



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

(подпись)

А.Ю. Родионов

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента
электроники, телекоммуникации и
приборостроения

(подпись)

Л.Г. Стаценко

(И.О. Фамилия)

«29» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Преобразователи и направленные антенны

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

Цифровые технологии морского приборостроения

Форма подготовки очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки

12.04.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. №957.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения протокол № 5 от «29» декабря 2022 г.

Директор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения: д.ф.-м.н., профессор Стаценко Любовь Григорьевна

Составитель : доцент, к.ф.-м.н. Сальникова Е.Н.

Владивосток
2022

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 202__ г. № _____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_» _____ 202__ г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_» _____ 202__ г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_» _____ 202__ г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_» _____ 202__ г. № _____

Аннотация дисциплины

Преобразователи и направленные антенны

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы/144 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объёме *18 часов (в том числе 6 часов с использованием МАО)*, практических занятий в объёме *36 часов (в том числе 12 часов с использованием МАО)*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – *90 часов*, из которых на контроль отводится – *36 часов*.

Язык реализации: русский

Целью освоения дисциплины «Преобразователи и направленные антенны» является изучение физических основ и принципов построения электромеханических преобразователей и гидроакустических антенн, формирование знаний и умений в области современных электромеханических систем, методов математического описания и моделирования процессов электромеханического преобразования энергии, а также методов анализа и расчета параметров и характеристик электроакустических преобразователей и гидроакустических антенн.

Задачи:

- 1) научить использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при построении электромеханических преобразователей и гидроакустических антенн;
- 2) применять знание общей теории электромеханических преобразователей при расчете и конструировании электроакустических преобразователей и антенн;
- 3) применять методы математического анализа и моделирования,

теоретического и экспериментального исследования параметров и характеристик электроакустических преобразователей и гидроакустических антенн;

4) привить навыки измерений и исследования параметров и характеристик электроакустических преобразователей и гидроакустических антенн;

5) развить умения рассчитывать и конструировать различные типы передающих и приемных антенн.

Для успешного изучения дисциплины «Преобразователи и направленные антенны» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных; ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности, полученные в результате изучения дисциплин "Математическое и имитационное моделирование приборных систем", "Информационные технологии в приборостроении", «Измерительно-вычислительные комплексы в приборостроении». Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Приборы и системы гидроакустических исследований», «Специфика проектирования экономически эффективных приборов и систем», «Ультразвуковая техника», также формирующих профессиональные компетенции ПК-1, ПК2.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине «Преобразователи и направленные антенны»

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование Компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
---	---	--	--

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Знает основные доступные источники информации, помогающие решить поставленную проблемную ситуацию Умеет найти решение поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации Владеет навыком поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
научно-исследовательский	ПК-3 Способность к осуществлению научного руководства проведением исследований по отдельным задачам и управлением результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-3.3 Анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ	Знает научные данные в соответствии задачами выполнения опытно-конструкторских работ Умеет проводить теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ Владеет навыком анализа научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ
Научно-исследовательский	ПК-1 Способность к проведению патентных исследований и работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1 Определение задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработка задания на проведение патентных исследований	Знает основные задачи патентных исследований, видов исследований Умеет определять задачи патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработку задания на проведение патентных исследований Владеет навыком анализа при определении задач патентных исследований
		ПК-1.2 Осуществление поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске, систематизация и анализ отобранной документации	Знает утвержденный регламент, в соответствии с которым осуществляется поиск и отбор патентной и другой документации Умеет оформлять отчет о поиске, систематизации и анализе отобранной документации Владеет навыком поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом

		ПК-1.3 Оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях, обоснование решений задач исследования по теме магистерской работы; осуществление подготовки выводов и рекомендаций	Знает методику оформления результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях Умеет обосновывать решения задач исследования по теме магистерской работы; осуществлять подготовку выводов и рекомендации Владеет навыком анализа при оформлении результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях
	ПК-2 Способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, готов к проведению испытаний с выбором технических средств и обработкой результатов	ПК-2.4 Теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией	Знает актуальную нормативную документацию, необходимую для обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений Умеет обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, оформлять результаты в соответствии с актуальной нормативной документацией Владеет навыком теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформления результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Преобразователи и направленные антенны» применяются следующие образовательные технологии и методы активного/интерактивного обучения: практика-консультация.

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Преобразователи и направленные антенны» является изучение физических основ и принципов построения электромеханических преобразователей и гидроакустических антенн, формирование знаний и умений в области современных электромеханических систем, методов математического описания и моделирования процессов электромеханического преобразования энергии, а также методов анализа и расчета параметров и характеристик электроакустических преобразователей и

гидроакустических антенн.

Задачи:

1. научить использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при построении электромеханических преобразователей и гидроакустических антенн;
2. применять знание общей теории электромеханических преобразователей при расчете и конструировании электроакустических преобразователей и антенн;
3. применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования параметров и характеристик электроакустических преобразователей и гидроакустических антенн;
4. привить навыки измерений и исследования параметров и характеристик электроакустических преобразователей и гидроакустических антенн;
5. развить умения рассчитывать и конструировать различные типы передающих и приемных антенн.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане): «Преобразователи и направленные антенны» является дисциплиной выбора части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом.

Универсальные и профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине.

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование Компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Знает основные доступные источники информации, помогающие решить поставленную проблемную ситуацию Умеет найти решение поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации Владеет навыком поиска вариантов решения

			поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
научно-исследовательский	ПК-3 Способность к осуществлению научного руководства проведением исследований по отдельным задачам и управлением результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-3.3 Анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ	Знает научные данные в соответствии задачами выполнения опытно-конструкторских работ Умеет проводить теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ Владеет навыком анализа научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ
Научно-исследовательский	ПК-1 Способность к проведению патентных исследований и работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1 Определение задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработка задания на проведение патентных исследований	Знает основные задачи патентных исследований, видов исследований Умеет определять задачи патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработка задания на проведение патентных исследований Владеет навыком анализа при определении задач патентных исследований
		ПК-1.2 Осуществление поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске, систематизация и анализ отобранной документации	Знает утвержденный регламент, в соответствии с которым осуществляется поиск и отбор патентной и другой документации Умеет оформлять отчет о поиске, систематизации и анализе отобранной документации Владеет навыком поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом
		ПК-1.3 Оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях, обоснование решений задач исследования по теме магистерской	Знает методику оформления результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях Умеет обосновывать решения задач исследования по теме магистерской работы; осуществлять подготовку выводы и рекомендации

		работы; осуществление подготовки выводов и рекомендаций	Владеет навыком анализа при оформлении результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях
	ПК-2 Способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, готов к проведению испытаний с выбором технических средств и обработкой результатов	ПК-2.4 Теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией	Знает актуальную нормативную документацию, необходимую для обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений Умеет обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, оформлять результаты в соответствии с актуальной нормативной документацией Владеет навыком теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформления результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией

II. Трудоёмкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа).

III. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации***
			Лек	Лаб	Пр	ОК*	СР	Конт роль**	
1	Физические принципы работы электромеханических преобразователей	3	6	-	6	-	54	36	Экзамен
2	Общая теория ЭАП		2	-	6				
3	Приемники звука.		2	-	6				
4	Излучатели звука		2	-	6				
5	Гидроакустические антенны		6	-	12				
<i>Итого:</i>			18	-	36	-	54	36	

IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Физические принципы работы электромеханических преобразователей (6 час.)

Тема 1. Обратимые преобразователи индуктивного типа (3 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 (3 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 (2 час.)

Тема 1. Электромеханические n - полюсники (1 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 (1 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.

Раздел III. Приемники звука (2 час.)

Тема 1. Параметры и характеристики приемников звука (1 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 (1 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.

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 IV. Излучатели звука (2 час.)

Тема 1. Параметры и характеристики источников звука (1 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.

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.

Раздел V. Гидроакустические антенны (4 час.)

Тема 1. Направленные свойства гидроакустических антенн (1 час.)

Основные параметры, характеризующие направленность гидроакустических антенн. Режим излучения. Амплитудная характеристика направленности излучающей антенны. Коэффициент концентрации звуковой энергии. Режим

приема. Чувствительность и характеристика направленности. Помехоустойчивость. Акустическая мощность дискретной антенны.

Тема 2. Общие методы определения полей, создаваемых антеннами (1 час).

Методы, основанные на применении функции Грина. Модельные представления антенн и некоторые общие соотношения. Плоский излучатель в бесконечном жестком экране. Линейный излучатель. Дискретные линейные антенны. Дискретные антенны, состоящие из направленных элементов. Теорема умножения. Теоремы сложения и смещения. Дискретные антенны с произвольным расположением точечных элементов. Плоская антенна .

Тема 3. Методы синтеза антенн (2 часа).

Постановка задачи синтеза. Условия для существования точного решения для линейного излучателя. Решение задачи синтеза для линейного излучателя. Метод парциальных диаграмм. Метод собственных функций. Метод интеграла Фурье. Приближенный расчет антенны по заданной диаграмме направленности..

V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

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. Анализ конкретных ситуаций.

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. Анализ влияния параметров излучателя на частотные характеристики.

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,

Занятия 3,4. Расчет КЭС для различных мод колебаний п/элементов (4 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

Занятия 5,6. Пьезоэлектрический цилиндрический преобразователь (4 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.

Занятия 7,8. Расчет параметров пьезоэлектрической пластины.

Построение схемы-аналога. Анализ частотных характеристик. (4 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 9. 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 10. 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.

Занятия 11,12. Определение входного электрического сопротивления и КПД электродинамического громкоговорителя (4 часа).

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.

Занятия 13,14. Дискретные антенные решетки (4 час.).

1. Расчет акустического поля, создаваемого плоской антенны в бесконечном экране.
2. Характеристика направленности плоского излучателя в бесконечном жестком экране.
3. Компенсация антенны в заданном направлении.
4. Фазовый центр антенны.
5. Применение теорем направленности для расчета характеристики направленности дискретной антенны, состоящей из направленных элементов.

Занятия 15,16. Поверхностные непрерывные антенны(4 часа).

1. Определение оптимальных возбуждений.
2. Непрерывные плоские антенны. Расчет характеристики направленности прямоугольной антенны.
3. Расчет характеристики направленности круглой антенны.
4. Излучение цилиндрической поверхностью.

Занятие 17. Другие типы антенн (2 часа).

1. Расчет рефлекторной антенны с параболическим отражателем .
2. Анализ и обсуждение результата.

Занятие 18. Контроль степени формирования компетенций (2 час.).

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

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Физические принципы работы электромеханических преобразователей	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Знает основные доступные источники информации, помогающие решить поставленную проблемную ситуацию Умеет найти решение поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации Владеет навыком поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации		
		ПК-1.1 Определение задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработка задания на проведение патентных исследований	Знает основные задачи патентных исследований, видов исследований Умеет определять задачи патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработка задания на проведение патентных исследований Владеет навыком анализа при определении задач патентных исследований		

2	Общая теория ЭАП	ПК-1.2 Осуществление поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске, систематизация и анализ отобранной документации	Знает утвержденный регламент, в соответствии с которым осуществляется поиск и отбор патентной и другой документации Умеет оформлять отчет о поиске, систематизации и анализе отобранной документации Владеет навыком поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом	ПР-4 Реферат	-
3	Приемники звука	ПК-1.3 Оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях, обоснование решений задач исследования по теме магистерской работы; осуществление подготовки выводов и рекомендаций	Знает основные элементы планов и методические программы проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств Умеет разрабатывать элементы планов и методических программ проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств Владеет навыком анализа и выбора оптимального варианта для разработки элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств	ПР-4 Реферат	- -
		ПК-2.4 Теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией	Знает актуальную нормативную документацию, необходимую для обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений Умеет обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, оформлять результаты в соответствии с актуальной нормативной документацией Владеет навыком теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией		
4	Излучатели звука	ПК-2.4 Теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в	Знает актуальную нормативную документацию, необходимую для обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений Умеет обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, оформлять результаты в соответствии с актуальной нормативной	ПР-4 Реферат	- -

		соответствии с актуальной нормативной документацией	документацией Владеет навыком теоретического обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и оформление результатов в соответствии с актуальной нормативной документацией		
4	Излучатели звука	ПК-1.3 Оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях, обоснование решений задач исследования по теме магистерской работы; осуществление подготовки выводов и рекомендаций	Знает основные элементы планов и методические программы проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств Умеет разрабатывать элементы планов и методических программ проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств Владеет навыком анализа и выбора оптимального варианта для разработки элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок испытаний с выбором технических средств	ПР-4 Реферат	- _
ПК-1.2 Осуществление поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске, систематизация и анализ отобранной документации		Знает утвержденный регламент, в соответствии с которым осуществляется поиск и отбор патентной и другой документации Умеет оформлять отчет о поиске, систематизации и анализе отобранной документации Владеет навыком поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом			
ПК-3.3 Анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ		Знает научные данные в соответствии задачами выполнения опытно-конструкторских работ Умеет проводить теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ Владеет навыком анализа научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ			

Гидроакустические антенны	ПК-1.2 Осуществление поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске, систематизация и анализ отобранной документации	Знает утвержденный регламент, в соответствии с которым осуществляется поиск и отбор патентной и другой документации Умеет оформлять отчет о поиске, систематизации и анализе отобранной документации Владеет навыком поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом	ПР-4 Реферат	-
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Знает способы конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов в коллективе Умеет организовать и координировать работу участников проекта Владеет лидерскими качествами, позволяющими успешно организовать и координировать работу участников проекта.	ПР-4 Реферат	-
	ПК-3.3 Анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ	Знает научные данные в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ Умеет проводить теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ Владеет навыком анализа научных данных в соответствии с задачами выполнения опытно-конструкторских работ	ПР-4 Реферат	-
Экзамен	УК-1.2 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.4 ПК-3.3	-	-	УО-1

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления

студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к экзамену;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Антенны связи диапазона СВЧ: Учебное пособие. [Электронный ресурс] / Бондаренко Л.В. — Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. — 81 с.
<https://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000843687?query=антенны+и+фидеры&queryType=vitalDismax>
2. Задачи анализа и синтеза приемных и излучающих антенных систем :

учебное пособие [Электронный ресурс] / Короченцев В.И., Сюань Линьлинь, Голиков С.Ю. — Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2018. — 51 с.

<https://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000876864?query=антенны&queryType=vitalDismax>

3. Ульященко, Г. М. Микропроцессорное управление устройствами преобразования электрической энергии и передачи электротехнической информации : учебное пособие / Г. М. Ульященко. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2016. — 72 с. — ISBN 978-5-9908055-5-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/58295.html>

4. Компьютерная и микропроцессорная техника в исследовании и управлении электропривода. Ч.1 : лабораторный практикум / составители В. А. Арефьев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 108 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90524.html>

5. Вострокнутов, Н. Н. Поверка и калибровка измерительных преобразователей электрических величин : конспект лекций / Н. Н. Вострокнутов. — Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. — 49 с. — ISBN 2227- 8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44272.html>

6. 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.)

7. 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.)

8. 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

9. 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

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

11. 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..

12. Электромеханические преобразователи, диагностика и защита/ВетровВ.И., ЕрушинВ.П., ТимофеевИ.П. - Новосиб.: НГТУ, 2013. - 259 с.: ISBN 978-5-7782-2359-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/548092>

13. Земляков, В. Л. Электроакустические пьезопреобразователи и антенные решетки : учебное пособие / В. Л. Земляков ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета. 2017. — 8S с. - ISBN 978-5-9275-2370-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1020491> - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1020491>

14. Пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи (акселерометры): монография / Янчич В.В. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2010. - 304 с. ISBN 978-5-9275-0728-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/551154>

15. Пивнев П.П. Основы проектирования и конструирования гидроакустической аппаратуры: учебное пособие/ П.П.Пивнев, С.П.Тарасов,

И.А.Кириченко; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: издательство Южного федерального университета, 2018.-146с.

16. Пивнев, П. П. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-наДону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. – 143 с.

Дополнительная литература

1. Шишмарев, Владимир Юрьевич. Физические основы получения информации : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Приборостроение" и приборостроит. специальностям / В. Ю. Шишмарев .— Москва : Академия, 2010 .— 448 с. ; 21 см .— (Высшее профессиональное образование, Приборостроение) .— Библиогр.: с. 442-443

2. Шишмарев, Владимир Юрьевич. Технические измерения и приборы : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Автоматизир. технологии и прва" / В. Ю. Шишмарев .— Москва : Академия, 2010 .— 384 с. : ил. ; 22 см .— (Высшее профессиональное образование, Автоматизация и управление) .— Тираж 1500 экз. — Библиогр.: с. 377-378

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/> 19
2. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронный фонд правовой и нормативной документации <http://docs.cntd.ru/>
4. Академия Google Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин <https://scholar.google.ru/>

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных

мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам.

Освоение дисциплины «Преобразователи и направленные антенны» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Преобразователи и направленные антенны» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

X. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Компьютерный класс кафедры Е 727	оборудование Elvis II + модуль «Аналоговые элементы»	– MicrosoftOfficeProfessionalPlus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – AdobeAcrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCADElectrical 2015

		LanguagePack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – оборудование Elvis II + модуль EmonaDATEx + соответствующий софт.
--	--	--

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 Avergence; 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)

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.