



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

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

«УТВЕРЖДАЮ»
Департамент фундаментальной и клинической ме-
дицины

_____ В.И.Короченцев. _____
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
« _____ » _____ 2017г.

_____ Гельцер Б.И.
« _____ » _____ 2017г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Измерительные преобразователи и электроды»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль «Медицинские информационные системы»¹
Академический бакалавриат. Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 (час.)

практические занятия 36 час.

лабораторные работы не предусмотрено учебным планом.

в том числе с использованием МАО лек. 8 /пр.18 / лаб.0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 (час.)

в том числе с использованием МАО 26 час.

самостоятельная работа 72 (час.)

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с ОС ВО ДВФУ от 10.03.2016

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроение

протокол от « _____ » _____ сентября _____ 2017 г.

Заведующая (ий) кафедрой _____ В.И.Короченцев _____

Составитель (ли): _____ доцент Е.Н.Сальникова _____

Оборотная сторона титульного листа

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «___» _____ 20 г. № _____
Заведующий кафедрой _____ В.И.Короченцев _____
(подпись) (и.о. фамилия)

Изменений нет.

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «___» _____ 20 г. № _____
Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (и.о. фамилия)

Аннотация к рабочей учебной программе дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды»

Дисциплина «Измерительные преобразователи и электроды» разработана для студентов 3 курса бакалавриата направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» по профилю подготовки «Медицинские информационные системы».

Дисциплина «Измерительные преобразователи и электроды» входит в число основных дисциплин вариативной части рабочего учебного плана указанного направления.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетные единицы. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часа), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (72 часа), в том числе выполнение курсовой работы. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 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, общей и медицинской химии, электротехники и электроники, информационных технологий, конструкционных и биоматериалов, биофизических основ живых систем. Дисциплина «Измерительные преобразователи и электроды» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Биотехнические системы медицинского назначения», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Ультразвуковая техника в медицине», а также с выполнением научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

После изучения данной дисциплины студенты должны знать физические закономерности и соотношения, характеризующие основу устройства и функционирования измерительных преобразователей, использующих различные принципы действия, их физические и математические модели; основные варианты и конструкции электродов для электрофизиологических исследований и физиотерапевтических процедур; вопросы согласования измерительных преобразователей и электродов с электронными устройствами усиления и преобразования; метрологические характеристики, методы и средства для испытания и поверки измерительных преобразователей и электродов; владеть методами расчетов и проектирования излучателей и приемников, работающих в различных средах; умением выбирать типы измерительных преобразователей и электродов в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследований; использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин, *иметь представление* о современных тенденциях создания измерительных преобразователей; о возможностях бесконтактных методов получения медико-биологической информации.

Основная цель преподавания дисциплины - изучение физических основ и принципов построения преобразователей и аппаратуры для получения первичной информации от биологического объекта, а также преобразователей и электродов, предназначенных для диагностических, терапевтических, хирургических и прочих комплексов, методов анализа и расчета параметров и характеристик преобразователей и согласования их с техническими средствами регистрации и управления.

Задачи:

1. научить осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

2. овладеть методами анализа и расчета параметров и характеристик преобразователей и согласования их с техническими средствами регистрации и управления;

3. исследовать основные метрологические характеристики измерительных преобразователей и освоить методы и стенды для их оценки, настройки и регулировки;

4. освоить правила и методы проведения поверки, наладки и настройки оборудования для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники.

Для успешного изучения дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня; способность понимать, использовать, порождать и грамотно излагать инновационные идеи на русском языке в рассуждениях, публикациях, общественных дискуссиях; способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических	Знает	систему электромеханических и электроакустических аналогий
	Умеет	составить эквивалентную схему преобразователя, электрода, элементарной биотехнической системы

цепей	Владеет	методами расчета электрических цепей
ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знает	основные научно-технические журналы и базы данных по профилю подготовки
	Умеет	находить, обрабатывать и анализировать информацию по заданной тематике
	Владеет	навыками представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	историю создания и современные достижения в области разработки измерительных преобразователей и электродов
	Умеет	анализировать информацию, содержащуюся в основных научно-технических журналах, искать и находить результаты новейших разработок
	Владеет	навыками учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в области разработки измерительных преобразователей и электродов для съема медико-биологической информации
ПК-8 способность владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники	Знает	структурную схему съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации, а также отдельных узлов биомедицинской и экологической электронной техники для воздействия и управления медико-биологическими объектами
	Умеет	применять правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники
	Владеет	методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации

		(датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами
ПК-9 способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники	Знает	современные средства программирования
	Умеет	построить модель устройства с учетом свойств биологического объекта
	Владеет	навыками расчета заданного набора характеристик датчика и формирования требований к оборудованию, необходимому для поверки, калибровки и настройки определенного типа оборудования

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: публичная защита курсовой работы по индивидуальному заданию (6 час), практические занятия 3 и 4 (4 часа) проводятся на базе НБ ДВФУ с участием специалистов НБ, все остальные практические занятия проводятся с применением интерактивных методов обучения в различных формах, заключительная лекция по дисциплине проводится в форме деловой игры (2 час).

Некоторые из применяемых МАО. Семинар-дискуссия. *Подготовка дискуссии* предопределяет форму ее проведения. Возможно использование разнообразных вариантов.

Заранее определяется и объявляется тема, дается время ее «поносить в себе», собраться с мыслями и с материалом. Основные варианты подготовки к дискуссии и соответственно формы ее проведения:

1. Участники, сгруппировавшись по взглядам, заранее готовят тезисы и «публикуют» их, т. е. распространяют среди будущих участников дискуссии. Преподаватель может получить их, как все остальные, а может и не получать (для демонстрации сугубой нейтральности).

2. Предварительная подготовка идет разрозненно, индивидуально. Участники логически и активно группируются в «партии» в ходе дискуссии. В этом случае дискуссия начинается с заявления позиций, а уже потом идет полемика.

3. Участники не склонны активно группироваться и активно заявлять позиции. В этом случае есть смысл разделить группу на подгруппы и предложить им поговорить между собой. После разговора по малым группам каждая из них докладывает либо общую позицию, либо основные выявившиеся позиции.

В ходе подготовки возможен и такой вариант: преподаватель составляет перечень постановок вопросов для дискуссии и передает обучающимся не как обязательный, а как один из возможных подходов.

Преподаватель ведёт дискуссию. В ходе дискуссии ведущий ее преподаватель обучает не какой-либо позиции, а *умению излагать и аргументировать любую позицию*, избранную тем или иным участником.

Для обсуждения тем для каждого занятия подготовлены проблемные вопросы.

Метод «презентация - дискуссия». Данный метод обучения, опирающийся на групповое мышление, предназначен для активизации коллективной мыслительной деятельности в рассматриваемой области, нахождения неожиданных решений сложных научных вопросов и проблем.

Задачи преподавателя:

- создать непринужденную, раскованную обстановку в аудитории и на этой основе организовать оживленный обмен мнениями, полемику и дискуссию по основным вопросам плана занятия;
- всеми мерами развивать и поощрять активность обучающихся, добиваться их внимательного и критического отношения к выступлениям товарищей;

- обеспечивать проблемную постановку вопросов и разрешение их путем раскрытия противоречий реальной жизни;
- добиваться свободного выступления студентов, способности к логическому анализу и оценке своих выступлений и выступлений товарищей по группе.

Данный вид учебных занятий предполагает широкое использование средств наглядности и иллюстративного материала, с помощью средств наглядности удастся достигать высокой степени эмоционального воздействия на обучающихся.

Студентам предлагается подготовить презентацию на заранее определенную тему. После выступления предусмотрено активное обсуждение и выполнение экспресс-теста, также разработанного с участием студентов. Перечень тем выступлений приведен в приложении. Там же приведены требования к оформлению презентации.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Общие положения, терминология и характеристики измерительных преобразователей (10 час., в том числе 2 час. с применением МАО)

Тема 1. Введение. Области применения измерительных преобразователей и биоэлектрических электродов (2 час.)

Краткое содержание темы. Применение измерительных преобразователей (ИП) и биоэлектрических электродов (БЭ) в биологии и медицине. Существующие классификации ИП и БЭ. Роль ИП и БЭ при проведении медико-биологических исследований и воздействий. Особенности биологических объектов и требования, предъявляемые к ИП и БЭ.

Тема 2. Согласование ИП и БЭ с техническими средствами (4 час)

Краткое содержание темы. Схемы согласования первичных ИПЭ с техническими средствами регистрации и измерения. Метрологические характеристики ИП, методы и стенды для их оценивания.

Тема 3. Метрологические характеристики ИП. (4 час., в том числе 2 час. с использованием МАО лекция - дискуссия.)

Краткое содержание темы. Статические характеристики преобразователя. Коэффициент преобразования. Чувствительность. Диапазон измерений. Точность измерения. Динамические характеристики. Передаточная функция. Переходная характеристика. Импульсная переходная характеристика. Частотная характеристика. Системы 0,1,2 порядков. Студенты обсуждают подготовленные заранее презентации по темам – «Роль ИП и БЭ в медико-биологических исследованиях», «Основные метрологические характеристики ИП и БЭ».

Раздел 2. Измерительные преобразователи (20 час., из них 5 час. с применением МАО)

Тема 4. Резистивные преобразователи.(2 час., в том числе 1 час с применением МАО Лекция-дискуссия)

Краткое содержание темы. Классификация резистивных преобразователей. Контактные преобразователи. Потенциометрический датчик смещения. Тензоресисторы. Электролитические преобразователи. Мехатроны. Проводится обсуждение темы «Применение мехатронных преобразователей в медико-биологической практике»

Тема 5. Индуктивные и емкостные преобразователи (4 час.)

Краткое содержание темы. Электродинамический преобразователь. Принцип действия и конструкции. Уравнения преобразователя. Входное электрическое сопротивление и его анализ. Электростатический преобразователь. Принцип действия и конструкции. Линеаризация преобразователя. Уравнения обратимого линеаризованного преобразователя. Входное механическое сопротивление в режимах холостого хода и короткого замыкания электрической стороны. Уравнения обратимого линеаризованного преобразователя. Электромагнитный преобразователь. Принцип действия и конструкции. Способы линеаризации. Уравнения обратимого линеаризо-

ванного преобразователя. Примеры использования индуктивных и емкостных ИП.

Тема 6. Вопросы общей теории обратимых преобразователей (4 час.).

Краткое содержание темы. Термодинамический потенциал Лагранжа. Система с n степенями свободы. Уравнения обратимого линейного преобразователя. Анализ выражений для входных сопротивлений в рабочем режиме. Коэффициенты преобразования. Соотношения взаимности.

Тема 7. Фотоэлектрические ИП (4 час, в том числе 2 час с применением МАО лекция дискуссия»).

Краткое содержание темы. Область применения. Оптический датчик малых перемещений на основе интерферометра Фабри-Перо. Фотоплетизмография. Методы диодно-лазерной спектрографии. Источники оптического излучения. Достоинства и недостатки. Принципы выбора. СИД. Схемы включения. Лазеры. Приемники излучения. Фотоприемники с внешним фотоэффектом. Фотоприемники с внутренним фотоэффектом. Схемы включения и режимы работы. Организация дискуссии на тему «Применение оптических датчиков в медико-биологической практике».

Тема 8. Пьезоэлектрические преобразователи (6 час., в том числе 2 час. с использованием МАО Лекция – дискуссия.»

Краткое содержание темы. Пьезоэффект. Пьезоматериалы. Местные уравнения пьезоэффекта. Эквивалентные схемы пьезоэлектрических преобразователей. Моды колебаний пьезоэлементов, используемых в медико-биологической практике. ИП для измерения смещений, деформаций, давления, силы на основе пьезодатчиков. Дискуссия на темы «Применение пьезодатчиков в медико-биологической практике», «Новые пьезоэлектрические материалы».

Раздел 3. Биоэлектрические электроды (6 час.. в том числе 1 час. с использованием МАО)

Тема 9. Электроды и электродные системы для регистрации жизнедеятельности организма (6 час., в том числе 1 час. с использованием МАО).

Краткое содержание темы. Электроды и электродные системы для регистрации жизнедеятельности организма: механических, электрических, тепловых, оптических, магнитных, биохимических и др. Биопотенциалы и биоэлектрические электроды. Системы отведений. Тенденции развития электродной техники. Дискуссия на тему «Тенденции развития электродной техники»

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Занятие 1. Электромеханические аналогии и эквивалентные схемы (2 час.).

Система электромеханических аналогий. Правила соединения механических двухполюсников. Способы составления электрических схем – аналогов.

Занятие 2. Построение механических схем преобразователей и схем-аналогов (2 час.).

Метод сложения относительных скоростей. Метод Белова. Построение механической схемы составного стержневого пьезопреобразователя со стяжкой. Построение механической схемы опорно-двигательной системы человека и ее эквивалентной электрической схемы.

Занятия 3, 4. Овладение навыками поиска информации в НБ ДВФУ (4 час).

Занятие проводится на базе библиотеки ДВФУ с приглашением консультанта – специалиста по поиску информации. Студенты оформляют отчет по работе в библиотеке, а также представляют список публикаций за последние 5 лет по теме выданной курсовой работы.

Занятие 5. Расчет электродинамического вибровозбудителя (2 час.).

Принцип действия и конструктивные схемы. Уравнения, описывающие работу преобразователя. Эквивалентная схема и ее упрощение для частот вблизи частоты механического резонанса. Анализ схемы. Расчет преобразователя

Занятие 6. Расчет электростатического микрофона (2 час.).

Принцип действия и конструктивные схемы. Уравнения, описывающие работу преобразователя. Эквивалентная схема и ее упрощение для частот вблизи частоты электромеханического резонанса, на низких частотах. Анализ схем..

Занятие 7. Численный расчет конденсаторного преобразователя (2 час.).

Учет конструктивных особенностей. Способы выравнивания АЧХ чувствительности микрофона – приемника давления и приемника градиента давления.

Занятие 8. Методика расчета электромагнитных преобразователей заданной конструкции (2 час.).

Принцип действия и конструктивные схемы. Уравнения, описывающие работу преобразователя. Эквивалентная схема и ее упрощение для частот вблизи частоты механического резонанса, на низких частотах. Анализ схем. Расчет преобразователя для физиотерапевтической установки.

Занятие 9. Изучение параметров и характеристик ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей(2 час.).

Принцип действия. Формы пьезоэлементов, используемых в биомедицинской технике. Уравнения, описывающие работу преобразователя. Эквивалентные схемы.

Занятие 10. Методы определения параметров пьезопреобразователя (2 час.)

Занятие проводится с использованием МАО. Нормативные документы, регламентирующие требования к характеристикам пьезопреобразователя. Экспериментальные методы определения параметров пьезопреобразователей.

Занятие 11. Определение КЭМС преобразователя заданной моды (2 час.)

Занятие проводится с использованием МАО. Определения. Формы записи местных уравнений пьезоэффекта. Выбор независимых переменных для различных мод колебаний. Экспериментальные способы измерения КЭМС.

Занятие 12. Расчет пьезоэлектрического пластинчатого преобразователя (2 час.).

Примеры использования пьезопластин в медико-биологической практике. Эквивалентные схемы, используемые при расчетах. Анализ схем, вывод выражений для акустической мощности в режиме излучения и чувствительности в режиме приема. Расчет преобразователя заданной частоты.

Занятие 13. Датчики температуры (2 час).

Занятие проводится с использованием МАО: Презентация-дискуссия. Презентации студентов по теме «Датчики температуры, используемые в медико-биологической практике».

Занятие 14. Датчики перемещения, положения, позиционирования (2 час.).

Занятие проводится с использованием МАО: Презентация-дискуссия. Презентации студентов по темам «Индуктивные датчики положения», «Резистивные датчики смещения», «Оптические датчики перемещения», «электролитические датчики углового смещения»

Занятие 15. Датчики силы, давления (2 час.)

Занятие проводится с использованием МАО: Презентация-дискуссия. Презентации студентов по темам «Применение датчиков давления в медико-биологической практике», «Применение датчиков силы в медико-биологической практике».

Занятие 16. Пьезоэлектрические датчики (2 час.).

Занятие проводится с использованием МАО: Презентация-дискуссия. Презентации студентов по теме «Особенности конструкций пьезодатчиков, используемых в медико-биологической практике».

Занятие 17. Изучение параметров и характеристик кожно-электродного контакта.(2 час.)

Требования, предъявляемые к электродам. Классификация электродов. Конструкции электродов. Основные параметры и схемы замещения

Занятие 18. Подведение итогов изучения дисциплины (2 час., занятие проводится с использованием МАО).

Итоговая контрольная работа. Составление эссе на тему «Какие компетенции я приобрел в результате изучения дисциплины».

Лабораторные работы

Не предусмотрены учебным планом

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды» 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 обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы	Компетенции	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1-3	ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	систему электромеханических и электроакустических аналогий	Контрольная работа,	Экзамен, вопросы 11, 12-25
		Умеет	составить эквивалентную схему преобразователя, электрода, элементарной биотехнической системы	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 11, 12-18, 27, итоговая контрольная работа
1		Владеет	методами расчета электрических цепей	Курсовая работа	<i>Защита курсовой работы</i>

1-3	ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знает	основные научно-технические журналы и базы данных по профилю подготовки	Презентации	Экзамен, вопросы 6-9,11,31-33
		Умеет	находить, обрабатывать и анализировать информацию по заданной тематике	Презентации	Защита курсовой работы
		Владет	навыками представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Презентации выполнение первого раздела курсовой работы	Защита курсовой работы
1-3	ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	историю создания и современные достижения в области разработки измерительных преобразователей и электродов	Выполнение курсовой работы	Экзамен. Вопросы 12-25, 31-33 Защита курсовой работы
		Умеет	анализировать информацию, содержащуюся в основных научно-технических журналах, искать и находить результаты но-	Выполнение курсовой работы, подготовка презентаций	Экзамен, вопросы 12-25

			вейших разработок		
		Владеет	навыками учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в области разработки измерительных преобразователей и электродов для съема медико-биологической информации	Выполнение курсовой работы, подготовка презентаций	Экзамен, вопросы 31, 32, защита курсовой работы
1-3	ПК-8 способность владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники	Знает	структурную схему съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации, а также отдельных узлов биомедицинской и экологической электронной техники для воздействия и управления медико-	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 3-5, 8,9,10,26,28,29, 30,31

			биологическими объектами		
		Умеет	применять правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 3,4,6,7, 28,31,32 защита курсовой работы
		Владеет	методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации (датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами	Выполнение курсовой работы	Защита курсовой работы, итоговая контрольная работа
1-3	ПК-9 способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производ-	Знает	современные средства программирования	Устный опрос, контрольная работа	Экзамен, вопросы 3,8,9
		Умеет	построить модель устройства с учетом свойств биологического объекта	Выполнение курсовой работы	Защита курсовой работы
		Владеет	навыками рас-	Устный	Экзамен,

	ства и настройки биомедицин- ской и эколо- гической тех- ники		чета заданного набора харак- теристик дат- чика и форми- рования требо- ваний к обору- дованию, необ- ходимому для поверки, ка- либровки и настройки определенного типа оборудо- вания	вопрос, контрольная работа	вопросы 1-5,7- 9,33
--	--	--	---	----------------------------------	------------------------

Предусмотрено проведение на первом лекционном занятии диагностики остаточных знаний по темам, перечисленным в начальных требованиях к освоению дисциплины. Разработаны тесты и вопросы для контрольных опросов по каждой теме, ряд тестов проверки СРС, а также рубежные контрольные работы. Предусмотрено выполнение итоговой контрольной работы.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, 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.

Список вопросов для промежуточного контроля

1. Основные характеристики преобразователей. Чувствительность. Коэффициент преобразования. Погрешность. Диапазон измерений. Передаточная функция. Стабильность. Инерционность. Совместимость с биологическим объектом. Габаритные размеры преобразователя.
2. Активные оптические датчики. Типы датчиков. Особенности конструкций. Схемы включения. Чувствительность. Области применения.
3. Коэффициент электромеханической связи как основная характеристика эффективности электромеханического преобразования.
4. Основные характеристики биологического объекта измерения. Эквивалентные схемы Биопотенциалы. Системы отвода потенциалов.
5. Системы нулевого, первого и второго порядка. Передаточные характеристики. Примеры.
6. Особенности расчета пьезоэлектрического преобразователя для ультразвукового скальпеля. Требования к частотному диапазону и излучаемой акустической мощности. Выбор колебательной системы, эквивалентная схема.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Н.А.Корневский, Е.П.Попечителев. 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 гальваномагнитных 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 ГТИ 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: Техно-

сфера, 2013 – 295с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790284&theme=FEFU> (5 экз.)

12. Антипов, М. В.Юртов, И. В.Утенков, А. А.Блинов, А. В.Садунов, В. Д.Огородников, В. А.Михайлов, А. Л.Глушихин, В. В.Вишневецкий, Е. Д, применение пьезоэлектрического метода для измерения параметров ударно-индуцированных пылевых потоков, 2014г

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?federatedId=132004058&theme=FEFU>

13. Паулиш А.Г, Сидоров В.И, Федоринин В.Н, Шатов В.А, пьезооптический датчик деформации и метод контроля параметров движения подъемных механизмов, 2014 г

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?federatedId=130930128&theme=FEFU>

14. Шелест, В. А.Цыгулев, Н. И.Синегубов, А. П.Алгоритмы вычисления электрических величин интеллектуальных распределительных электрических сетей, 2015 г

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?federatedId=130631427&theme=FEFU>

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,

2014.=685с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:777138&theme=FEFU> (3экз.)

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, 21	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – 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 R2016a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете
--	--

Разработана электронная презентация лекционного курса, для демонстрации которой необходим видеопроектор, ноутбук и экран.

Лаборатория электроакустической аппаратуры и измерительных преобразователей, Е629

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В данном разделе приведены материалы, помогающие в последовательном изучении дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды»

На изучение дисциплины отводится 72 часа аудиторных занятий и 72 часа самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. Изложение материала направлено на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. На практических занятиях преподаватель дает методики определения параметров и характеристик заданных ИП и БЭ. Во второй части занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя численные расчеты параметров и характеристик ИП и БЭ. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

Развернутые планы лекций и задания для самостоятельной работы по каждой теме.

Тема 1. Области применения и классификации ИП.

Лекция 1. Введение: место дисциплины в программе подготовки бакалавра направления 200300. Требования к уровню освоения содержания дисциплины. «Предметом курса является изучение физических основ измерительного преобразования, рассмотрение работы преобразователей, основанных на различных принципах действия, расчет и установление зависимостей между метрологическими характеристиками и конструктивными параметрами ИП, и оптимизация этих зависимостей».

Области применения ИП и Э: от стетоскопа и градусника к современным измерительным диагностическим системам (обзор). Особенности биологических объектов (БО): физические свойства БО являются случайными

функциями времени и пространственных координат; измеряемые характеристики БО могут иметь электрическую и не электрическую природу; измеряемые физические величины образуют случайные нестационарные поля. Информативность физиологических показателей (ФП).

Требования к ИП: измерительная система должна оказывать минимальное воздействие на свойства объекта исследования; требования по точности, по чувствительности, быстродействию; стабильность характеристик во времени; электробезопасность; надежность. Ограничения на проведение испытаний на живых существах. Термины и определения.

Классификация ИП: по характеру применения: корпоративные, эндокорпоративные, экзокорпоративные; по назначению: медицинские (для диагностики и лечения), для исследования БО, для управления БО...; по связи чувствительного элемента с БО: контактные, бесконтактные; по принципу инвазивности: неинвазивные, малоинвазивные, инвазивные; по физическим явлениям, положенным в основу преобразования энергии: ИП без преобразования энергии (волноводы, световоды); ИП с изменением сопротивления проводника (тензорезисторы); с изменением сопротивления полупроводника (пьезорезисторы, терморезисторы); емкостные; индуктивные; трансформаторные; пьезоэлектрические; электрохимические; акустические; оптические.... Классификация по академику Ахутину: биоуправляемые и энергетические; биоуправляемые: генераторные и параметрические. Обобщенная структурная схема измерительной системы активного типа. Задания по теме лекции: Представить 4-5 слайдов, кратко отражающих Ваше понимание роли ИП при выполнении медико-биологических исследований. Рассмотреть табл.1, 2. Какие ФП можно измерить с помощью представленных ИП? Какие из ИП могут быть использованы для измерения температуры?

Тема 2. Схемы согласования первичных ИПЭ с техническими средствами регистрации и измерения. Метрологические характеристики ИП, методы и стенды для их оценивания.

Лекция 2. Согласование ИП и радиотехнических устройств (РТУ). Виды согласований: Энергетическое; анергетическое; по отсутствию отражений; по шуму. Основные расчетные соотношения. Способы согласования по шуму.

Метрологические характеристики ИП. Статический режим – работа ИП в лабораторных условиях при н.у. при малых изменениях измеряемой величины x во времени. Градуировочные характеристики. Номинальные характеристики. Коэффициент преобразования. Чувствительность. Дифференциальная чувствительность. Средняя чувствительность. Относительная чувствительность. Диапазон измерений. Точность измерения. Погрешности (виды погрешностей и их учет). Разрешающая способность. Класс точности. Пределы измерения. Динамический диапазон. Динамический режим работы ИП. Характеристики ИП в динамическом режиме: переходная функция; время установления; импульсная переходная функция, или функция веса. Частотная характеристика чувствительности. Задание для самостоятельной работы: Представить 4-5 слайдов, кратко отражающих Ваше понимание роли метрологических характеристик ИП. Подготовиться к экспресс - контрольной работе. Примерные вопросы: классификация ИП, цели и виды согласования, основные определения метрологических характеристик, и т.п.

Лекция 3. Метрологические характеристики систем нулевого порядка. Уравнения, описывающие работу системы. Примеры: потенциометрический преобразователь смещения, датчик Холла для измерения тока, протекающего по кабелю. Метрологические характеристики систем 1 порядка. Уравнения, описывающие работу ртутного термометра. Решение уравнения. Переходная характеристика измерительной системы первого порядка. Частотная характеристика измерительной системы первого порядка. Частота среза. ЛО: о измерении температуры – обзор. Термометрические вещества. Основные конструкции датчиков температуры. Метрологические характеристики систем 2 порядка. Уравнения. Переходная характеристика. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Время установления

Домашнее задание: Найти материал по терморезистивным датчикам: проволочным, тонкопленочным, кремниевым, термисторам, термопарам, полупроводниковым на основе р-п перехода, акустическим, пьезоэлектрическим. Представить информацию в виде презентации.

Тема 3. Вопросы общей теории обратимых преобразователей.

Лекция 4. Некоторые вопросы общей теории обратимого преобразователя. Функция Лагранжа. Уравнения 2-хстороннего преобразователя. Уравнения n-стороннего преобразователя. Различные формы записи уравнений преобразователя. Понятие об электромеханическом n-полюснике. Соотношение взаимности для обратимого 2-хстороннего преобразователя.

Лекция 5. Продолжение общей теории обратимого 2-х стороннего преобразователя. Экспериментальное определение коэффициентов преобразования. Правило знаков. Входное сопротивление преобразователя в рабочем режиме. Входное сопротивление электромеханического преобразователя в режиме двигателя, в режиме генератора, в рабочем режиме. Чувствительность. КПД

Эквивалентные схемы преобразователей. Емкостные преобразователи. Основная схема. Модифицированная схема. Доказательство эквивалентности схем. Индуктивные преобразователи. Гиратор. Псевдотрансформатор. Трехсторонний обратимый преобразователь. Эквивалентные схемы. ДЗ: доказать, что представленные схемы индуктивного электромеханического преобразователя эквивалентны.

Тема 4. Индуктивные и ёмкостные преобразователи.

Лекция 6. Электродинамический преобразователь. Принцип действия. Уравнения. Конструктивные схемы. Расчет входного электрического сопротивления в режиме двигателя. Коэффициент преобразования по току. Теорема об эквивалентном генераторе. Эквивалентные схемы электродинамического преобразователя. Применение электродинамического преобразователя в практике биоинженерии.

Электростатический преобразователь. Принцип действия. Уравнения. Конструктивные схемы. Линеаризация. Уравнения линеаризованного преобразователя. Коэффициенты преобразования по току, по напряжению. Эквивалентные схемы. Примеры применения электростатических преобразователей в практике биоинженерии.

ДЗ: Найти входное механическое сопротивление электродинамического преобразователя и проанализировать полученное выражение.

Лекция 7. Электромагнитные преобразователи. Принцип действия. Уравнения. Конструктивные схемы. Линеаризация. Уравнения линеаризованного преобразователя. Коэффициенты преобразования по току, по напряжению. Эквивалентные схемы линеаризованного и нелинеаризованного преобразователя. Анализ схемы в режиме излучения. Примеры приборов медицинского назначения, использующих электромагнитные преобразователи. Демонстрация работы прибора «Витафон».

Электромагнитные ИП смещения.

Упрощение схемы для частот вблизи резонанса. Основные формулы для расчета преобразователя.

ДЗ: Вывод условия линеаризации электромагнитного преобразователя. Эквивалентная схема преобразователя в режиме приема.

Лекция 8. Пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэффект. Механизм пьезоэффекта на примере кристалла кварца. Местные уравнения пьезоэффекта. Пьезоматериалы. Основные характеристики. Матрица обобщенных упругих, диэлектрических и пьезоэлектрических констант. Пьезокерамики. Пьезопленки. Сравнение свойств полимерных и п/керамических материалов. Использование пьезопленок при создании датчиков давления.

Лекция 9. Коэффициент электромеханической связи. Определение. Примеры определения КЭМС для определенных пьезопреобразователей. Моды колебаний пьезопреобразователей, используемые в биомедицинской технике: пластинки, колеблющиеся по толщине; пластинки, работающие на сдвиге по толщине или по контуру; биморфные пьезоэлементы изгиба;

стержневые преобразователи; цилиндрические и сферические пьезоэлементы; фокусирующие системы. Симметричные и асимметричные биморфы в медицинской практике. Линеаризация АЧХ биморфных пьезоэлементов. Датчик пульса. Датчик тонов Короткова. Конструкции и анализ работы. Способы повышения чувствительности. Конструкция пьезоэлектрического пластинчатого преобразователя. Области рабочих частот и интенсивностей.

Лекция 10. Применение пьезоэлектрических преобразователей. Визуализация акустических изображений в медицине. Методы сканирования.

Ультразвуковые анализаторы состояния газовой среды. Акустический пылемер. Ультразвуковой термометр.

Эффект Доплера . Датчик контроля расхода газа (жидкости). Доплеровский прибор непрерывного излучения. Одноканальный импульсный доплеровский прибор.

Лекция 11. Некоторые соотношения для расчета акустического поля пьезопластины. Эквивалентные схемы пьезопреобразователей, выражения для расчета параметров схем, анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема. Расчет излучаемой акустической мощности. Расчет чувствительности в режиме приема.

Лекция 12. Пьезоэлектрические пластины и стержни. Эквивалентные схемы пьезопреобразователей, выражения для расчета параметров схем, анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема. Упрощения схем для различных диапазонов частот. Схема с сосредоточенными параметрами. Расчет излучаемой акустической мощности. Ограничения мощности, излучаемой пьезопреобразователем. Расчет чувствительности в режиме приема. Секционирование преобразователей. Пьезоэлектрические фокусирующие системы.

Тема 5. Фотоэлектрические ИП.

Лекция 13. Оптические датчики. Фотоэлектрическое преобразование сигналов; электрооптическое преобразование сигналов. Возможные изменения оптического излучения под воздействием измеряемой величины. Опти-

ческий датчик малых перемещений на основе резонатора Фабри-Перо. Решетчатый оптический датчик перемещений. Пример применения оптических датчиков: фотоплетизмография.

Основные свойства и характеристики оптического излучения. пороговая длина волны. Используемые эффекты: поглощение света и фотопроводимость, фотоэффект, электролюминисценция, стимулированное когерентное излучение.

Фотоэлектрические преобразователи: пассивные, активные. Источники излучения: лампы накаливания, неоновые лампы, порошковые и тонкопленочные электролюминисцентные ячейки, светодиоды, твердотельные и полупроводниковые лазеры, волоконнооптические лазеры. Конструкции, основные характеристики. Достоинства и недостатки различных источников излучения.

Метрологические характеристики: темновой ток, фототок, чувствительность, световая характеристика, спектральная характеристика, интегральная чувствительность, обнаружительная способность, ...

Фотоприемники: с внешним фотоэффектом, с внутренним фотоэффектом. Вакуумные и газонаполненные фотоэлементы и фотоумножители. Фоторезисторы. Конструкции, материалы. Характеристики. Достоинства и недостатки. Фотодиоды. Режимы работы и схемы включения. Фототранзисторы. Согласование элементов ОЭИП.

ДЗ: Люксометры, пирометры, приборы люминисцентного анализа.
конструкция и описание работы активного оптического датчика.

Тема 6. ИП для измерения смещений, деформаций, давления, силы.

Лекция 14. Преобразователи для измерения перемещений и деформаций (линейных и угловых): индуктивные, трансформаторные, емкостные. Резистивные ИП: контактные, потенциометрические, тензорезистивные. Материалы для проволочных, пленочных, фольговых, полупроводниковых ТР. Температурный коэффициент сопротивления и его учет. Схемы включения. Характеристики. Тензодиоды и тензотранзисторы. Конструкции датчиков,

анализ работы. Электролитические резисторы. Механотронные ИП. Емкостные и диэлектрические ИП. Конструкции, схемы включения: потенциометрическая, мостовая, генераторная. Индуктивные и трансформаторные ИП. Конструкции, схемы включения.

Тема 7. Электроды и электродные системы для регистрации жизнедеятельности организма.

Лекция 15. Источники биопотенциалов. Уравнение Гольдмана. Регистрация биопотенциалов: двухполюсное и однополюсное отведения. Процессы на границе электрод/биологический объект. Электрические модели биологического объекта (НЧ). Двухэлектродная схема подключения. Тетрагональное подключение. Трехэлектродная схема подключения. Схемы измерения импеданса БО. Выбор величины и частоты рабочего тока.

Электрод. Классификации электродов. Простейшая электрохимическая ячейка. Стандартный водородный электрод. Электроды сравнения. Электрическое сопротивление ячейки.

Лекция 16. Требования к электродам: размеры, материал, электрический тип электрода (резистивные, емкостные, резистивно-емкостные), площадь поверхности электрода, толщина электрода, требования к поверхности. Некоторые требования к электродам для снятия ЭКГ и ЭЭГ. Электрические типы электродов и их характеристики. Основные конструкции электродов.

Системы отведений. Основные факторы: размеры и форма электродов, место наложения каждого электрода – система отведений, входной импеданс электродного усилителя, импеданс кожно-электродного контакта, распределение биопотенциала на поверхности тела, методика отведения биопотенциала.

Электроэнцефалография. Электрокардиография – особенности конструкции электродов.

Заключение. Обзор современных тенденций и направлений в разработках ИП Э для МБ исследований.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины приведены в приложении «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

Для освоения дисциплины следует изучить источники из списка основной и дополнительной литературы, электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, рассматривать практические примеры по темам, знакомиться с понятиями и определениями, находить ответы на вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену студенту следует повторить лекционный материал, изучить источники из списка литературы, подготовиться к ответу на все вопросы, включенные в «Перечень вопросов к экзамену». Во время подготовки к экзамену студент должен систематизировать знания, полученные им при изучении основных тем дисциплины в течение семестра. Это позволяет объединить отдельные темы в единую систему дисциплины.

Следует выделить последний день (либо часть его) перед экзаменом для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
--	--

Лаборатории кафедры физики, ауд. D 627	Частотомер Ф-551А; частотомер ЧЗ-34; Частотомер ЧЗ-32; Лабораторные установки Ноутбук Lenovo ThinkPad X121e Black 11.6" HD(1366x768) AMD E300.2GB DDR3.320GB
Лаборатория Вычислительной техники кафедры приборостроения, ауд. E 628	Частотомер ЧЗ-54; Прибор С1-76; Комплект оборудования №1; Лабораторный комплект основ разработки инженерных приложений и систем сбора данных NI USB-DAQ Bundle X-series; Учебно-исследовательский комплекс модульных приборов NI Modular Instruments Kit
Компьютерный класс, Ауд. E628	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 Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников 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)



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

ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль «Медицинские информационные системы»

Академический бакалавриат. Форма обучения очная

г. Владивосток
2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине Измерительные преобразователи и электроды.

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-16 недели семестра	Выполнение курсовой работы	20 час	Защита курсовой работы
2	1,3,5,8,12, 15 недели	Выполнение индивидуальных заданий	10	УО, выступления в рамках МАО
3	2,4,6,10,13 недели	Подготовка к ЭКР	5	ЭКР
4	7,9,11,14,16 недели	Подготовка презентаций	6	Презентации- дискуссии
5	17 неделя	Подготовка к Итоговой КР	4	ИКР
6	18 неделя, сессия	Подготовка к экзамену	27	Экзамен

Программа самостоятельной работы студентов.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает в себя следующие формы учебной деятельности:

- проработка лекций;
- самостоятельное изучение дополнительного тематического материала курса;
- изучение основного и дополнительного теоретического материала по учебникам, пособиям, монографиям, периодической литературе;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к контрольным занятиям;
- выполнение курсовой работы

- подготовка к сдаче экзамена.

В процессе изучения курса “Измерительные преобразователи и электроды” студентам даются на самостоятельную проработку несколько тем, дополняющих лекционный курс. При выполнении индивидуальных заданий студенты должны найти и изучить дополнительную литературу, справочные материалы. В ходе обучения в семестре проводятся контрольные работы по основным разделам курса. По окончании семестра студенты должны подготовиться к экзамену.

Текущий контроль производится путем проведения контрольных работ (КР), оценки качества выполненных индивидуальных заданий. Контрольная работа представляет собою перечень вопросов по тематике изученного раздела, на который студенты отвечают письменно. Вопросы для контрольных работ предоставляются студентам заранее.

По дисциплине учебным планом предусмотрен экзамен в 6 семестре, которые сдают все студенты вне зависимости от рейтинга по результатам текущего контроля. К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальные домашние задания. Экзамен проводится в письменной форме. Примеры экзаменационных вопросов прилагаются. Студентам доступен перечень вопросов, включаемых в экзаменационные билеты

Задание 1 (1 час). 1. Представить 4-5 слайдов, кратко отражающих Ваше понимание роли ИП при выполнении медико-биологических исследований. 2. Рассмотреть табл.1, 2 раздаточного материала.. Какие физиологические показатели можно измерить с помощью представленных ИП? Какие из ИП могут быть использованы для измерения температуры? Представить материал в виде конспекта.

Задание 2 (1 час.). 1. Представить 4-5 слайдов, кратко отражающих Ваше понимание назначения метрологических характеристик ИП. 2. Подготовка к экспресс - контрольной работе по темам: классификация ИП, цели и виды согласования, основные определения метрологических характеристик. 3. Обзор материалов по тематике «Терморезистивные датчики»: проволочные, тонкопленочные, кремниевые, термисторы, термопары, полупроводниковые на ос-

нове p-n перехода, акустические, пьезоэлектрические. Представление информации в виде презентации с последующим обсуждением.

Задание 3. (1 час.) 1. Доказать эквивалентность схем индуктивного электромеханического преобразователя. 2. Построение эквивалентной схемы заданной системы. 3. Подготовка к контрольной работе

Задание 4 (2 час.). 1. Найти входное механическое сопротивление электродинамического преобразователя в рабочем режиме и проанализировать полученное выражение. 2. Провести численный расчет электродинамического вибровозбудителя. 3. Провести численный расчет конденсаторного микрофона заданной конструкции. Проанализировать частотную зависимость чувствительности. Изучить способы линеаризации ЧХ. 4. Вывод условия линеаризации электромагнитного преобразователя. 5. Эквивалентная схема преобразователя в режимах излучения и приема. 6. Провести численный расчет электромагнитного преобразователя для физиотерапевтической установки. 7. Выполнить сравнение эффективности электромеханического преобразования для различных мод колебаний пьезоэлементов. 8. Численный расчет пьезо преобразователя заданной формы 9. Подготовка к контрольным работам.

Задание 5 (2 час.). 1. Подготовить реферат на выбранную тему (Люксометры, пирометры, приборы люминисцентного анализа). 2. Представить конструкцию и описание работы активного оптического датчика. 3. Подготовка к контрольной работе.

Задание 6 (2 час.). 1. Емкостные и диэлектрические ИП. Конструкции, схемы включения: потенциометрическая, мостовая, генераторная. 2. Индуктивные и трансформаторные ИП. Конструкции, схемы включения. 3. Подготовка к контрольной работе.

Задание 7 (2 час). 1. Схемы отведения для электрокардиографии, электроэнцефалографии. 2. Подготовка презентации на тему («Стеклянные электроды», «Ионоселективные электроды», «Электроды для физиотерапевтических установок» и т.п.). 3. Подготовка к итоговой контрольной работе.

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.

Примерная тематика презентаций

1. Биоэлектрические электроды для электроэнцефалографии
2. Электроды для физиотерапии
3. Датчики температуры, используемые в медико-биологической практике
4. Индуктивные датчики положения
5. Волоконооптические датчики
6. Резистивные датчики смещения
7. Электростатические датчики движения
8. Ультразвуковые датчики положения
9. Пьезоэлектрические датчики силы
10. Биморфные пьезодатчики для измерения артериального давления.
11. Пьезоэлектрические микрофоны.
12. Ионоселективные электроды
13. Стеклянные электроды
14. Оптические датчики перемещения

15. Электролитические датчики углового смещения
16. Применение датчиков давления в медико-биологической практике
17. Применение датчиков силы в медико-биологической практике
18. Особенности конструкций пьезодатчиков, используемых в медико-биологической практике



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

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль «Медицинские информационные системы»

Академический бакалавриат. Форма обучения очная

г. Владивосток

2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	систему электромеханических и электроакустических аналогий
	Умеет	составить эквивалентную схему преобразователя, электрода, элементарной биотехнической системы
	Владеет	методами расчета электрических цепей
ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знает	основные научно-технические журналы и базы данных по профилю подготовки
	Умеет	находить, обрабатывать и анализировать информацию по заданной тематике
	Владеет	навыками представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	историю создания и современные достижения в области разработки измерительных преобразователей и электродов
	Умеет	анализировать информацию, содержащуюся в основных научно-технических журналах, искать и находить результаты новейших разработок
	Владеет	навыками учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в области разработки измерительных преобразователей и электродов для съема медико-биологической информации
ПК-8 способность владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с	Знает	структурную схему съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации, а также отдельных узлов биомедицинской и экологической электронной техники для воздействия и управления медико-биологическими объ-

включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники		ектами
	Умеет	применять правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники
	Владеет	методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации (датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами
ПК-9 способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники	Знает	современные средства программирования
	Умеет	построить модель устройства с учетом свойств биологического объекта
	Владеет	навыками расчета заданного набора характеристик датчика и формирования требований к оборудованию, необходимому для поверки, калибровки и настройки определенного типа оборудования

Контролируемые разделы	Компетенции	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1-3	ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	систему электромеханических и электроакустических аналогий	Контрольная работа,	Экзамен, вопросы 11, 12-25
		Умеет	составить эквивалентную схему преобразователя, электрода, элементарной биотехнической системы	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 11, 12-18, 27, итоговая контрольная работа
1		Владеет	методами расчета электрических	Курсовая работа	<i>Защита курсовой работы</i>

			цепей		
1-3	ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знает	основные научно-технические журналы и базы данных по профилю подготовки	Презентации	Экзамен, вопросы 6-9,11,31-33
		Умеет	находить, обрабатывать и анализировать информацию по заданной тематике	Презентации	Защита курсовой работы
		Владеет	навыками представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Презентации выполнение первого раздела курсовой работы	Защита курсовой работы
1-3	ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	историю создания и современные достижения в области разработки измерительных преобразователей и электродов	Выполнение курсовой работы	Экзамен. Вопросы 12-25, 31-33 Защита курсовой работы
		Умеет	анализировать информацию, содержащуюся в основных научно-технических журналах, искать и находить	Выполнение курсовой работы, подготовка презентаций	Экзамен, вопросы 12-25

			результаты новейших разработок		
		Владеет	навыками учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в области разработки измерительных преобразователей и электродов для съема медико-биологической информации	Выполнение курсовой работы, подготовка презентаций	Экзамен, вопросы 31, 32, защита курсовой работы
1-3	ПК-8 способность владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники	Знает	структурную схему съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации, а также отдельных узлов биомедицинской и экологической электронной техники для воздействия и управления ме-	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 3-5, 8,9,10,26,28,29, 30,31

			дико-биологическими объектами		
		Умеет	применять правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 3,4,6,7, 28,31,32 защита курсовой работы
		Владеет	методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации (датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами	Выполнение курсовой работы	Защита курсовой работы, итоговая контрольная работа
1-3	ПК-9 способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых	Знает	современные средства программирования	Устный опрос, контрольная работа	Экзамен, вопросы 3,8,9
		Умеет	построить модель устройства с учетом свойств биологического объекта	Выполнение курсовой работы	Защита курсовой работы

	для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники	Владеет	навыками расчета заданного набора характеристик датчика и формирования требований к оборудованию, необходимому для поверки, калибровки и настройки определенного типа оборудования	Устный вопрос, контрольная работа	Экзамен, вопросы 1-5,7-9,33
--	---	---------	--	-----------------------------------	-----------------------------

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	систему электромеханических и электроакустических аналогий	Знание первой и второй систем электромеханических и электроакустических аналогий	Уравнения, описывающие колебательные процессы в электрических цепях и механических системах
	Умеет	составить эквивалентную схему преобразователя, электрода, элементарной биотехнической системы	Умение составления эквивалентных схем и составления уравнений, описывающих процессы в электрических цепях	Умеет составить эквивалентную схему электромеханического, электроакустического измерительного преобразователя, электрода, элементарной биотехнической ячейки
	Владеет	методами расчета электрических цепей	Владение методами расчета электрических цепей	Владение методами контурных токов, эквивалентного генератора. операторным методом
ОПК-6	Знает	основные науч-	Знание основ-	Электронный

<p>способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>		<p>но-технические журналы и базы данных по профилю подготовки</p>	<p>ных поисковых систем и баз данных</p>	<p>каталог НБ ДВФУ</p>
	<p>Умеет</p>	<p>находить, обрабатывать и анализировать информацию по заданной тематике</p>	<p>Умение формулировать критерии отбора информации по заданной тематике</p>	<p>Оформлять отчет по анализу отобранной информации</p>
	<p>Владеет</p>	<p>навыками представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>	<p>Владение компьютерными и информационными технологиями представления информации</p>	<p>Применение нормативных документов, регламентирующих правила оформления текстов научно-исследовательских и технических документов</p>
<p>ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники,</p>	<p>Знает</p>	<p>историю создания и современные достижения в области разработки измерительных преобразователей и электродов</p>	<p>Знание основных этапов развития электронных и радиотехнических устройств, применяемых в измерительных системах медицинского и биотехнического назначения</p>	<p>Уверенно ориентируется в классификации ИП и БЭ, формулирует основные современные требования к разрабатываемым ИП и БЭ</p>
	<p>Умеет</p>	<p>анализировать информацию, содержащуюся в основных научно-технических журналах, ис-</p>	<p>Умение провести поиск научно-технической информации по заданной тематике и провести</p>	<p>Разработать модель устройства заданного назначения с использованием новейших до-</p>

информационных технологий в своей профессиональной деятельности		катать и находить результаты новейших разработок	анализ с целью применения новейших разработок в практике создания ИП заданного назначения	стижений
	Владеет	навыками учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в области разработки измерительных преобразователей и электродов для съема медико-биологической информации	Владение методами моделирования и расчета характеристик разрабатываемого ИП и БЭ с помощью современных программных средств компьютерной техники	Уверенное и последовательное применение средств компьютерного моделирования при разработке ИП и БЭ заданного назначения
ПК-8 способно владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицин-	Знает	структурную схему съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации, а также отдельных узлов биомедицинской и экологической электронной техники для воздействия и управления медико-биологическими	знание структурной схемы съема, передачи и регистрации систем измерительных медицинского и биотехнического назначения	способность дать определения основных элементов биотехнических и медицинских измерительных систем

ской и экологической электронной техники		объектами		
	Умеет	применять правила и методы настройки устройств для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники	Умение применения правил настройки устройств для съема медико-биологической информации	Успешное и систематическое применение правил и методов настройки для съема медико-биологической и экологической информации для конкретных видов биомедицинской и экологической электронной техники
	Владеет	методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации (датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами	Владение методами согласования устройств для съема медико-биологической и экологической информации (датчиков и электродов) с биологическими объектами и радиотехническими устройствами	Уверенно выбирает нужный вид согласования и способен выбрать необходимые технические средства
ПК-9 способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств,	Знает	современные средства программирования	Знание методов и способов создания математической модели оборудования, современных средств программирования для настройки измерительных систем медико-биологического назначения	Дает определения основных методов и способов разработки математической модели измерительного преобразователя, методик поверки и наладки измерительного преобразователя.
	Умеет	построить мо-	Умеет разработа-	Успешное и си-

используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники		даль устройства с учетом свойств биологического объекта	тывать технические задания на проектирование	стематическое применение способности разрабатывать технические задания на проектирование измерительных преобразователей и электродов
	Владеет	навыками расчета заданного набора характеристик датчика и формирования требований к оборудованию, необходимому для поверки, калибровки и настройки определенного типа оборудования	владеет навыками расчетов характеристик ИП и БЭ, формулирует требования к оборудованию, необходимому для поверки, калибровки и настройки ИП и БЭ	Способность определять цели и владеть эффективными технологиями решения профессиональных проблем

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты индивидуальных домашних заданий, тестирования) 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 «Измерительные преобразователи и электроды» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды» предусмотрен «экзамен», который проводится в устной форме.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине “Измерительные преобразователи и электроды”

Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине “Измерительные преобразователи и электроды”

1. Метрологические характеристики измерительных преобразователей: статический режим работы.
2. Динамические характеристики измерительных преобразователей.
3. Методы и стенды для оценки метрологических характеристик измерительных преобразователей.

4. Методы и стенды для оценки метрологических характеристик биоэлектрических электродов.
5. Согласование измерительных систем и биологических объектов.
6. Классификации измерительных преобразователей.
7. Классификации биоэлектрических электродов.
8. Активная измерительная система: основные элементы, их назначение, условия согласования.
9. Пассивная измерительная система: основные элементы, их назначение, условия согласования.
10. Чувствительные элементы измерительных преобразователей.
11. Общая теория линейного обратимого преобразователя: постановка задачи.
12. Индуктивные преобразователи для измерения смещений и деформаций.
13. Контактные ИП перемещений.
14. Емкостные ИП давлений и силы.
15. Тензорезистивные ИП и особенности их применения в медико-биологической практике.
16. Электромагнитные преобразователи и их применение для физиотерапии.
17. Электродинамические преобразователи и их применение для физиотерапии.
18. Пьезоэлектрические пластины. Эквивалентные схемы, расчет.
19. Пьезоэлектрические преобразователи, используемые в медико-биологической практике.
20. Источники оптического излучения в МБП.
21. Приемники оптического излучения: конструкции, характеристики.
22. Измерительные преобразователи для исследования температурного режима.
23. Измерительные преобразователи расхода жидкости.

24. Измерительные преобразователи расхода газа.
25. Резистивные ИП. Конструкции, материалы, применение.
26. Электроды и электродные системы для регистрации жизнедеятельности организма.
27. Биопотенциалы и биоэлектрические электроды. Источники биопотенциалов. Электрические модели биологического объекта (НЧ).
28. Требования к электродам: размеры, материал, электрический тип электрода
29. Требования, предъявляемые к материалам и конструкциям электродов для электроэнцефалографии.
30. Требования, предъявляемые к материалам и конструкциям электродов для электрокардиографии
31. Требования, предъявляемые к материалам и конструкциям электродов для электромиографии.
32. Тенденции развития электродной техники.
33. Общие требования к измерительным преобразователям, используемым в медико-биологической практике.

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, один из которых предназначен для контроля 1 или 3 раздела, а второй – второго раздела.

Вопросы к итоговой контрольной работе

1. Что такое чувствительность измерительной системы?
2. Цель выполнения согласования по отсутствию отражений? Запишите условие согласования.
3. Переходная функция - это отклик системы на воздействие (выберите нужное)
 - единичного скачка $1(t)$
 - короткого импульса единичной площади $\delta(t)$
 - гармонического сигнала

- белого шума

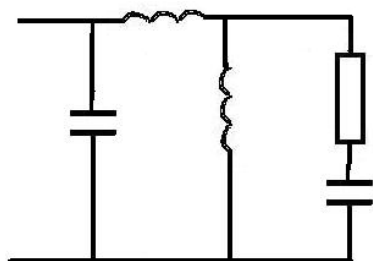
4. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из кварца - пластина X-среза при приложении электрического поля вдоль оси X_1 . Какие деформации будут выражены сильнее? Обоснуйте свой ответ
5. В чем, на ваш взгляд, основное достоинство и основной недостаток контактных ИП перемещений?
6. Нарисуйте схему включения транзисторного ИП. Приведите ВА характеристику, укажите рабочую точку, нагрузочную характеристику.
7. Одинакова ли эффективность работы стержневого преобразователя в режиме одностороннего и двустороннего приема? В каком случае чувствительность выше и почему?
8. Какой КЭС используется при описании работы пьезопластинки, колеблющейся по толщине?
9. Нарисуйте график зависимости чувствительности в режиме приема тонкой пьезокерамической пластинки, колеблющейся по толщине, в поле перпендикулярном ее толщине. Укажите все характерные точки.
10. Опишите работу датчика тонов Короткова. (Принцип действия, требования к приемнику, режим работы и т.д.).
11. Назовите основные конструктивные элементы фоторезисторов. Перечислите главные достоинства и недостатки этого вида детекторов оптического излучения.
12. Какие режимы работы фотодиодов существуют? Поясните достоинства и недостатки этих режимов.
13. Нарисуйте эквивалентную схему замещения тканей биологического объекта.
14. Время реполяризации составляет _____ с
15. Как измерить потенциал повреждения?
16. Требования, предъявляемые к материалам и конструкциям электродов для электроэнцефалографии.

17. Назовите основные конструктивные схемы электродинамического преобразователя. Запишите уравнения, описывающие работу электродинамического преобразователя. Запишите все размерности переменных и параметров.

18. Чему равен коэффициент преобразования по напряжению электростатического преобразователя. Укажите размерность.

19. Запишите выражение для КПД электродинамического преобразователя в режиме излучения

20. Нарисуйте механическую схему соответствующую электрической вида



Оценочные средства для текущей аттестации

Контрольные вопросы по тематическим разделам курса “Измерительные преобразователи и электроды”

(контроль СРС, выполняется в домашних условиях и защищается на консультациях). Приведены примерные тексты индивидуальных заданий.

Задание 1

1. Классификация измерительных преобразователей.
2. Основные параметры ИП.
3. Конструкция проволочного резистивного преобразователя
4. Способы включения резистивных преобразователей
5. Редукция перемещения с помощью рычага.

Задание 2

1. Конструкция фольгового (пленочного) тензодатчика.
2. Конструкция ТМД для измерения давления крови в крупных сосудах.

3. Способы подключения измерительных приборов к термопарам.
4. Полупроводниковые датчики температуры использующие $U_{p-n}(T)$
5. Конструкция манометрического термометра расширения.

Задание 3

1. Схема замещения пьезопластинки.
2. Зависимость полного сопротивления пьезоэлемента от частоты.
3. Диапазоны оптического излучения от УФ до ИК.
4. Характеристика фотоэлемента. Зависимость фототока от светового потока.

Примеры типовых заданий для текущего контроля освоения материала

ЭКР-1

Вариант 1

1. Классификация ИП по характеру применения
2. Запишите условие анэнергетического согласования при измерении across quantity величин
3. Дайте определение функции преобразования
4. Определите входное сопротивление схемы, состоящей из параллельного соединения индуктивности и последовательно соединенных емкости и сопротивления: $R=10 \text{ Ом}$, $L=20 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$, $C=5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$, $f=50 \text{ Гц}$

ЭКР-1 -

Вариант 2

1. Классификация ИП по назначению
2. Запишите условие энергетического согласования
3. Что такое чувствительность?
4. Определите входное сопротивление схемы, состоящей из параллельного соединения индуктивности, емкости и сопротивления: $R=10 \text{ Ом}$, $L=20 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$, $C=5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$, $f=50 \text{ Гц}$

Число вариантов соответствует количеству студентов группы

ЭКР-2

Вариант 1

1. Что такое чувствительность измерительной системы?
2. Цель выполнения согласования по отсутствию отражений? Запишите условие согласования.
3. Что такое динамический диапазон?
4. Переходная функция - это отклик системы на воздействие (выберите нужное)
 - единичного скачка $1(t)$
 - короткого импульса единичной площади $\delta(t)$
 - гармонического сигнала
 - белого шума

ЭКР-2

Вариант 2

1. В каких случаях чувствительность измерительной системы постоянна? Когда используется понятие о средней чувствительности и как ее определить?
2. Цель анергетического согласования. Условия согласования.
3. Что такое передаточная функция?
4. Чем ограничен диапазон измерений?

Число вариантов соответствует количеству студентов группы

ЭКР-3

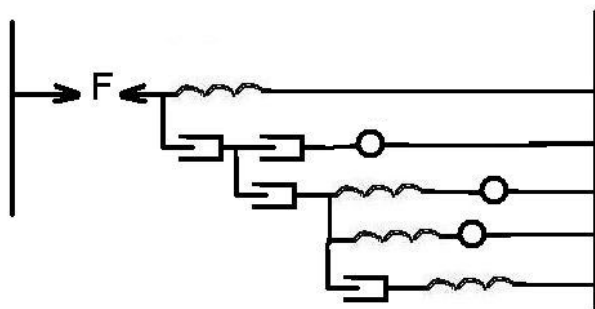
Вариант 1

1. Запишите уравнения двухстороннего емкостного линейного обратимого преобразователя. Нарисуйте эквивалентную схему – аналог. Запишите выражения для всех параметров схемы, и укажите все размерности.
2. Запишите вывод выражения для входного сопротивления линейного обратимого электромеханического преобразователя в рабочем режиме. В качестве исходных уравнений используйте Z форму записи.

ЭКР-3

Вариант 3

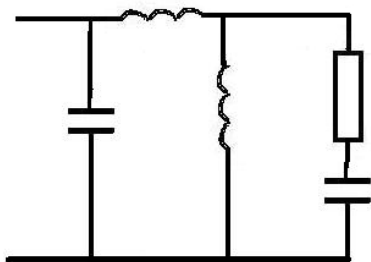
1. Запишите уравнения индуктивного двухстороннего линейного обратимого электромеханического преобразователя. Нарисуйте эквивалентную модифицированную схему – аналог. Запишите выражения для всех параметров схемы, и укажите размерности.
2. Запишите вывод выражения для определения собственной проводимости стороны 1 линейного обратимого преобразователя в режиме торможения стороны 2.. В качестве исходных уравнений используйте Y форму записи/
3. Число вариантов соответствует количеству студентов группы
4. Вариант 1
5. Нарисуйте АЧХ чувствительности системы 2 порядка. Укажите все характерные точки. При каких значениях параметра демпфирования будет наибольшая полоса пропускания?
6. Запишите выражения для коэффициентов преобразования по току и по напряжению для электродинамического преобразователя.
7. Выведите выражение для входного электрического сопротивления электростатического преобразователя в режиме свободных колебаний механической стороны.
8. Нарисуйте дифференциальную схему электромагнитного преобразователя. Укажите ее достоинства и недостатки.
9. Чем ограничена величина постоянного поляризирующего напряжения для электростатического преобразователя?
10. Нарисуйте электрическую схему, соответствующую механической вида



ЭКР-4

Вариант 2

1. Нарисуйте АЧХ чувствительности системы 1 порядка. Укажите все характерные точки. От чего зависит полоса пропускания?
2. Запишите выражения для коэффициентов преобразования по току и по напряжению для электромагнитного преобразователя.
3. Запишите вывод выражения для входного электрического сопротивления электромагнитного преобразователя в режиме свободных колебаний механической стороны
4. Нарисуйте конструктивные схемы электродинамического преобразователя
5. Запишите общие уравнения, описывающие динамическое поведение системы второго порядка. Отметьте характерные особенности такой системы. Приведите пример измерительного преобразователя – системы второго порядка
6. Нарисуйте электрическую схему соответствующую механической вида



Число вариантов соответствует количеству студентов группы

КР-5

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 вы-

полнены 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.).

КР-5

Вариант 17

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец в виде куба из пьезокерамики 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 стержневого преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, перпендикулярном его длине, 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 двустороннего приема. Приведите формулы для определения всех параметров схемы, укажите частотный диапазон, для которого схема справедлива.

4. Запишите формулы для определения собственной частоты колебаний пульсирующего кольца и пульсирующей сферы. Будут ли эти частоты равны, если одинаков резонансный размер и преобразователи выполнены из одного пьезоматериала?

5. Запишите выражение для входного электрического сопротивления одностороннего стержневого пьезокерамического стержневого преобразователя в режиме заданной нагрузки механических сторон. 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.).

Число вариантов соответствует количеству студентов группы

ЭКР 6

Вариант 1

1. Что является мерой быстродействия оптического ИП?
2. Лампа накаливания как источник светового потока. Достоинства и недостатки.
3. Нарисуйте схему включения фоторезистора.
4. Какие материалы используются при изготовлении фотодиодов для оптического диапазона длин волн?

ЭКР 6

Вариант 2

1. Электролюминисцентные ячейки как источник светового потока. Достоинства и недостатки.
2. Нарисуйте схему включения фотодиода в фотогальваническом режиме. Приведите ВА характеристику, положение рабочей точки.
3. Какие материалы используются при изготовлении СИД красного цвета?
4. Принцип действия фототранзистора

Число вариантов соответствует количеству студентов группы

ЭКР-7-2015

Вариант 1

1. Требуется измерить амплитуду колебаний грудной клетки. Какую конструкцию параметрического датчика Вы можете предложить?
2. Какие основные требования к метрологическим характеристикам такого датчика следует предъявлять?
3. Какие требования предъявляются к материалам, из которых выполняется корпус датчика? Чувствительный элемент?

ЭКР-7-2015

Вариант 2

1. Требуется измерить изменение положения человека в пространстве. Какую конструкцию параметрического датчика Вы можете предложить?
2. Какие основные требования к метрологическим характеристикам такого датчика следует предъявлять?
3. Какие требования предъявляются к материалам, из которых выполняется корпус датчика? Чувствительный элемент?

Число вариантов соответствует количеству студентов группы

ЭКР ПЕРЕД 3-ей АТТЕСТАЦИОННОЙ НЕДЕЛЕЙ

Вариант 1

1. Опишите или изобразите, как будет деформироваться образец из пьезо-керамики - 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 пре-

образователя, 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.).

7. Что является мерой быстродействия оптического ИП?

8. Лампа накаливания как источник светового потока. Достоинства и недостатки.

9. Нарисуйте схему включения фоторезистора.

10. Какие материалы используются при изготовлении фотодиодов для оптического диапазона длин волн?

Разработаны тесты освоения отдельных вопросов, рассматриваемых как на лекциях, так и самостоятельно.

Тема «Ультразвуковые преобразователи»

Тест № Вариант 1

Дата разработки 11.09.2015

Внимательно прочитайте начало определения, приведенное в графе 2, и выберите 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	Для получения изгибных колебаний би-	а) соединяться последовательно. б) соединяться параллельно.	

	морфного пьезоэлемента на основе двух склеенных пластин их электроды должны	в) необходимо учесть направление остаточной поляризации. Нарисуйте свой вариант соединения электродов	
2	Скорость распространения ультразвуковых волн в пьезоматериале не зависит от	а) химического состава материала. б) температуры среды. в) направления распространения упругих колебаний. г) скорости движения пьезоэлемента. д) режима работы пьезоэлемента. е) другой вариант ответа.	
3	Условие резонанса для тонкого секционированного пульсирующего кольца имеет вид	а) $\omega_0 = v_1^E / R$. б) $\omega_0 = v_3^E / R$. в) $\omega_0 = v_3^D / R$. г) $\omega_0 = v_1^D / R$ д) $\omega_0 = v_3^E / 2R$. е) $\omega_0 = v_1^E / 2R$ ж) другой вариант ответа.	
4	Расстояние между излучателем и приемником в схемах ультразвуковых пылемера, термометра равно	а) $\lambda / 2$. б) $n\lambda / 2$. в) $(2n - 1)\lambda / 2$. г) не равно $n\lambda / 2$ д) другой вариант ответа.	
5	Приборы, основанные на эффекте Доплера, используют	а) непрерывный режим работы. б) импульсный режим работы. в) Ваш вариант ответа.	
6	Если источник приближается к приемнику, то	а) частота принимаемого сигнала увеличивается. б) остается неизменной. в) частота принимаемого сигнала уменьшается. г) другой вариант ответа.	
7	При А-сканировании после усиления сигнал от приемника подается	а) на горизонтально – отклоняющие пластины ЭЛТ. б) на вертикально – отклоняющие пластины ЭЛТ. в) на управляющий электрод ЭЛТ. г) другой вариант ответа.	
8	Для повышения продольной разрешающей способности у/з системы необходимо	а) увеличивать длительность зондирующего импульса. б) уменьшать длительность зондирующего импульса. в) увеличивать частоту следования импульсов. г) уменьшать частоту следования импульсов. д) Ваш вариант ответа.	
9	Дальность действия у/з системы определяется	а) частотой зондирующего сигнала. б) затуханием ультразвуковых волн в среде. в) чувствительностью приемника. г) амплитудой зондирующего сигнала.	

		д) ничего из приведенного выше. Е) Ваш вариант ответа	
10	Рабочая частота у/з системы	а) определяет размеры преобразователя. б) зависит от свойств области озвучения. в) определяется глубиной зоны озвучения. г) ваш вариант ответа.	

Студент группы _____
 ФИО _____

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

Набранный балл _____ **максимально возможный**
 ___2_-----

Преподаватель _____ Дата проведения _____

Иллюстративный материал (к раздаче при изучении темы «Пьезоэлектрические преобразователи»)

Матричная форма записи: переход от тензора 2-го ранга к 6-ти мерному вектору

• Мнемоническое правило

11	12	13
21	22	23
31	32	33

$\sigma_{pq} \rightarrow \sigma_k, k=1,2,3$ при $p=q$
 $k=4,5,6$ при $p \neq q$

$\sigma_{11} = \sigma_1, \sigma_{22} = \sigma_2, \sigma_{33} = \sigma_3,$
 $\sigma_{12} = \sigma_{21} = \sigma_6, \sigma_{13} = \sigma_{31} = \sigma_5, \sigma_{32} = \sigma_{23} = \sigma_4,$

$2^i u_{pq} \rightarrow u_k, k=1,2,3$ при $p=q$
 $k=4,5,6$ при $p \neq q$

$t = \begin{cases} 0, & \text{при } p=q \\ 1, & \text{при } p \neq q \end{cases}$

$u_{11} = u_1, u_{22} = u_2, u_{33} = u_3,$
 $2u_{12} = 2u_{21} = u_6, 2u_{13} = 2u_{31} = u_5, 2u_{32} = 2u_{23} = u_4,$

Местные уравнения пьезоэффекта: 4 формы записи

$\begin{cases} u_i = s_{ik}^E \sigma_k + d_{mi} E_m \\ D_n = d_{nk} \sigma_k + \epsilon_{mn}^E E_m \end{cases} (1), \begin{cases} \sigma_i = c_{ik}^E u_k - e_{mi} E_m \\ D_n = e_{nk} u_k + \epsilon_{mn}^u E_m \end{cases} (3),$

$\begin{cases} u_i = s_{ik}^D \sigma_k + g_{mi} D_m \\ E_n = -g_{nk} \sigma_k + \beta_{mn}^D D_m \end{cases} (2), \begin{cases} \sigma_i = c_{ik}^D u_k - h_{mi} D_m \\ E_n = -h_{nk} u_k + \beta_{mn}^u D_m \end{cases} (4)$

$c_{ik} = [s_{ik}]^{-1} = (-1)^{i+k} \frac{\Delta_{ik}}{\Delta_s} \left[\frac{H}{M^2} \right]$

$\beta_{mn} = [\epsilon_{mn}]^{-1} = (-1)^{m+n} \frac{\Delta_{mn}}{\Delta_e} \left[\frac{M}{\Phi} \right]$

Пьезомодули

- Кл/Н, м/В $d_{mi} = \epsilon_{mn}^\sigma g_{ni} = e_{mj} s_{ij}^E$
- м²/Кл, Вм/Н $g_{mi} = \beta_{mn}^\sigma d_{ni} = h_{mj} s_{ij}^D$
- Кл/м², Н/Вм $e_{mi} = \epsilon_{mn}^u h_{ni} = d_{mj} c_{ij}^E$
- Н/Кл, В/м $h_{mi} = \epsilon_{mn}^u e_{ni} = g_{mj} c_{ij}^D$

Структура матрицы кварца для главной системы координат

	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	E1	E2	E3
u1	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{14}	0	0	d_{11}	0	0
u2	s_{12}	s_{11}	s_{13}	$-s_{14}$	0	0	$-d_{11}$	0	0
u3	s_{13}	s_{13}	s_{33}	0	0	0	0	0	0
u4	s_{14}	$-s_{14}$	0	s_{44}	0	0	d_{14}	0	0
u5	0	0	0	0	s_{44}	$2s_{14}$	0	$-d_{14}$	0
u6	0	0	0	0	$2s_{14}$	s_{66}	0	$-2d_{11}$	0
D1	d_{11}	$-d_{11}$	0	d_{14}	0	0	ϵ_{11}	0	0
D2	0	0	0	0	$-d_{14}$	$-2d_{11}$	0	ϵ_{11}	0
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	ϵ_{33}

Структура матрицы пьезокерамики для главной системы координат

	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	E1	E2	E3
u1	s_{11}	s_{12}	s_{13}	0	0	0	0	0	d_{31}
u2	s_{12}	s_{11}	s_{13}	0	0	0	0	0	d_{31}
u3	s_{13}	s_{13}	s_{33}	0	0	0	0	0	d_{33}
u4	0	0	0	s_{44}	0	0	0	d_{15}	0
u5	0	0	0	0	s_{44}	0	d_{15}	0	0
u6	0	0	0	0	0	s_{66}	0	0	0
D1	0	0	0	0	d_{15}	0	ϵ_{11}	0	0
D2	0	0	0	d_{15}	0	0	0	ϵ_{11}	0
D3	d_{31}	d_{31}	d_{33}	0	0	0	0	0	ϵ_{33}