinkPad X121e Black 11.6" HD(1366x768) AMD E300.2GB DDR3.320GB
Лаборатория Шумо и виброзащиты кафедры приборостроения, ауд. Е 629	Лабораторные установки для проведения работ Акустический дефектоскоп УД2-12, Шумомер svan, акустический калибратор, генераторы звуковой частоты, милливольтметры, шумомеры ВШВ 3М, комплект пружин для исследования виброизоляции, вибростол, осциллограф.
Компьютерный класс, Ауд. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное

	<p>Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)</p>
--	---



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Медицинские приборы и системы»

Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение

профиль/ специализация/ магистерская программа «Гидроакустика»

Форма подготовки очная

Владивосток

2018

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

«Медицинские приборы и системы»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
1	1-2 недели семестра	Изучение нормативной документации, действующих ГОСТ на технические средства в системе здравоохранения	3	Отчет, устный опрос
2	1-2 недели семестра	Изучение нормативной документации по общим техническим требованиям к приборам термометрии	5	Отчет, устный опрос, тестирование
3	3 неделя семестра	Подготовка презентации по теме «датчики температуры»	5	Выступление на занятии-конференции
4	3-4 недели	Изучение документации по ЕСКД, ЕСП. ЕСПП	4	Отчет, устный опрос, тестирование
5	4 неделя	Подготовка презентации по теме «Биоэлектрические электроды для БТС или СМН»	5	Выступление на занятии-конференции, ЭКР «Биоэлектрические электроды»
6	5 неделя	Изучение работы прибора для измерения уровня звука	5	Отчет по работе. Устный опрос
7	5-6 недели	Анализ схемных решений входных каскадов усилителей электрофизиологических сигналов	5	Выступление на занятии
8	6 неделя	подготовка сообщения	5	Выступление на занятии

		ния по теме «Особенности применения фильтров в медицинской аппаратуре»		тии ЭКР «Диагностическая аппаратура»
9	6-7 недели	Подготовка презентации по теме «Аппараты и системы для воздействий электрическим током»	5	Выступление на занятии-конференции
10	7-8 недели	Подготовка презентации по теме «Особенности применения фильтров в медицинской аппаратуре»	5	Выступление на занятии-конференции
11	8-10 недели	Выполнение индивидуального задания «расчет пьезоэлектрического преобразователя»	20	Защита ИДЗ ЭКР «Пьезоэлектрические преобразователи»
12	10 неделя	Подготовка презентации по теме «Основные блоки УЗ диагностических систем»	5	Выступления с презентациями
13	11-14 недели	Подготовка презентации по теме «Основные блоки физиотерапевтических аппаратов»	5	Выступление на занятии-конференции
14	11 неделя	Изучение основных блоков аппаратуры для воздействия на биологически - активные точки	5	Отчет, устный опрос
15	12 неделя	Подготовка презентации на тему «Анализаторы биопроб»	5	Выступление на занятии-конференции

16	15-17 недели	Изучение основных блоков хирургических аппаратов	5	Отчет, устный опрос
17	16 неделя	подготовка презентации по теме «Автоматизация лабораторных медицинских исследований»	5	Выступление на занятии-конференции
18	17-18 недели	Подготовка к итоговому занятию и Экзамену	29	научно-практическая конференция «Медицинские приборы и системы», экзамен

Методические указания к составлению глоссария

Глоссарий охватывает все узкоспециализированные термины, встречающиеся в тексте. Глоссарий должен содержать не менее 50 терминов, они должны быть перечислены в алфавитном порядке, соблюдена нумерация. Глоссарий должен быть оформлен по принципу реферативной работы, в обязательном порядке присутствует титульный лист и нумерация страниц. Объем работы должен составлять 10-15 страниц. Тщательно проработанный глоссарий помогает избежать разночтений и улучшить в целом качество всей документации. В глоссарии включаются самые частотные термины и фразы, а также все ключевые термины с толкованием их смысла. Глоссарии могут содержать отдельные слова, фразы, аббревиатуры, слоганы и даже целые предложения.

Методические указания к выполнению реферата

Цели и задачи реферата

Реферат (от лат. *refero* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсовой работы, представляющей

собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

Целями написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем шумо и виброзащиты современного приборостроения;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

Задачами написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой или выпускной квалификационной работы;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

Основные требования к содержанию реферата

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться

логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выведением выводов по теме.

По своей *структуре* реферат состоит из:

1. Титульного листа;
2. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;
3. Основного текста, в котором последовательно раскрывается избранная тема. В отличие от курсовой работы, основной текст реферата предполагает разделение на 2-3 параграфа без выделения глав. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;
4. Заключения, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.
5. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Объем реферата составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое — 3см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее — 1,5см.. Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

Порядок сдачи реферата и его оценка

Реферат пишется студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по данной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. При оценке реферата учитываются соответствие со-

держания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

Методические рекомендации для подготовки презентаций

Общие требования к презентации:

- презентация не должна быть меньше 15 слайдов;
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;
- следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации; желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание;
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет и размер шрифта текста;
- последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Медицинские приборы и системы»
Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение
профиль/ специализация/ магистерская программа «Гидроакустика»
Форма подготовки очная

Владивосток
2018

ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Знает	назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики и особенности эксплуатации; современный уровень оснащённости аппаратурой лечебно-профилактических учреждений МЗ России, ГОС-Ты и др. нормативную документацию на медицинские приборы и системы
	Умеет	формулировать и обосновывать медико-технические требования к аппаратуре медицинского назначения; - производить разработку структурных и функциональных схем медицинских приборов и аппаратов
	Владеет	Навыками моделирования процессов, происходящие в основных блоках приборов и аппаратов, а также при взаимодействии технических средств и биологических систем

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 1-3, 5 -7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 1-3, 5 -7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46
			владеет	Тестирование	Экзамен вопросы 1-3, 5 -7, 10, 12, 16, 23, 24, 40,46
2	Раздел 2	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 8, 11, 13-15, 17-34, 40-48
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы, 11, 13-15, 17-34, 40-48
			владеет	ЭКР	Экзамен

				Диагностическая аппаратура	вопросы 8,, 11, 13-15, 17-34, 40-48
3	Раздел 3	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
			владеет	ЭКР Биоэлектрические электроды	Экзамен вопросы 14, 18-20, 23,25,27,30-36
4	Раздел 4	ПК1	знает	Отчеты по нормативной документации	Экзамен вопросы 1-15, 36-53 , 54-55
			умеет	Выступления на занятиях с презентациями	Экзамен вопросы 1-15, 43-55
			владеет	расчетное задание	Экзамен вопросы 4, 8, 18,19,27,28,30-33,37-39, 44-47

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору	Знает	назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики и особенности	Знание основных нормативных документов	Основные блоки современной диагностической, терапевтической аппаратуры, хирургической техники и принципы работы

численно-го метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи		эксплуатации; современный уровень оснащенности аппаратурой лечебно-профилактических учреждений МЗ России, ГОСТы и др. нормативную документацию на медицинские приборы и системы		
	Умеет	формулировать и обосновывать медико-технические требования к аппаратуре медицинского назначения; - производить разработку структурных и функциональных схем медицинских приборов и аппаратов	Умение разработки структурных и функциональных схем прибора и расчета отдельных его блоков и узлов	Использовать нормативную документацию для составления технического задания на проектирование медицинской техники и аппаратуры
	Владеет	Навыками моделирования процессов, происходящие в основных блоках приборов и аппаратов, а также при взаимодействии технических средств и биологических систем	Владение аппаратом разработки эквивалентных схем и методами их расчета	Составление протокола измерений и проведение обработки результатов с расчетом стандартной неопределенности

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Медицинские приборы и системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Медицинские приборы и системы» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, выполнения индивидуальных домашних заданий, тестирования, участия с докладами на занятиях «лекция дискуссия», «лекция-конференция», и.т.п.) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Медицинские приборы и системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Медицинские приборы и системы» предусмотрен «Экзамен», который проводится в устной форме.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых вопросов к Экзамену

1. Обобщенная структурная схема измерительного устройства. Назначение каждого из блоков и возможные реализации.
2. Этапы проектирования медицинской техники.
3. Структурные схемы медицинских систем съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.
4. Механизм работы ультразвукового скальпеля. Возможные технические решения.
5. Структурная схема технических средств, используемых в здравоохранении. Основные характеристики каждого из блоков.
6. Основные нормативные документы, регламентирующие требования к медицинским приборам и системам.
7. Требования к метрологическим характеристикам медицинских приборов различного назначения.
8. Способы фокусировки ультразвуковых сигналов.
9. Структурная схема электрокардиографа с микропроцессорным управлением. Требования, предъявляемые к входному усилителю, возможные схемотехнические решения.
10. Единая система конструкторской документации. Основные положения
11. Сравнительный анализ требования, предъявляемых к входным усилителям ЭМГ и ЭКГ.
12. Единая система технологической подготовки производства. Общие положения.
13. Электромиографы. Особенности технических реализаций.
14. Ионоселективные электроды: назначение, принцип действия, конструкции, характеристики.
15. Аудиометры. Принцип работы. Обобщенная схема. Технические реализации основных блоков.
16. Руководство по определению неопределенности измерения: основные положения, область применения, методики, примеры

17. Фонокардиографы. Принципы измерения и построения.
18. Особенности работы пьезоэлементов в импульсном режиме работы ультразвуковой диагностической аппаратуры.
19. Аппаратура для измерения электрических характеристик кожи и биологически активных точек.
20. Биоэлектрические электроды: тенденции развития электродной техники.
21. Сравнительный анализ технических реализаций входных усилителей ЭКГ и ЭЭГ.
22. Датчики температуры: основные типы, конструкции, характеристики.
23. Структурная схема контроля качества контактов. Назначение, принцип действия, возможные технические реализации.
24. Единая система технологической документации. Основные положения.
25. Основные показатели, регистрируемые при исследовании биоэлектрической активности организма.
26. Типовая структура УЗ-томографа.
27. Основные биофизические характеристики биологических тканей.
28. Основные варианты обобщенных схем конструкций цифровой рентгеновской аппаратуры.
29. Методы улучшения основных характеристик медицинских диагностических приборов и систем.
30. Особенности применения фильтров в медицинской аппаратуре. Виды фильтров. Порядок проектирования фильтров.
31. Методы синтеза схем активных фильтров.
32. Типы частотных характеристик фильтров.
33. Оптимизация многозвенных активных фильтров.
34. Основные блоки ультразвуковых диагностических систем.

35. Лечебные воздействия физических полей. Особенности генераторов сигналов лечебного воздействия.
36. Системы автоматической регулировки усиления в ультразвуковых медицинских системах.
37. Применение физических полей для разрушения биологических тканей.
38. Основные блоки хирургической аппаратуры.
39. Выходные каскады хирургических аппаратов
40. Анализаторы биопроб. Нормативная документация.
41. Аппаратные методы иммунологических исследований.
42. Аналитическая аппаратура в лабораториях санитарно-эпидемиологических станций.
43. Приборы и комплексы для лабораторного анализа.
44. Наркозно-дыхательная аппаратура.
45. Технические средства для микрохирургии.
46. Радиография, радиоскопия, радиометрия. Нормативная документация. Правила радиационной безопасности.
47. Источники ионизирующих излучений. Основные параметры и характеристики.
48. Детекторы ионизирующего излучения. Определение чувствительности методов РК
49. Имплантируемые биостимуляторы.
50. Биоуправляемые протезы конечностей.
51. Технические средства для физкультурно-оздоровительных комплексов

**Критерии выставления оценки студенту на Экзамене по дисциплине
«Медицинские приборы и системы»**

Баллы	Оценка Эк-	Требования к сформированным компетенциям
-------	------------	--

(рейтинго- вой оцен- ки)	замена/ эк- замена	
	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.
	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
	«зачтено» / «удовлетво- рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
	«не зачте- но» / «неудо- влетвори- тельно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Назначение контрольно-измерительных материалов – текущий контроль усвоения материала дисциплины «Медицинские приборы и системы». В соответствии с рабочими учебными программами дисциплины предусмотрено выполнение 8 экспресс-опросов после каждой из основных тем, 1 теста, 2 контрольных работ – рубежной и итоговой, а также 1 индивидуального задания.

Условия применения

Контроль проводится письменно во время аудиторного занятия.

При проведении экспресс опросов студент получает лист с индивидуальным заданием, включающим 2-3 вопроса (в зависимости от темы), выбранных произвольным образом преподавателем из приведенных в настоящей разработке перечней.

При проведении тестирования студенту выдается бланк теста. Использована как закрытая форма, предусматривающая выбор правильного ответа из нескольких приведенных, так и открытая, при которой предусмотрена самостоятельная формулировка ответа.

При проведении контрольной работы 1 студенту выдается бланк, содержащий 14 вопросов, сформированных преподавателем из банка вопросов для контроля 1-4 разделов. В КИМ приведены 10 вариантов заданий для КР1.

Итоговая контрольная работа включает 28 вопросов. Разработано 15 вариантов.

Для ответа на ЭО студенту отводится 10 минут, на тест 20 минут, на КР1 отводится 40 минут, на КР2 – 1 час 30 минут.

Инструкция для студента

При ответе на вопрос Задание переписывать не надо. Следует записать Фамилию, группу, номер задания, номер вопроса и ответ.

Для успешной оценки теста достаточно набрать 60% из максимально возможного количества баллов, указанных в тесте. Для успешного прохождения контрольных работ – правильно ответить на 8 из 14 и 17 из 28 вопросов.

Сообщение о результатах проверки и разбор типичных ошибок проводятся на следующем занятии

Задания и тесты текущего контроля

Контроль темы «Биоэлектрические электроды»

Вариант 1

1. Назовите основные нормативные документы, определяющие требования к БЭ электродам
2. Возможен ли бесконтактный съем биопотенциалов? Дайте обоснованный ответ.
3. Чем обусловлено появление электрического потенциала на границе контакта двух металлов? В каких случаях этот электрический сигнал не оказывает влияния на измеряемую величину биопотенциала?
4. Для чего используется имитатор биоэлектрических сигналов? Перечислите основные элементы, входящие в его состав.
5. Нормальный водородный электрод. Назначение, конструкция.
6. Удельная проводимость жидких субстратов БО составляет ...
7. В трехзвенной схеме замещения тканей биологического объекта при малых плотностях тока для прямой мышцы спины $R_0=0,714\text{кОм}$, $R_1=12\text{кОм}$, $R_2=0,292\text{кОм}$, $C_1=0,011\text{мкФ}$, $C_2=0,135\text{мкФ}$. Найдите эквивалентное сопротивление на частоте 5Гц
8. Приведите схему и опишите процедуру измерения электродных потенциалов.

Контроль темы «Биоэлектрические электроды»

Вариант 2

1. Перечислите основные требования, предъявляемые к БЭ электродам
2. Формализованный типовой полуэлемент состоит из(перечислите составные
3. Причины возникновения скачка потенциала на границе фаз Раствор/Раствор.
4. Какие модели используют для описания потенциалообразующих процессов на границе фаз Металл\Раствор?
5. Какой тип адсорбции вызывает смещение потенциала электрода?

6. Как соотносятся сопротивления жидких субстратов и плотных тканей БО?

7. В трехзвенной схеме замещения тканей биологического объекта при малых плотностях тока для прямой мышцы бедра $R_0=1,56$ кОм, $R_1=40,5$ кОм, $R_2=12,09$ кОм, $C_1=0,013$ мкФ, $C_2=0,01$ мкФ. Найдите эквивалентное сопротивление на частоте 5Гц.

8. Приведите схему и опишите процедуру измерения напряжения электромеханического шума.

Контроль темы «Биоэлектрические электроды»

Вариант 3

1. Назовите основные функции, выполняемые БЭ электродами

2. Какие процессы обуславливают электрические сигналы на границе фаз Металл\Раствор?

3. В каких случаях возможно влияние термоЭДС на измеряемые биопотенциалы?

4. Назовите основные отличия процессов, происходящих при контакте с электролитом электродов 1 и 2 рода.

5. Назовите стандартные электроды сравнения.

6. Удельная проводимость тканей БО лежит в пределах ...

7. В трехзвенной схеме замещения тканей биологического объекта при малых плотностях тока для прямой мышцы живота $R_0=0,136$ кОм, $R_1=15,81$ кОм, $R_2=7,86$ кОм, $C_1=0,03$ мкФ, $C_2=0,06$ мкФ. Найдите эквивалентное сопротивление на частоте 5Гц.

8. Приведите схему и опишите процедуру измерения напряжения дрейфа.

Контроль темы «Биоэлектрические электроды»

Вариант 4

1. Что такое «отведение»?

2. Какие процессы обуславливают электрические сигналы на границе фаз Металл\Металл? Возможно ли избежать или уменьшить влияние этого сигнала на результаты измерений?
3. В каком случае скачок потенциала будет выше: при контакте двух растворов NaCl разной концентрации или двух растворов KCl такой же концентрации? Поясните свой ответ.
4. Нарисуйте эквивалентную схему отведения с контактными металлическим электродом.
5. В каких случаях следует ожидать появления ОВП? В каких пределах может лежать величина ОВП?
6. Как зависит полное сопротивление биологического объекта от частоты? Какие электрические схемы замещения БО Вы знаете?
7. В трехзвенной схеме замещения тканей биологического объекта при малых плотностях тока для икроножной мышцы $R_0=0,954\text{кОм}$, $R_1=12,5\text{кОм}$, $R_2=11,14\text{кОм}$, $C_1=0,041\text{мкФ}$, $C_2=0,046\text{мкФ}$. Найдите эквивалентное сопротивление на частоте 5Гц.
8. Приведите схему и опишите процедуру измерения напряжения поляризации.

Контроль темы «Диагностические приборы и системы для исследования биоэлектрической активности организма»

Вариант 1

1. Перечислите показатели, регистрируемые при исследовании биоэлектрической активности организма.
2. Укажите основные параметры регистрируемого сигнала для электрокардиографов и кардиомониторов.
3. Чем отличаются усилители ЭЭГ от усилителей ЭКГ?
4. Нарисуйте структурную схему контроля качества контактов.
5. Для защиты от импульса дефибриллятора во входных цепях электрокардиографа ставят: а) трансформаторную развязку; б) ёмкостную раз-

вязку; в) аналоговые коммутаторы; г) диодные ограничители; д) транзисторные ключи; е) ваш ответ – напишите

6. Назовите основные блоки структурной схемы капнометра с поточной измерительной камерой

Контроль темы «Диагностические приборы и системы для исследования биоэлектрической активности организма»

Вариант 2

1. Назовите основные элементы диагностических аппаратов, систем и комплексов для исследования биоэлектрической активности организма

2. Укажите основные параметры регистрируемого сигнала для электроэнцефалографов

3. Сформулируйте требования, предъявляемые к входному усилителю электрокардиографа.

4. Чем отличаются схемы усилителя ЭМГ от усилителей ЭКГ и ЭЭГ?

5. Для подавления синфазного сигнала в электрокардиографе, кроме дифференциального входного усилителя, используют: а) схему отрицательной обратной связи между усилителем мощности и промежуточным усилителем; б) схему автоматического успокоения; в) схему обратной связи, подключаемой между входным усилителем и ногой пациента; г) делают дифференциальными промежуточный усилитель и усилитель мощности; д) схему смещения изолинии; е) ваш ответ - напишите

6. Нарисуйте структурную схему реографа

Контроль темы «Диагностические приборы и системы для исследования биоэлектрической активности организма»

Вариант 3

1. Нарисуйте структурную схему БТС диагностического типа

2. Укажите основные параметры регистрируемого сигнала при реографии

3. В промышленных кардиомониторах принято, что диапазон напряжений уверенного обнаружения R-зубца лежит в интервале: а) 0,1...0,5мВ; б) 0,5...1 мВ; в) 0,1...2мВ; г) 0,2...5мВ; д) 3...5мВ; е) ваш ответ – напишите

4. Назовите основные элементы типовой схемы детектора QRS-комплекса.

5. Назовите основные блоки структурной схемы капнометра с пробоотбором из дыхательного контура пациента

6. Назначение и структурная схема интегратора ЭМГ

Контроль темы «Диагностические приборы и системы для исследования биоэлектрической активности организма»

Вариант 4

1. Перечислите основные элементы биотехнической системы диагностического типа

2. Укажите основные параметры регистрируемого сигнала для электромиографии

3. Нарисуйте структурную схему электрокардиографа с микропроцессорным управлением.

4. Назовите основные блоки реографа.

5. При выборе входного усилителя электроэнцефалографа следует учитывать, что амплитуда входного сигнала колеблется в основном в пределах: а) 50...100мкВ; б) 0,1...5мкВ; в) 5...50мкВ; г) 5...300мкВ; д) 0,01...1мкВ; е) ваш ответ – напишите

6. Назначение, принцип работы и типовая схема автоматического успокоения.

7.

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 1

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезокерамики - пластина X-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_1 . Какие деформации будут выражены сильнее? Обоснуйте свой ответ.

2. Как оценить эффективность преобразования энергии пьезоматериалом? Одинакова ли эффективность преобразования энергии для стержневого преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, параллельном его длине, и для диска, работающего на планарной моде колебаний, если они выполнены из одного состава пьезокерамики? Для обоснования ответа запишите формулы, приведите численные оценки.

3. Нарисуйте эквивалентную схему пластинки, совершающей колебания по толщине, в поле, параллельном толщине, для режима одностороннего приема. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Для получения одинаковой частоты механического резонанса радиус секционированного кольца должен быть _____ (допишите ответ) радиуса монолитного пульсирующего кольца.

5. Запишите выражение для входного электрического сопротивления двухстороннего стержневого пьезокерамического стержневого преобразователя в режиме свободных колебаний второй стороны. Дайте определения всех параметров, входящих в выражения, укажите размерности.

6. Опишите работу ультразвукового доплеровского измерителя скорости потока. (Принцип действия, требования к излучателю и приемнику, режим работы и т.д.).

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 2

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из кварца - пластина Z-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_1
2. Вывод выражения для входного механического сопротивления тонкого пульсирующего пьезокерамического кольца в режиме холостого хода электрической стороны и его анализ.
3. Нарисуйте схему-аналог стержневого пьезоэлектрического преобразователя в режиме двустороннего излучения. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.
4. Ширина полосы пропускания пластинчатого преобразователя в режиме приема определяется по формуле
5. Вывод выражения для кр. Начните с записи местных уравнений пьезоэффекта и определения КЭС
6. Опишите работу ультразвукового газоанализатора. (Принцип действия, требования к излучателю и приемнику, режим работы и т.д.).

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 3

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезокерамики - пластина Y-среза при приложении электрического поля вдоль оси остаточной поляризации.
2. Как оценить эффективность преобразования энергии пьезоматериалом? Одинакова ли эффективность преобразования энергии для стержневого преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, параллельном его длине, и для пластины, совершающей колебания по толщине, в поле, параллельном ее толщине, если преобразователи выполнены из одного состава пьезокерамики? Для обоснования ответа запишите формулы, приведите численные оценки.

3. Нарисуйте эквивалентную схему стержневого пьезопреобразователя, работающего на продольном пьезоэффекте, в режиме двустороннего приема. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Для получения одинаковой частоты механического резонанса длина стержневого преобразователя, работающего на продольном пьезоэффекте, должна быть _____ (допишите ответ) преобразователя, работающего на поперечном пьезоэффекте.

5. Выражение для входного электрического сопротивления цилиндрического пульсирующего преобразователя в рабочем режиме и его анализ.

6. Опишите работу ультразвукового измерителя температуры. (Принцип действия, требования к излучателю и приемнику, режим работы и т.д.).

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 4

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезокерамики - пластина X-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_3 .

2. Вывод выражения для входного механического сопротивления цилиндрического пьезопреобразователя в режиме холостого хода электрической стороны и его анализ.

3. Нарисуйте схему стержневого пьезокерамического преобразователя, работающего на поперечном пьезоэффекте для режима одностороннего приема. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Как экспериментально определить частоту антирезонанса? Приведите простейшую измерительную схему.

5. Как оценить эффективность преобразования энергии пьезоматериалом? Одинакова ли эффективность преобразования энергии для стержне-

вого преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, параллельном его длине, и для пластины, колеблющейся по толщине, в поле, параллельном ее толщине, если преобразователи выполнены из одного состава пьезокерамики? Для обоснования ответа запишите формулы, приведите численные оценки.

6. Опишите работу ультразвуковой эхо -импульсной системы получения изображения внутренних органов. (Принцип действия, требования к излучателю и приемнику, режим работы и т.д.).

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 5

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из кварца - пластина Z-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_1 .

2. Запишите выражение для входного механического сопротивления стержневого пьезопреобразователя, работающего на поперечном пьезоэффекте, в режиме холостого хода электрической стороны и его анализ.

3. Нарисуйте схему пьезокерамического цилиндрического преобразователя в режиме излучения. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Как оценить эффективность преобразования энергии пьезоматериалом? Одинакова ли эффективность преобразования энергии для секционированного и монолитного цилиндрического пульсирующего преобразователя, если они выполнены из одного состава пьезокерамики? Для обоснования ответа запишите формулы, приведите численные оценки

5. Нарисуйте график зависимости чувствительности в режиме приема тонкой пьезокерамической пластинки, колеблющейся по толщине, в поле перпендикулярном ее толщине. Укажите все характерные точки.

6. Опишите работу датчика тонов Короткова. (Принцип действия, требования к приемнику, режим работы и т.д.).

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 6

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезокерамики - пластина X-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_2 .

2. Вывод выражения для k_{31} . Начните с записи местных уравнений пьезоэффекта и определения КЭС.

3. Нарисуйте эквивалентную схему пластинки, совершающей колебания по толщине, в поле, параллельном толщине, для режима одностороннего излучения. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Одинакова ли эффективность работы стержневого преобразователя в режиме одностороннего и двустороннего излучения? В каком случае чувствительность выше и почему?

5. Нарисуйте на одном графике частотные характеристики излучаемой акустической мощности секционированного и монолитного пьезокерамического колец одинакового размера, выполненных из одного материала. Укажите характерные отличия графиков, приведите соответствующие формулы.

6. Запишите выражение для добротности стержневого пьезопреобразователя.

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 7

1. Запишите местные уравнения пьезоэффекта для пластинки из пьезокерамики, совершающей колебания по толщине в поле, параллельном ее толщине.

2. Запишите уравнения двухстороннего пьезоэлектрического преобразователя и соотношения взаимности для него. Дайте определения всех параметров, входящих в уравнения.

3. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезокерамики - пластина Y-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_2 . Какие деформации будут выражены сильнее? Обоснуйте свой ответ.

4. Нарисуйте схему стержневого пьезокерамического преобразователя, работающего на продольном пьезоэффекте для режима одностороннего излучения. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

5. Что такое биморфные пьезоэлементы? Область применения в медико-биологической практике?

6. Сравните КПД одностороннего и двустороннего пьезоэлектрического стержневого преобразователя. В каком режиме КПД больше?

ЭКР Пьезопреобразователи

Вариант 8

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из кварца - пластина Z-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_3

2. Нарисуйте эквивалентную схему цилиндрического пьезопреобразователя в режиме излучения. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

3. Выведите выражение для КЭС пьезопластины, работающей на продольном пьезоэффекте. Начните с записи местных уравнений пьезоэффекта и определения КЭС.

4. Сравните эффективность работы секционированного и монолитного кольцевого пьезопреобразователя в режиме излучения.

5. Запишите уравнения двухстороннего пьезоэлектрического преобразователя и соотношения взаимности для него. Дайте определения всех параметров, входящих в уравнения.

6. Принцип действия акустического датчика пульсовой волны. Требования к пьезоэлементу.

Тема «Датчики температуры»

Тест №

Дата разработки 16.03.2017

Внимательно прочитайте начало определения, приведенное в графе 2, и подберите правильное окончание в графе 3. Отметьте выбранный ответ. В графе 4 кратко обоснуйте выбор, запишите свой вариант формулы. По результатам ответов заполните таблицу на оборотной стороне листа. Укажите фамилию, номер группы.

№	Начало определения	Окончание определения	Краткое обоснование ответа
1	2	3	4
1	Что такое рабочий спай термопары	а) спаянный конец подведённый ко входу измерительных регуляторов б) спаянный конец погружаемый непосредственно в измеряемую среду в) соединение между материалом проводника и термоэлектродом г) соединительный провод между датчиками	
2	Какова точность измерения $t^{\circ}\text{C}$ термопары	а) ± 0.5 б) ± 0.03 в) ± 1 г) ± 0.01	
3	Наиболее распространённые материалы термопар	а) хромель-алюмеливые б) хромель-капелевые в) железо-константановые г) хромель-цинковые	
4	Какое из утверждений верно для волокна оптических датчиков	а) Можно использовать во взрывоопасных средах б) Подвержены электромагнитным помехам в) Малый диапазон рабочих температур г) Всё из выше перечисленного д) Ничего из выше перечисленного	
5	От чего зависит термоЭДС термопары	а) от внешнего давления б) от внешней t° в) от t° одного спаия	

		г) от разности значений t° спаев	
6	РТС термисторы это	а) п/п резисторы с положительным t° коэффициентом б) транзисторы с положительным t° коэффициентом в) транзисторы с отрицательным t° коэффициентом г) п/п резисторы с отрицательным t° коэффициентом	
7	NTC термисторы это	а) п/п резисторы с положительным t° коэффициентом б) транзисторы с положительным t° коэффициентом в) транзисторы с отрицательным t° коэффициентом г) п/п резисторы с отрицательным t° коэффициентом	
8	Основные типы термисторов	а) бусиновые б) ромбовидные в) игольчатые г) пленочные д) Всё из выше перечисленного	
9	Температурный интервал термисторов	а) -196 до +1000 $^{\circ}$ C б) -100 до +500 $^{\circ}$ C в) -55 до +300 $^{\circ}$ C г) -200 до +1800 $^{\circ}$ C	
10	Область применения РТС термисторов	а) датчики уровня давления б) датчики уровня жидкости в) защита от бросков тока г) ограничение пускового тока	
11	Область применения NTC термисторов	а) датчики уровня давления б) датчики уровня жидкости в) защита от бросков тока г) ограничение пускового тока	
12	Из скольких компонентов состоит акустический датчик температуры?	а) 3 б) 4 в) 2 г) 7	
13	Акустические термодатчики – используются преимущественно для измерения?	а). Средних и высоких температур б). Средних и низких температур в). Только низких температур г). Только средних температур	
14	Акустический датчик построен на принципе того, что в зависимости от изменения температуры, меняется	а) сопротивление датчика б) скорость распространение света в газах в) скорость распространение звука в газах г) скорость распространение звука в жидкостях	
15	Принцип работы ПАВ-датчиков основан на	а) поверхностных акустических волнах б) электролюминесценции в) эффекте Доплера г) пьезоэлектричестве	

--	--	--	--

Студент группы _____

ФИО _____

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответ													
Результат													

Тест считается пройденным при ответе правильно на 10 вопросов

Преподаватель _____ Дата проведения _____