



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
Приборостроение


 В.В. Петросьянц

(подпись)

« 08 » сентября 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Приборостроения

 В.И. Короченцев

(подпись)

« 08 » сентября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроакустические преобразователи

Направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение

профиль подготовки: «Акустические приборы и системы»

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 (час.)

лабораторные работы 18 час.

практические занятия 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 12 /пр. 6 /лаб. 6 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 (час.)

самостоятельная работа 117 (час.)

контрольные работы – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа 6 семестр

зачет - не предусмотрено учебным планом

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 03.09.2015 г. № 959

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроение
протокол № 1 от « 08 » сентября 2015 г.

Заведующий кафедрой профессор, д.ф.м.н. В.И. Короченцев

Составитель доцент, к.т.н. Е.Н. Сальникова

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «__» _____ г. № ____

Заведующий кафедрой _____ В.И.Короченцев_____
(подпись) (и.о. фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (и.о. фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электроакустические преобразователи» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», профиль «Акустические приборы и системы» и включена в состав обязательных дисциплин вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Дисциплина реализуется в 6 семестре на 3 курсе. Общая трудоемкость освоения дисциплины «Электроакустические преобразователи» составляет 6 зачетных единиц (216 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов), самостоятельная работа студента (117 часов), контроль (27 часов). Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы и экзамен.

Электроакустические преобразователи являются начальным звеном всякого акустического тракта и окончательным элементом трактов радиовещания, звуковой индикации. Электроакустические преобразователи используются для создания и детектирования акустических полей при проведении ультразвуковой дефектоскопии, в медицине, при измерении шумов и вибраций и т.д.

Для освоения дисциплины необходимо знание высшей математики (линейная алгебра и аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисления, элементы теории поля, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, функция комплексной переменной), физики (механика, электричество и магнетизм), теории колебательных и волновых процессов, информатики (алгоритмизация и программирование), физических основ получения информации, материаловедения, общей электротехники, акустики.

Дисциплина «Электроакустические преобразователи» является базовой при изучении таких специальных дисциплин, как «Гидроакустические

приборы и системы», «Неразрушающие методы контроля», «Шумо и виброзащита в приборостроении» и др.

Цели и задачи дисциплины

Основная **цель** преподавания дисциплины - формирование знаний в области: принципов построения и конструктивного исполнения электроакустических преобразователей различного назначения, предназначенных для работы в различных физических средах при различных условиях.

Задачи дисциплины:

изучить физические основы и принципы построения электроакустических преобразователей и аппаратуры,

овладеть методами анализа характеристик электроакустических преобразователей и оптимизации их характеристик,

научить использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования параметров и характеристик электроакустических преобразователей.

Результаты освоения ООП определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины «Электроакустические преобразователи» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-1: способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, владение культурой мышления;

ОК-2: способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения;

ПК-1: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-2: способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности;

ПК-3: способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;

ПК-4: способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ПК-5: способность использовать системы стандартизации и сертификации, осознание значения метрологии в развитии техники и технологий;

ПК-6: способность применять современные программные средства для разработки и редакции проектно-конструкторской и технологической документации, владение элементами начертательной геометрии и инженерной графики.

После изучения данной дисциплины студенты должны **иметь представление** о тенденциях развития электроакустических приборов различного назначения;

знать физические закономерности и соотношения, характеризующие основу устройства и функционирования электроакустических преобразователей, использующих различные принципы действия, их физические и математические модели;

владеть методами расчета и проектирования электроакустических излучателей и приемников, работающих в различных условиях и средах;

уметь проводить экспериментальные исследования пьезоэлектрических преобразователей;

использовать стандартную терминологию , определения, обозначения и единицы физических величин.

иметь опыт учебного проектирования и конструирования приборов различной физической природы и различного назначения.

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5 способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Знает	Методы измерения основных параметров и характеристик электроакустических преобразователей
	Умеет	Правильно выбрать средства измерения для контроля конкретных параметров и характеристик, грамотно их эксплуатировать
	Владеет	Методами математического моделирования электроакустических преобразователей, навыками обработки результатов измерений
ПК-3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	Знает	Способы описания, основные характеристики и методы анализа электроакустических преобразователей
	Умеет	Применять теоретические знания и справочные данные для выбора средств измерительной техники
	Владеет	Навыками самостоятельного поиска информации, необходимой для анализа характеристик конкретных преобразователей

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электроакустические преобразователи» применяются следующие методы активного обучения: анализ конкретных ситуаций, «лекция-беседа», «групповая консультация», «выполнение и защита лабораторных работ», «выполнение и защита курсовой работы».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 час.)

МОДУЛЬ 1. Электроакустические преобразователи (22 час.)

Раздел I. Физические принципы работы электроакустических преобразователей (16 час.)

Тема 1. Обратимые преобразователи индуктивного типа (8 час.)

Области применения и классификация ЭАП. Индуктивные и емкостные преобразователи. Обратимые и необратимые преобразователи. Электродинамический преобразователь. Соотношение взаимности. Уравнения преобразователя. Основные характеристики. Анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема. Электромагнитные преобразователи. Конструкции электромагнитных преобразователей. Линеаризация характеристик. Анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема. Магнитострикционные преобразователи. Стержневые магнитострикционные преобразователи. Цилиндрические магнитострикционные преобразователи. Эквивалентные схемы. Анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема.

Тема 2. Обратимые преобразователи емкостного типа (8 час.)

Электростатические преобразователи. Способы линеаризации характеристик. Уравнения, описывающие работу механической и электрической стороны преобразователя. Соотношение взаимности. Электретные преобразователи. Особенности конструкции. Анализ работы преобразователя в режиме излучения и приема. Пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэффект. Пьезоэлектрические материалы. Коэффициент электромеханической связи. Пульсирующее пьезоэлектрическое тонкое кольцо. Радиально симметричная мода колебаний тонкой сферической оболочки. Стержневой пьезоэлектрический преобразователь. Эквивалентные схемы преобразователей. Анализ работы

преобразователя в режиме излучения и приема. Частотные характеристики излучаемой мощности, чувствительности в режиме приема.

Раздел II. Общая теория ЭАП (6 час.)

Тема 1. Электромеханические n- полюсники (2 час.)

Энергетические соотношения в системе с n степенями свободы. Позиционные, инерциальные, гироскопические связи. Функция Лагранжа. Понятия об электромеханическом 4-х полюснике, 6-полюснике, n-полюснике. Обобщенные сопротивления. Коэффициенты преобразования. Обобщенные проводимости. Уравнения двухстороннего преобразователя, трехстороннего преобразователя. Правило знаков. Входное сопротивление системы. Чувствительность. КПД.

Тема 2. Электрические схемы- аналоги преобразователей (4 час.)

Уравнения двухстороннего преобразователя индуктивного типа. Электромеханический гиратор и его свойства. Электромеханический псевдотрансформатор. Электрические схемы- аналоги преобразователей индуктивного типа. Правила пересчета сопротивлений. Уравнения двухстороннего преобразователя емкостного типа. Электромеханический трансформатор. Электрические схемы- аналоги преобразователей емкостного типа. Модифицированные схемы аналоги. Доказательство эквивалентности схем. Теорема об эквивалентном генераторе.

МОДУЛЬ 2. Электроакустическая аппаратура (14 час.)

Раздел I. Приемники звука (8 час.)

Тема 1. Параметры и характеристики приемников звука (2 час.)

Классификация и основные характеристики приемников звука. Индуктивные и емкостные приемники. Приемники давления, градиента давления и комбинированные. Ненаправленные приемники, направленные приемники, приемники с управляемыми характеристиками. Основные параметры: осевая чувствительность, стандартный уровень осевой чувствительности, характеристика направленности, коэффициент и индекс направленности, уровень собственного шума.

Тема 2. Направленные свойства приемников звука (2 час.)

Акустическая характеристика. Направленные свойства приемников давления. Зависимость направленных свойств от формы приемника и от частоты, основные конструкции приемников давления индуктивного и емкостного типов. Направленные свойства приемника градиента давления в поле плоской волны и в поле сферической волны. Помехозащищенность приемника градиента давления. Основные конструкции приемников давления индуктивного и емкостного типов. Конденсаторный микрофон – приемник градиента давления и его характеристики направленности. Комбинированный приемник звука. Некоторые конструкции комбинированных приемников индуктивного и емкостного типов и возможность управления характеристикой направленности.

Тема 3. Частотные характеристики приемников звука (4 час.)

Эквивалентные схемы индуктивного и емкостного приемников давления. Вывод и анализ выражений для чувствительности. Частотная характеристика чувствительности приемника давления. Рекомендации по выбору конструкции в зависимости от назначения приемника. Линеаризация характеристики. Конструктивные особенности Эквивалентные схемы индуктивного и емкостного приемников градиента давления. Частотная характеристика чувствительности приемника градиента давления. Работа приемника с электрической нагрузкой. Влияние параметров усилителя на частотные характеристики.

Раздел II. Излучатели звука (6 час.)

Тема 1. Параметры и характеристики источников звука(2 час.)

Классификация громкоговорителей: по способу электромеханического преобразования; по особенностям излучения звуковых колебаний; по классам качества и номинальной мощности; по полосе воспроизводимых частот; по областям применения. Особенности конструкций громкоговорителей. Технические характеристики по ГОСТ, IES; параметры Смолла-Тиле.

Тема 2. Электродинамические громкоговорители прямого действия и рупорные (2 час.)

Способы акустического оформления электродинамических громкоговорителей. Анализ частотной характеристики входного электрического сопротивления. Влияние акустического оформления на частотные характеристики входного электрического сопротивления громкоговорителя. Анализ эквивалентных схем. Работа электродинамического громкоговорителя в области высоких частот. Нелинейные искажения.

Рупорные громкоговорители – особенности конструкций. Уравнения, описывающие работу рупорного электродинамического громкоговорителя. Анализ частотных зависимостей.

Тема 3. Электростатические громкоговорители (2 час.)

Основные конструкции электростатических громкоговорителей и области их применения. Эквивалентные схемы. Направленные свойства. Анализ частотных зависимостей звукового давления. Способы улучшения частотных характеристик.

Тенденции развития современной электроакустической аппаратуры. Заключительный обзор материала дисциплины.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Система электромеханических аналогий (2 час.)

1. Сопоставление уравнений, описывающих свободные колебания в механических системах и электромагнитных контурах.
2. Уравнения, описывающие установившиеся вынужденные колебания в механических системах и электромагнитных контурах.
3. Первая и вторая системы электромеханических аналогий.
4. Аналогия переменных, параметров и сопротивлений.

5. Правила составления схем аналогов.

6. Решение задач

Занятие 2. Расчет параметров и характеристик электродинамического излучателя (2 час.)

1. Составление эквивалентной схемы преобразователя.

2. Упрощение схемы для частот, близких к резонансу.

3. Расчет параметров схемы.

4. Расчет частотной характеристики излучаемой акустической мощности.

5. Расчет КПД в режиме излучения.

6. Расчет чувствительности преобразователя в режиме приема.

7. Анализ частотной зависимости электрического сопротивления.

8. Рекомендации по применению преобразователя.

9. Оформление документации в соответствии со стандартами ЕСКД, ЕСТД,

Занятие 3. Расчет КЭС для различных мод колебаний п/элементов (2 час.)

1. Запись местных уравнений пьезоэффекта для заданной моды колебаний.

2. Учет вида обобщенной матрицы упругих, диэлектрических и пьезоэлектрических параметров заданного пьезоматериала.

3. Вывод выражения для КЭС тонкого стержневого пьезокерамического преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, перпендикулярном длине.

4. Вывод выражения для КЭС тонкого стержневого пьезокерамического преобразователя, совершающего колебания по длине, в поле, параллельном длине.

5. Вывод выражения для КЭС тонкой пьезокерамической пластины, совершающей колебания по длине, в поле, параллельном толщине.

6. КЭС тонкого радиально поляризованного цилиндрического пьезокерамического пульсирующего преобразователя

Занятие 4. Пьезоэлектрический цилиндрический преобразователь (2 час.)

1. Постановка задачи.
 2. Построение эквивалентной схемы.
 3. Упрощение схемы для частоты механического резонанса.
 4. Вывод выражения для максимальной излучаемой акустической мощности.
 5. Выбор пьезоматериала для наиболее эффективной работы преобразователя на частоте механического резонанса.
 6. Расчет геометрических параметров преобразователя.
 7. Расчет параметров эквивалентной схемы и частотных характеристик.
- Анализ полученных данных.

Занятие 5. Расчет параметров пьезоэлектрической пластины. Построение схемы-аналога. Анализ частотных характеристик. (2 час.)

1. Постановка задачи.
 2. Построение эквивалентной схемы.
 3. Упрощение схемы для частот вблизи резонанса, на частоте механического резонанса.
 4. Вывод выражения для максимальной чувствительности в режиме приема
 5. Выбор пьезоматериала для наиболее эффективной работы преобразователя на частоте электромеханического резонанса.
 6. Расчет геометрических параметров преобразователя.
 7. Расчет параметров эквивалентной схемы и частотных характеристик.
- Анализ полученных данных.

Занятие 6. Расчет параметров и характеристик реальных п/элементов. Учет элементов конструкций (2 час.)

1. Расчет резонансного размера пьезоэлемента.

2. Расчет остальных геометрических параметров
3. Учет накладок, согласующих слоев и демпфера на эквивалентных схемах.
4. Анализ частотных характеристик преобразователя с учетом реальных элементов конструкции
5. Оформление документации в соответствии со стандартами ЕСКД, ЕСТД,

Занятие 7. Расчет параметров и характеристик конденсаторного микрофона (2 час.)

1. Конструкции конденсаторных микрофонов.
2. Эквивалентные схемы конденсаторного микрофона – приемника давления
3. Расчет параметров схемы. Упрощения и допущения.
4. Расчет частотной характеристики чувствительности.
5. Анализ частотной характеристики и выработка рекомендаций по корректировке параметров.

Занятие 8. Определение входного электрического сопротивления и КПД электродинамического громкоговорителя (2 час.)

1. Конструкция ЭДП громкоговорителя.
2. Эквивалентная схема преобразователя в режиме излучения на низких, средних и высоких частотах.
3. Учет акустического оформления на схеме для области низких и средних частот.
4. Анализ выражения для частотной характеристики входного электрического сопротивления громкоговорителя.
5. Анализ выражения для частотной характеристики КПД громкоговорителя.
6. Способы улучшения работы громкоговорителя на высоких частотах.

Занятие 9. Контроль степени формирования компетенций ОПК-5, ПК-3 (2 час.).

1. Выступления студентов с презентациями на выбранные темы.
2. Анализ и обсуждение выступлений.

Лабораторные занятия (18 час.)

Лабораторные занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретической и практической частей курса.

Лабораторная работа 1. Определение параметров пьезокерамических стержней и дисков. (4 час.)

Цель работы: освоение стандартной методики измерения параметров пьезокерамических элементов в динамическом режиме (по измерению частот резонанса и антирезонанса). Измерение частот резонанса и антирезонанса для заданных пьезоэлементов. Определение упругих, диэлектрических и пьезоэлектрических констант пьезоматериала.

Лабораторная работа 2. Определение параметров пьезоэлектрических пластин (4 час.).

Цель работы: освоение стандартной методики измерения параметров пьезокерамических элементов в динамическом режиме. Измерение частотной характеристики проводимости заданных пьезоэлементов вблизи частоты резонанса. Построение круговой диаграммы полной проводимости преобразователя. Определение эквивалентных параметров преобразователя, упругих, диэлектрических и пьезоэлектрических констант пьезоматериала.

Лабораторная работа 3. Исследование работы электродинамического вибровозбудителя (4 час.).

Цель работы: изучение работы электродинамического преобразователя в режиме излучения. Изучение особенностей конструкции. Определение частотных характеристик виброускорения. Приобретение навыков проведения акустических измерений.

Лабораторная работа 4. Акустическое оформление громкоговорителей (4 час.).

Цель работы: исследование влияния акустического оформления (плоский экран конечного размера; ящик с открытой задней стенкой, ящик с закрытой задней стенкой, фазоинвертор, лабиринт) на частотные характеристики громкоговорителя на низких частотах. Определение частот механического и электромеханического резонансов. Определение параметров преобразователя по результатам измерений.

Итоговое занятие (2 час.)

Цель занятия: подведение итогов формирования компетенций ПК-3, ОПК-5.

Защита отчетов по лабораторным работам как метод активного обучения.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электроакустические преобразователи» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

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

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

требования к содержанию и оформлению курсовой работы;

критерии оценки курсовой работы;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

7. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства – наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	3, 5, 7, 9, 11 недели – блиц-опрос на лекции (УО), 2,4,6,8,10 недели контроль выполнения ИДЗ, 16 неделя – защита реферата (Приложение 1)	Экзамен Вопросы 1,2,5-7,12-26, 29,30, 32-37,41,42, 44-47,49-52,54,57
2	Модуль 2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	13, 14, 15, недели – блиц-опрос на лекции (УО), 12, 14, 16 недели - контроль выполнения ИДЗ, 17 неделя – презентации, подготовленные студентами (Приложение 1)	Экзамен Вопросы 3,4,10,11,27,28,31,38-40,43,53,55, 56
3	Модули 1,2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	Выполнение курсовой работы 1-16 недели	Защита курсовой работы
4	Модули 1,2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	Защита лабораторных работ	Экзамен Вопросы 22-25,32,37

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

8. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс]/ В.М. Шарапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31881>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>; <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790284&theme=FEFU> (5 экз.)

2. Сальникова, Е.Н. Акустические системы: учеб.пособие/ Е.Н.Сальникова, Л.Г. Стаценко; М: Проспект, 2015.-101с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:791171&theme=FEFU> (5 экз.)

3. Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс] / В.М. Шарапов [и др.] ; под ред. В.М. Шарапова. — Электрон. дан. — Москва: Техносфера, 2013. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73543>. — Загл. с экрана

4. Шарапов В.М., Полищук Е.С., Кошевой Н.Д., Ишанин Г.Г., Минаев И.Г., Совлуков А.С. Датчики: справочник. - М.:Техносфера, 2012 -624с. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие/ В.М. Шарапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790379&theme=FEFU> (3 экз.)

5. 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>. (5 экз.)

6. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. М.: Техносфера, 2006. — 592с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:391340&theme=FEFU> (5 экз.)

7. Русанов, В.В. Микропроцессорные устройства и системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Русанов, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 184 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10931>. — Загл. с экрана.

8. Сонькин, М.А. Микропроцессорные системы. Применение микроконтроллеров семейства AVR для управления внешними устройствами [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А.

9. Сонькин, Д.М. Сонькин, А.А. Шамин. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2016. — 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107726> Загл. с экрана

Дополнительная литература

1. Г.М.Свердлин. Гидроакустические преобразователи и антенны. Л.: Судостроение.-1988.

2. Радиовещание и электроакустика: Учебник / Под ред. М.В.Гитлица.- М.: Радио и связь.- 1989.

3. Фурдуев В.В. Акустические основы вещания.- М., 1960.

4. Сапожков М.А. Звукофикация помещений. —М.:Связь.-1978.

5. Катунин Г.Л., Оболонин И.А. Магнитная запись звуковых сигналов: Учебное пособие./НЭИС, Новосибирск.-1993

6. М.А.Сапожков. Электроакустика.М.,Связь.-1978

А.В.Римский-Корсаков. Электроакустика.-М.: Связь.-1973.

7. Физическая акустика. Под/ред.У.Мэзона, т.1.ч.А., Мир.-1966.

8. Ультразвуковые преобразователи. Под/ред.Е.Кикучи .М., Мир.-1972.

9. В.А.Харкевич. Общая теория преобразователей.М., Наука. —1976.

10. Акустические подводные низкочастотные излучатели. А.В.Римский-Корсаков, В.С.Ямщиков, В.Н., Жулин В.И.,Рехман. Л.,Судостроение.-1984.
11. Г.М.Свердлин. Прикладная гидроакустика. Л.: Судостроение. –1990.
12. А.В.Харитонов. Теория электроакустических преобразователей. Учебное пособие.-Л.:ЛЭТИ.-1978.
13. Пьезокерамические преобразователи. Справочник. Под ред. С.И. Пугачева, Л.: Судостроение. –1984.
14. Подводные электроакустические преобразователи. Под ред. В.В. Богородицкого. Л.: Судостроение.-1984.
15. Справочник по гидроакустике. Под ред. Колесникова А.Е. Л.: Судостроение.-1984.
16. Убанский Б. Электроакустика в вопросах и ответах.-М.:Радио и связь, 1981.
17. Анерт В., Райхард В. Основы техники звукоусиления.-М.:Радио и связь, 1984.
18. Иофе В.К. и др. Справочник по акустике.- М.:Связь, 1979.
19. Ефимов А.Л., Никонов А.В. Акустика. Справочник.-М.:Радио и связь.-1989
20. Сидоров И.Н., Димитров А.А. Микрофоны и телефоны. Справочник.- М.: Радио и связь.-1993.
21. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 1904. Изд-во ДВГТУ.
22. Г.М. Свердлин. Гидроакустические преобразователи и антенны. Л.:Судостроение.-1988.
23. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1904. Изд-во ДВГТУ.
24. Бытовая электроакустическая аппаратура: Справочник/ И.А.Алдошина, В.Б.Бревдо, Г.Н.Веселов.-М.: КубК.-1996.
25. Акустика: Справочник./М.А.Сапожков, В.И.Шоров и др., М.: Радио и связь. – 1989.

26. Сальникова Е.Н. Методические указания по выполнению курсовой работы. Владивосток, изд-во ДВГТУ, 2008.-48 с.

27. Сальникова Е.Н. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Владивосток, изд-во ДВГТУ, 2008.-48 с.

28. Журнал Приборы и техника эксперимента.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7954

29. [Акустика : учебник для вузов / Ш. Я. Вахитов, Ю. А. Ковалгин, А. А. Фадеев \[и др.\] ; под ред. Ю. А. Ковалгина.](#)

30 Радиовещание и электроакустика: Учебное пособие для вузов/ С.И.Алябьев и др.-М., 2010.

31 Джежора А.А. Электроемкостные преобразователи и методы их расчета [Электронный ресурс]: монография/ Джежора А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2007.— 351 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10087>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://www.iprbookshop.ru/10087.html>

Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов;

2. ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки

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,	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов;

21	<ul style="list-style-type: none"> – 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
----	---

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 72 часа аудиторных занятий и 117 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. Изложение материала направлено на формирование общекультурных и профессиональных компетенций. На практических занятиях преподаватель дает методики расчёта параметров и характеристик преобразователей. Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя численные расчеты параметров и характеристик электроакустических преобразователей, а также оформляя ряд документов. 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.

Выполнение лабораторных работ способствует повышению степени формирования профессиональных компетенций ПК-3: способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

В рамках самостоятельного выполнения курсовой работы студенты предъявляют степень формирования профессиональной компетенции ПК-3: способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия; и общепрофессиональной компетенции ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В специализированной лаборатории «Электроакустические преобразователи» ауд. Е629 установлено мультимедийное оборудование, стенды для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электроакустические преобразователи», а также плакаты и слайды, образцы и макеты электроакустической аппаратуры.

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
Лаборатория электроакустических преобразователей кафедры приборостроения, ауд. Е 629	Частотомер Ф-551А; частотомер ЧЗ-34; Частотомер ЧЗ-32; Шумомер 00024; Генератор ГЗ-33, милливольтметр Ноутбук Lenovo ThinkPad X121e Black 11.6" HD(1366x768) AMD E300.2GB DDR3.320GB
Лаборатория Вычислительной техники кафедры приборостроения, ауд. Е 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. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации 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)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Электроакустические преобразователи»

**Направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
профиль «Акустические приборы и системы»**

Форма подготовки очная

Владивосток

2015

План- график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
Условие ограничения U0	Первая неделя семестра	ВАВ	0,5 час.	К, УО
Входное сопротивление ЭСП и ЭДП в заданном режиме работы	Вторая неделя семестра	ВАВ	0,5 час.	К, УО
Выполнение курсовой работы	Вторая-пятнадцатая неделя семестра	КР	16 час.	ЗКР
Лабораторная работа «Определение параметров пьезокерамических стержней и дисков»	третья неделя семестра	ПЗЛР	1 час.	ЗЛР
Лабораторная работа «Определение параметров пьезоэлектрических пластин»	Пятая неделя семестра	ПЗЛР	1 час.	ЗЛР
Лабораторная работа «Исследование работы электродинамического вибровозбудителя»	Седьмая неделя семестра	ПЗЛР	1 час.	ЗЛР
Лабораторная работа «Акустическое оформление громкоговорителей»	Девятая неделя семестра	ПЗЛР	1 час.	ЗЛР
ЕСКД	Первая неделя - восьмая неделя	ИД	2 час.	К, УО
ЕСТД	Девятая неделя— четырнадцатая неделя	ИД	2 час	К, УО
ЕСТПП	Пятнадцатая неделя- восемнадцатая неделя	ИД	2 час	К, УО
Подготовка к экзамену	сессия		9 час	Э

Принятые обозначения: К-конспект, УО- устный опрос, ЗКР- защита курсовой работы, ПЗЛР-подготовка к выполнению и защите, оформление лабораторной работы, ЗЛР- защита лабораторной работы, ЧР- численный расчет, ВАВ -вывод и анализ выражения, СОП- участие в игре «спроси, ответь, проверь», ИД- изучение документации, Э- экзамен.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов

В процессе изучения курса “Электроакустические преобразователи и аппаратура” 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.

Некоторые примеры заданий для ИДЗ приведены ниже.

1. Вывод и анализ условия ограничения максимальной величины поляризующего напряжения линеаризованного электростатического преобразователя, конструктивные ограничения.

2. Вывод и анализ условия линеаризации электромагнитного преобразователя. Анализ возможных конструктивных схем.

3. Вывод и анализ выражений для входного электрического (механического) сопротивлений электродинамического, электромагнитного, электростатического, пьезоэлектрического, магнитострикционного преобразователя в рабочем режиме. Определение основных параметров и характеристик.

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. Разработаны тесты и вопросы для контрольных опросов по каждой теме

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.

Рабочий учебный план предусматривает выполнение курсовой работы по теме «Частотные характеристики преобразователя заданного типа и заданного назначения». Курсовая работа предназначена для углубления и закрепления вопросов, изучаемых в теоретической и практической частях курса, а также вопросов, связанных с расчетом и анализом характеристик ЭАП. Эти вопросы являются наиболее важными при практическом применении знаний, получаемых при изучении данного курса.

Курсовая работа состоит из следующих разделов:

- выбор и обоснование типа электромеханического преобразования, материалов и вида колебательной системы;
- выбор и построение схемы-аналога;
- выработка алгоритма, составление и отладка программы расчета частотных характеристик ЭАП;
- анализ работы преобразователя разработанной конструкции;
- анализ влияния на частотные характеристики конструктивных элементов преобразователя, оптимизация частотных характеристик;
- сравнение частотных характеристик преобразователей различных конструкций;
- выводы.

Пояснительная записка включает введение, исходные данные, краткое изложение основных вопросов теории, вывод и обоснование

необходимых расчетных соотношений, описание методики расчета параметров и характеристик ЭАП, программу для ЭВМ и результаты расчета ЧХ, анализ расчетов и выводы, список использованной литературы. В качестве графической части материала представляются эскизы преобразователей и графики частотных зависимостей.

Список дополнительных вопросов по темам для самостоятельного изучения

1. Сирены и свистки как примеры необратимых излучателей звука.
2. Гидропневматический излучатель.
3. Гидравлично-поршневой акустический излучатель.
4. Электродинамический вибровозбудитель.
5. Взрывные импульсные источники звука в воде.
6. Импульсный электродинамический излучатель.
7. Аппаратура для воспроизведения граммзаписи.
8. Технология магнитной звукозаписи.
9. Стереограммофонная запись.
10. Оптическая запись звука.
11. Цифровая запись акустических сигналов.
12. Магнитная запись с высокочастотным подмагничиванием.
13. Структура записи и воспроизведения звука. Основные принципы и методы записи. Искажения при записи и воспроизведении звука.
14. Конструкции современных звукозаписывающих устройств.

Каждому студенту предоставляется возможность выбора темы для подготовки реферата и выступления с сообщением на студенческой конференции, проводимой кафедрой Приборостроения ежегодно в апреле – мае. Выступление с докладом на конференции позволяет студенту получить дополнительные баллы при балльно-рейтинговой системе оценки знаний.

Требования к выполнению, оформлению и защите лабораторной работы

В течение семестра студенты выполняют четыре лабораторные работы. Все работы выполняются бригадами из 2-3 человек. Каждая работа рассчитана на 4 часа.

На первом занятии студенты знакомятся с правилами техники безопасности и поведения в лаборатории и с порядком выполнения лабораторных работ. Помните, что напряжение переменного и постоянного тока свыше 36 В является опасным для жизни. Перед началом работы следует проверить наличие и исправность защитного заземления или зануления приборов. Работа с электрическими схемами (подсоединении элементов, замена деталей, пайка) должна производиться при обесточенной установке. Приборы установки следует располагать так, чтобы при чтении их показаний исключалось опасное приближение к частям, находящимся под током. Перед началом каждого лабораторного занятия студенты должны пройти инструктаж по ТБ и расписаться в соответствующем журнале. Фамилия, имя и отчество пишутся полностью, без сокращений.

Перед каждым занятием студенты должны изучить теоретические основы работы, уяснить цель, содержание и порядок выполнения работы, заготовить формы таблиц измеряемых величин. В начале каждого занятия преподаватель проверяет готовность студентов к выполнению лабораторной работы в объеме контрольных вопросов, изложенных в конце описания каждой работы. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Включение лабораторных установок допускается только с разрешения преподавателя. В течение семестра в лаборатории проводятся несколько циклов лабораторных практикумов для студентов разных курсов обучения и разных образовательных программ. В связи с этим не разрешается включать и переносить приборы, не относящиеся к данной лабораторной установке, без разрешения преподавателя. После выполнения работы студенты

предъявляют преподавателю протоколы экспериментов для проверки, выключают установку и сдают рабочее место. Подписанные преподавателем протоколы прилагаются к отчету.

Отчеты оформляются каждой бригадой на листах формата А4 и предъявляются преподавателю в сброшюрованном виде. На титульном листе отчета должны быть указаны название вуза, института, кафедры, номер и название лабораторной работы, фамилии и инициалы студентов, выполнявших работу, их подписи, а также фамилия и инициалы преподавателя. В отчете приводятся краткие теоретические сведения, цель работы, описание лабораторной установки, схема, расчетные формулы и результаты измерений и расчетов. Обязательным элементом отчета должны быть выводы по проделанной работе. Оформление отчетов следует производить в соответствии с правилами оформления текстовых документов в ДВФУ.

Защита выполненных и оформленных работ проводится в виде индивидуального собеседования по её содержанию. Студенты, не получившие зачета по двум лабораторным работам, к выполнению последующих работ не допускаются. При балльно-рейтинговой системе контроля за своевременное выполнение, оформление и защиту лабораторной работы студент получает 5 баллов



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Электроакустические преобразователи»

Направление подготовки – 12.03.01.»Приборостроение»

профиль «Акустические приборы и системы»

Форма подготовки

Владивосток

2015

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5 способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Знает	Методы измерения основных параметров и характеристик электроакустических преобразователей
	Умеет	Правильно выбрать средства измерения для контроля конкретных параметров и характеристик, грамотно их эксплуатировать
	Владеет	Методами математического моделирования электроакустических преобразователей, навыками обработки результатов измерений
ПК-3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	Знает	Способы описания, основные характеристики и методы анализа электроакустических преобразователей
	Умеет	Применять теоретические знания и справочные данные для выбора средств измерительной техники
	Владеет	Навыками самостоятельного поиска информации, необходимой для анализа характеристик конкретных преобразователей

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства – наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	3, 5, 7, 9, 11 недели – блиц-опрос на лекции (УО), 2,4,6,8,10 недели контроль выполнения ИДЗ, 16 неделя – защита реферата (Приложение 1)	Экзамен Вопросы 1,2,5-7,12-26, 29,30, 32-37,41,42, 44-47,49-52,54,57
2	Модуль 2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные	13, 14, 15, недели – блиц-опрос на лекции (УО), 12, 14,	Экзамен Вопросы 3,4,10,11,27,2

		экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	16 недели - контроль выполнения ИДЗ, 17 неделя - презентации, подготовленные студентами (Приложение 1)	8,31,38-40,43,53,55,56
3	Модули 1,2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	Выполнение курсовой работы 1-16 недели	Защита курсовой работы
4	Модули 1,2	ОПК-5: способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований ПК-3: способность к проведению измерений и исследованию различных объектов по заданной методике	Защита лабораторных работ	Экзамен Вопросы 22-25,32,37

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-5 способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Знает	Методы измерения основных параметров и характеристик электроакустических преобразователей	Знание основных методов и методик измерения параметров ЭАП	Знание соответствующих ГОСТ и др. нормативных документов
	Умеет	Правильно выбрать средства измерения для контроля конкретных параметров и	Умение разработать методику проведения параметров для конкретного ЭАП	Умение провести экспериментальное исследование

		характеристик, грамотно их эксплуатировать		
	Владеет	Методами математического моделирования электроакустических преобразователей, навыками обработки результатов измерений	Владение навыками обработки результатов эксперимента	Владение руководством по неопределенности измерения, расчет неопределенности и правильная интерпретация результатов эксперимента
ПК-3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	Знает	Способы описания, основные характеристики и методы анализа электроакустических преобразователей	Знание нормативной базы и стандартных методик исследования	
	Умеет	Применять теоретические знания и справочные данные для выбора средств измерительной техники	Умение разработать методику проведения параметров для конкретного ЭАП	Умение провести экспериментальное исследование
	Владеет	Навыками самостоятельного поиска информации, необходимой для анализа характеристик конкретных преобразователей	Владение навыками обработки результатов эксперимента	Способен разработать методику проведения измерения, выполнить эксперимент, обработать результаты, провести анализ и дать рекомендации по оптимизации параметров