



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,  
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Электроакустика и звуковое вещание

**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Системы радиосвязи и радиодоступа

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 16 / пр. 36 / лаб.     - час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО 52 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа 7 семестр

зачётне предусмотрен

экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 г. №930.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения

протокол № 7 от «27» января 2021 г.

Директор департамента \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., проф., Стаценко Л.Г.

Составитель (ли): \_\_\_\_\_ Л.Г. Стаценко, Ю.В. Миргородская

Владивосток  
2021

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Цели и задачи освоения дисциплины:**

Цель: изучение основных аспектов звукового вещания, электроакустика, смежных с ней фундаментальных вопросов акустики, применительно к системам звукоусиления, записи, воспроизведения звука.

Задача: научиться проектировать и эксплуатировать устройства, входящие в системы звукоусиления, озвучивания, обработки и записи сигналов: проводить электрические и акустические измерения отдельных элементов и систем звукового вещания в целом; получить навыки технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, подготовки помещений к работе аппаратуры, записи, воспроизведения.

Для успешного изучения дисциплины «Электроакустика и звуковое вещание» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
- Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
- Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).
- Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
- Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.
- Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.
- Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных.
- 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.
- Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учётом требований нормативной документации.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-6 Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ	ПК-6.1 Осуществляет планирование транспортных сетей и сетей передачи данных; ПК-6.2 Анализирует качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-6.1 Осуществляет планирование транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах; процессы распространения звука в помещении
	Умеет оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники
	Владеет навыками акустического расчёта помещения любой конфигурации и назначения
ПК-6.2 Анализирует качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает модели распознавания простых звуковых сигналов; особенности передачи звуковых сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем
	Умеет эксплуатировать устройства, входящие в системы звукоусиления, озвучения
	Владеет навыками проведения акустических измерений; навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров звуковой аппаратуры
ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов физиологические аспекты звучания; методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче звуковой информации.
	Умеет проводить запись и обработку звуковых сигналов
	Владеет навыками технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, записи и воспроизведения звука; практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

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

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной и текущей аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Звуковое поле. Основные свойства слуха. акустические сигналы	7	8	-	8	-	2	6	УО-1, ПР-7, ПР-11
2	Раздел 2. Электромеханоакустические системы и их элементы. Микрофоны. Громкоговорители.	7	8	8	8	-	4	8	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-11
3	Раздел 3. Акустика помещений. Студии звукового и телевизионного вещания	7	12	6	14	-	12	6	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-11
4	Раздел 4. Озвучение и звукоусиление. Понятность и разборчивость речи	7	8	4	6	-	9	7	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-11
	Итого:		36	18	36	-	27	27	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (36 час.)**

**Раздел 1. Звуковое поле. Основные свойства слуха. Акустические сигналы (8 час.)**

**Тема 1. Звуковое поле в неограниченном пространстве (4 час.)**

Энергетические характеристики. Плоская, цилиндрическая и сферическая волны. Модели распознавания простых звуковых сигналов и восприятия речевых сообщений и художественных произведений.

**Тема 2. Основные свойства слуха (2 час.)**

Строение уха. Восприятие по частоте, по амплитуде. Порог слышимости. Уровни, громкость и уровень громкости. Громкость сложных звуков. Эффект маскировки. Временные характеристики слухового восприятия. Нелинейные свойства слуха. Бинауральный эффект. Звук и слух человека.

**Тема 3. Акустические сигналы (2 час.)**

Динамический диапазон. Средний уровень. Частотный диапазон и спектры. Временные характеристики акустического сигнала. Первичный речевой сигнал. Вторичный сигнал.

**Раздел 2. Электромеханоакустические системы и их элементы. Микрофоны. Громкоговорители. (8 час.)**

**Тема 4. Электромеханоакустические системы и их элементы (2 час.)**

Метод электромеханических аналогий. Электромеханические преобразователи. Акустические системы. Эквивалентные схемы. Заглушенность и гулкость помещений.

**Тема 5. Микрофоны (2 час.)**

Акустические характеристики микрофонов. Динамические, конденсаторные, электретные, угольные микрофоны. Пьезомикрофоны. Электромагнитные микрофоны. Ларингофоны.

**Тема 6. Громкоговорители (4 час.)** Особенности конструкций. Диффузорные излучатели. Диффузорные динамические громкоговорители. Групповые излучатели и громкоговорители. Электростатические громкоговорители. Громкоговорящие акустические системы.

**Раздел 3. Акустика помещений. Студии звукового и телевизионного вещания (12 час.)**

**Тема 7. Акустика помещений (4 час.)**

Распространение звука в ограниченном пространстве. Акустический дизайн помещений и салонов транспортных средств. Реверберационные процессы. Характеристики помещения. Заглушенность и гулкость помещений.

### **Тема 8. Студии звукового и телевизионного вещания (4 час.)**

Акустические характеристики студий. Классификация студий. Создание оптимальных акустических условий в студиях. Звукоизоляция студий.

### **Тема 9. Акустические измерения (4 час.)**

Звукомерные камеры. Измерительная аппаратура и акустическое оборудование. Методы измерений основных характеристик аппаратуры.

### **Раздел 4. Озвучение и звукоусиление. Понятность и разборчивость речи (8 час.)**

#### **Тема 10. Озвучение и звукоусиление (4 час.)**

Основные показатели систем озвучения. Сосредоточенные, распределенные и зональные системы озвучения. Особенности озвучения помещений. Особенности озвучения открытых пространств. Звукоусиление.

#### **Тема 11. Понятность и разборчивость речи (4 час.)**

Форматный метод определения разборчивости речи. Определение разборчивости речи для трактов связи и вещания. Методы повышения разборчивости.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1. Звуковое поле и волны (4 час.)**

Определение параметров звукового поля.

#### **Занятие 2. Свойства слуха (4 час.)**

Определение уровней параметров звукового поля.

#### **Занятие 3. Микрофоны (4 час.)**

Определение основных характеристик микрофонов.

#### **Занятие 4. Громкоговорители (4 час.)**

Определение основных характеристик громкоговорителей.

#### **Занятие 5. Акустика помещений (6 час.)**

Расчёт акустических характеристик помещений.

#### **Занятие 6. Акустика студий звукового и телевизионного вещания (4 час.)**

Расчёт акустических характеристик помещений звукового и телевизионного вещания.

#### **Занятие 7. Звукоизоляция помещений (4 час.)**

Расчёт звукоизоляции перегородок, теле-, радиостудий.

#### **Занятие 8. Озвучение закрытых помещений. Разборчивость речи (6**

час.)

1. Расчёт озвучения закрытых помещений.
2. Расчёт разборчивости речи.

### **Лабораторные работы (18 часов)**

#### **Лабораторная работа №1. Линейная антенна из $n$ элементов (4 час.)**

Измерение и исследование характеристик направленности  $n$ -элементной антенной решетки микрофонов.

#### **Лабораторная работа №2. Исследование параметров громкоговорителей в зависимости от акустического оформления (4 час.)**

Изучение влияния акустического оформления на частотные характеристики громкоговорителя.

#### **Лабораторная работа №3. Акустические характеристики помещений и студий. (2 час.)**

Определение основных характеристик помещения. Подготовка передачи к выходу в эфир.

#### **Лабораторная работа №4. Малая заглушенная камера (4 час.)**

Изучение конструкций малых заглушенных камер и методики измерения в них.

#### **Лабораторная работа №5. Запись и обработка звукового файла (4 час.)**

Запись, обработка и оцифровывание трека в аудиоредакторе звуковых файлов Audacity.

### **Задания для самостоятельной работы**

*Требования:* Перед каждой лабораторной работой обучающемуся необходимо изучить Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание».

#### **Самостоятельная работа. Курсовая работа на тему «Акустический расчёт и озвучивание помещения».**

*Требования.* Задание индивидуальное. Отчет по теме осуществляется в форме проекта (ПР-9). Каждый студент получает свой вариант.

Задание: произвести необходимую планировку (реконструкцию) заданного помещения (студии) с целью использования его в качестве определенного типа помещения, указанного в вариантах заданий. Произвести акустический расчёт помещения (студии); выбрать, обосновать, рассчитать систему озвучивания и звукоусиления; при необходимости рассчитать звукоизоляцию.

Примерный перечень вариантов курсовой работы



№	Тип помещения	Длина x Ширина x Высота, м	Кол-во слушат./стульев	Кол-во исполнителей	Двери, шт/м	Окна, шт/м	Материал	Прочее
1	Лекционный зал	12х 6х 4	40/ 41	1	1/ 1х 2	4/ 2х2	Стены – оштукатурены, 1,8 м от пола окрашены, пол – деревянный паркет на балках, потолок – известковая штукатурка; двери деревянные окрашенные; стулья – деревянные лакированные	Столы – деревянные (21/1,2х0,7 шт/м), доска – деревянная (2,5х1 м)
2	Драматический театр	40х 35х 17	1680 / 1680	18	2/ 3,5X 2,5	-	Стены, потолок – штукатурка гипсовая сухая толщиной 10 мм с воздушной прослойкой 50-150 мм, пол – релин; кресла кожаные на поролоне; двери – монолитная лакированная древесина	Подиум – 6х1 м; подъем – 30х4 м
3	Кинотеатр	34х 21х 13	700/ 700	-	2/ 2X 3	4/ 1X 1	Стены, потолок – известковая штукатурка, пол – деревянный паркет по асфальту; кресла мягкие, обшитые тканью; двери – сосновая древесина, окна задрапированы тканью	Подъем – 25х4 м; экран – 11,5х20 м; балкон – 21х3х1,3м
4	Конференц-зал	25х 14х 7	120/ 121	1	3/ 2,6X 2,6	5/ 2X 3	Стены, потолок – штукатурка по металлической сетке с воздушной полостью позади, пол – линолеум; кресла мягкие, обшитые тканью; двери – монолитная лакированная древесина	Подиум – 2,5х1 м; подъем – 20х1,5 м; стол – деревянные (39/3,2х1 шт/м), экран – 4,5х8 м
5	Зал для органной музыки	37х 23х 14	700/ 731	31	4/ 3,5X 2,5	2/ 2х5 и 1/ 10х5	Стены, потолок – штукатурка гипсовая сухая толщиной 10 мм с воздушной прослойкой 50-150 мм, пол – релин; 700 кресел - кожаные на поролоне, 31 стульев - полумягкие; дверь - сосновая древесина. Орган расположен на балконе	Подиум – 7х1,5 м; балкон – 17х3х1м. 1 – органист и 30 – музыкантов
6	Зал заседаний	25х 15х 7	30/ 31	1	2/ 2,4х 2,7	4/ 4X 3	Стены – штукатурка алебастровая, гладкая по деревянной обрешетке, пол- паркет по асфальту, потолок – штукатурка по металлической сетке с	Стол – монолитная лакированная древесина (1/2х1 шт/м и 1/15х2 шт/м)

							воздушной полостью позади; 20 стульев – мягкие, обшитые тканью, 1 кресло – кожаное на поролоне; дверь – монолитная лакированная древесина	
7	Актовый зал (массовые мероприятия)	22х 14,5х 8,5	100/ 100	5	3/ 1,6X 2,5	6/ 4,5X 6	Стены и потолок – известковая штукатурка по обрешетке, пол – паркет на шпонках; стулья и двери – монолитная лакированная древесина	Подиум – 5х0,5 м
8	Ночной клуб	18х 11х 7	100/ 52	-	2/ 1,5X 2,2	-	Стены, потолок – известковая штукатурка, пол – паркет на балках; 20 стульев – сосновая древесина, 32 кресла – кожаные на поролоне	Подиум – 6х3х1 м; 2 дверных проема (без дверей) – 1,5х2,2 м; стол – монолитная лакированная древесина (1 диаметром 1,2 м и 8/1,2х0,7 шт/м)

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Закрепление лекционного материала	6 часов	Проверка конспектов (ПР-7)
2	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	8 часов	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6)
3	В течение семестра	Выполнение самостоятельной	13 часов	Курсовой проект (ПР-9)

		работы		
4	16-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен
Итого:			54 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающегося. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для

сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

***Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ.***

Лабораторная и практическая работа – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков. Лабораторные и практические работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины «Электроакустика и звуковое вещание».

Для каждой лабораторной и практической работы разработаны методические указания, в которых приведены: цель работы, содержание работы, защита работы, варианты заданий, методические указания и контрольные вопросы.

В конце каждой лабораторной и практической работы, выполненное задание предъявляется по требованию преподавателя для защиты. В процессе защиты предлагается ответить на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельная работа. Курсовая работа на тему «Акустический расчёт и озвучивание помещения».*

*Требования.* Произвести необходимую планировку (реконструкцию) заданного помещения (студии) с целью использования его в качестве определенного типа помещения, указанного в вариантах заданий. Произвести акустический расчет помещения (студии); выбрать, обосновать, рассчитать систему озвучивания и звукоусиления; при необходимости рассчитать звукоизоляцию.

План выполнения курсовой работы.

1. Проанализировать задание и представить чертёж помещения с указанием всех предметов, слушателей (исполнителей). Указать размеры.

2. Представить основные теоретические сведения, необходимые для выполнения курсовой работы.

3. Произвести акустический расчёт помещения. Для этого необходимо:

3.1. Определить размеры помещения (объем  $V$ , общую площадь ограничивающих поверхностей  $S_{\Sigma}$ ;

3.2. Выбрать оптимальное время реверберации  $T_{opt}$  и его частотную характеристику в зависимости от типа помещения и его предназначения.

3.3. Рассчитать требуемые параметры помещения:

- реверберационный коэффициент помещения  $\alpha'$ ;
- средний коэффициент поглощения  $\alpha_{ср}$ ;
- общее требуемое поглощение  $A_{тp}$ ;

3.4. Определить основные параметры по имеющимся характеристикам помещения:

- основной фонд поглощения
- требуемый дополнительный фонд поглощения

3.5. Произвести расчёт дополнительного фонда поглощения, введя новые материалы и конструкции. Точного совпадения требуемого (рассчитанного в результате задания времени реверберации) и полученного (в результате введения новых поглотителей) фондов поглощения быть не может.

3.6. Произвести расчёт полученного фонда поглощения.

3.7. Определить средний и реверберационный коэффициенты поглощения.

3.8. Определить расчётное время реверберации и сравнить с требуемым. Звукопоглощающие материалы и конструкции необходимо подбирать так, чтобы полученный (расчётный) фонд звукопоглощения был близок к требуемому. Подбор производится до тех пор, пока расчётное время реверберации будет отличаться от заданного не более чем на  $\pm 10\%$ .

Все расчёты для заданного помещения провести на всех октавных частотах.

3.10. На графиках представить: частотные характеристики основных, дополнительных, которые определяют расчетные фонды звукопоглощения и сравнить с требуемым фондом; требуемые и расчетные частотные характеристики времени реверберации. Также представить план-развертку помещения с размещенными звукопоглощающими материалами с учетом требований дизайна.

4. Сделать вывод по проделанным расчётам.

5. Выбрать и рассчитать систему озвучения.

5.1. Выбрать систему озвучения, исходя из размеров помещения и его назначения.

5.2. Описать расположение громкоговорителей (звуковых колонок) в помещении.

5.3. Рассчитать высоту установки громкоговорителей над уровнем голов слушателей.

Для распределенной системы выбрать шаг цепочки.

5.4. Подобрать тип громкоговорителей. Для этого необходимо рассчитать следующие параметры:

- требуемое звуковое давление по формуле;
- расстояние от громкоговорителей до удаленной точки по формуле;
- номинальное звуковое давление для громкоговорителя, которое должно быть не менее;

- выбрать тип громкоговорителей (звуковых колонок).

5.5. Рассчитать уровни звукового поля в наиболее характерных точках для одного громкоговорителя (звуковой колонки), если сосредоточенная система озвучения, и для одной цепочки, если распределенная система озвучения. Для этого необходимо вычислить следующие параметры:

- эксцентриситеты громкоговорителя для вертикальной и горизонтальной плоскости по формуле;
- подобрать несколько характерных точек на озвучиваемой поверхности (точки показать на плане) и по методу координат рассчитать.

Далее находят квадраты звуковых давлений в этих точках. Затем вычисляют уровень звукового давления во всех точках.

5.6. Найти суммарное значение квадратов звуковых давлений  $p_{\Sigma}^2$  для всех громкоговорителей (звуковых колонок) или для двух цепочек во всех точках. При расчете суммарного значения квадратов звуковых давлений следует обратить внимание на то, что значения звуковых давлений в точках, лежащих на оси помещения удваиваются, а в боковых точках суммируются с учетом симметрии расположения громкоговорителей (звуковых колонок).

5.7. Найти суммарное значение уровней звуковых давлений в каждой точке от всех громкоговорителей (звуковых колонок) или двух цепочек по выше предложенной формуле, подставляя вместо  $p$  значение  $p_{\Sigma}$ .

5.8. Рассчитать неравномерность озвучения.

5.9. Сделать вывод по проделанным расчетам выбранной системы озвучения.

6. Рассчитать звукоизоляцию помещения.
7. Сделать общий вывод по проделанной работе.
8. Представить список используемой литературы.

*Критерии оценки курсового проекта:*

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения;

допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы 75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

#### ***Методические указания по подготовке к экзамену.***

Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях, текущие лабораторные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

Для каждой лабораторной работы приведены контрольные вопросы. Эти вопросы предназначены для самостоятельного оценивания обучающихся по результатам выполнения работ. Для подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала. Для выполнения лабораторных работ и подготовки их к сдаче возможно использовать в качестве вспомогательной литературы методические указания по выполнению лабораторных работ.

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным и практическим занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отражённые в практических и лабораторных работах, закрепляются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Экзамен проставляется по результатам рейтинга. Для положительной оценки необходимо набрать не менее 61 балла.



#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Звуковое поле. Основные свойства слуха. акустические сигналы	ПК-6.1 Осуществляет планирование транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах; процессы распространения звука в помещении	УО-1, ПР-7, ПР-11	УО-1
			Умеет оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники		
			Владеет навыками акустического расчёта помещения любой конфигурации и назначения		
2	Раздел 2. Электромеханоакустические системы и их элементы. Микрофоны. Громкоговорители.	ПК-6.2 Анализирует качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает модели распознавания простых звуковых сигналов; особенности передачи звуковых сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-11	УО-1
			Умеет эксплуатировать устройства, входящие в системы звукоусиления, озвучения		
			Владеет навыками проведения акустических измерений; навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров звуковой аппаратуры		
3	Раздел 3. Акустика помещений . Студии	ПК-6.3 Разрабатывает технические требования,	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов физиологические	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-11	УО-1

	звукового и телевизионного вещания	предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	аспекты звучания; методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче звуковой информации. Умеет проводить запись и обработку звуковых сигналов Владеет навыками технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, записи и воспроизведения звука; практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств		
4	Раздел 4. Озвучение и звукоусиление. Понятность и разборчивость речи	ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов физиологические аспекты звучания; методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче звуковой информации. Умеет проводить запись и обработку звуковых сигналов Владеет навыками технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, записи и воспроизведения звука; практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-11	УО-1

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие результаты обучения, представлены в Приложении.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Катунин Г.П. Акустика помещений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.П. Катунин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 191 с. — 978-5-906172-05-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60182.html>

2. Мельников, Е. Д. Архитектурно-строительная акустика : практикум для студентов направления 270300 и 270100 / Е. Д. Мельников, М. В. Агеенко. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 60 с. — ISBN 978-5-89040-553-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54990.html>

3. Литвин С.А. Аудиопроекторная обработка сигналов звукового вещания в каналах передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Литвин, О.Б. Попов, Т.В. Чернышева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 67 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61467.html>

4. Рихтер, С. Г. Цифровое звуковое вещание : учебно-методическое пособие / С. Г. Рихтер. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2018. — 36 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92486.html>

#### Дополнительная литература

1. Мишенков, С. Л. Электроакустика и звуковое вещание: Конспект лекций: Учебное пособие для вузов / С.Л. Мишенков, О.Б. Попов. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2011. - 156 с. (Специальность для высших учебных заведений). ISBN 978-5-9912-0161-2, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/307665>

2. Л.Г. Стаценко, Ю.В. Паскаль. Электроакустика и звуковое вещание: учебно-методический комплекс. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384581&theme=FEFU>

3. Акустические системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Н. Сальникова, Л. Г. Стаценко ; Дальневосточный федеральный университет Москва 2015 101 с. — Режим доступа: <https://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000841405>

4. Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс] / В.М. Шарапов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2013. — 296 с. — 978-5-94836-357-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
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/>
5. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
6. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);
2. MathCad Prime 4.0 – система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением.
3. 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;
4. ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;
5. Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;
6. Adobe Audition 12.1 – аудиоредактор звуковых файлов;
7. Audacity 3.0 – свободный многоплатформенный аудиоредактор звуковых файлов, ориентированный на работу с несколькими дорожками.

## **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая  
<http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр

информационно-образовательных ресурсов. География. [http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=)

5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для

использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лаборатория микропроцессоров и мобильных средств связи 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд.726.	Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (1 шт), Акустическая система Extron SI 3CT LP (3 шт), врезной интерфейс TLS TAM 201 Standart III, документ-камера AVervision CP355AF, ЖК-панель 47" LG M4716CCBA, матричный коммутатор Extron DXP 44 DVI PRO, микрофонная петличная радиосистема Sennheiser EW 122 G3, мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48, сетевая видеочкара Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудиопроцессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice Компьютеры в сборе (монитор, мышь, клавиатура) 8 шт., Осциллограф C1-73 (2 шт.), Вольтметр аналоговый, Анализатор спектра, Измеритель линейных искажений C1-6, генератор модулированного сигнала.	Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; 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; Audacity 3.0 - свободный многоплатформенный аудиоредактор звуковых файлов, ориентированный на работу с несколькими дорожками.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK, Кодек	Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет,

<p>Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е ауд. 728.</p>	<p>видеоконференцсвязи LifeSizeExpress 220- Codeconly-Non-AES в составе:коде, Акустическая система для потолочного монтажа с низким профилем, Extron SI 3CT LP, стол компьютерный СК-1, Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800, Цифровой аудиопроцессор, Extron DMP 44 LC, Матричный коммутатор DVI 4x4. Extron DXP 44 DVI PRO, Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718, Документ-камера Avervision CP355AF, Доска ученическая двусторонняя магнитная, для письма мелом и маркером, Стойка металлическая для ЖК-дисплея У SMS Flatscreen FH T1450. Заглушенная камера. Осциллограф.</p>	<p>включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; 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; Audacity 3.0 - свободный многоплатформенный аудиоредактор звуковых файлов, ориентированный на работу с несколькими дорожками.</p>
<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; 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</p>

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.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Фонды оценочных средств представлены в приложении.**





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

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»**  
**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и**  
**системы связи**  
**Профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2021**

**Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины**

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Звуковое поле. Основные свойства слуха. акустические сигналы	ПК-6.1 Осуществляет планирование транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах; процессы распространения звука в помещении	УО-1, ПР-7, ПР-11	УО-1
			Умеет оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники		
			Владеет навыками акустического расчёта помещения любой конфигурации и назначения		
2	Раздел 2. Электроакустические системы и их элементы. Микрофоны. Громкоговорители.	ПК-6.2 Анализирует качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных	Знает модели распознавания простых звуковых сигналов; особенности передачи звуковых сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-11	УО-1
			Умеет эксплуатировать устройства, входящие в системы звукоусиления, озвучения		
			Владеет навыками проведения акустических измерений; навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров звуковой аппаратуры		
3	Раздел 3. Акустика помещений	ПК-6.3 Разрабатывает технические	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-	УО-1

	. Студии звукового и телевизионного вещания	требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	сигналов физиологические аспекты звучания; методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче звуковой информации. Умеет проводить запись и обработку звуковых сигналов Владеет навыками технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, записи и воспроизведения звука; практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств	11	
4	Раздел 4. Озвучение и звукоусиление. Понятность и разборчивость речи	ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов физиологические аспекты звучания; методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче звуковой информации. Умеет проводить запись и обработку звуковых сигналов Владеет навыками технической эксплуатации аппаратуры звукового вещания, записи и воспроизведения звука; практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств	УО-1, ПР-6, ПР-7, ПР-9, ПР-11	УО-1

Для дисциплины «Электроакустика и звуковое вещание» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1);

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6);

2. Конспект (ПР-7);
3. Курсовой проект (ПР-9);
4. Разноуровневые задачи (ПР-11).

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Конспект (ПР-7) - продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.

Курсовой проект (ПР-9) - Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Разноуровневые задачи (ПР-11) Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и

диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется согласно рейтинг-плану, который включает в себя оценочные мероприятия, в том числе и экзамен, и весовые коэффициенты. Преподаватель знакомит студента с рейтинг-планом в начале семестра.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, лабораторных, практических работ, курсового проекта) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

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

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования**

1. Звук и слух человека.
2. Модели распознавания простых звуковых сигналов и восприятия речевых сообщений и художественных произведений.
3. Смысловая и эмоциональная информация сообщений.
4. Психологические и экологические аспекты. Реверберационные процессы.
5. Заглушенность и гулкость помещений.

6. Озвучение открытых пространств. Объемность звучания. Стерефония.

7. Классы качества каналов и трактов ЗВ. Системы звуковоспроизведения Hi-Fi и High-End.

8. Массовые и элитные электроакустические преобразователи. Виды микрофонов и микшерских пультов.

9. Звукомерные камеры и измерительные приборы и станции.

**Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## **Тематика лабораторных работ**

### **Лабораторная работа №1. Линейная антенна из $n$ элементов**

Измерение и исследование характеристик направленности  $n$ -элементной антенной решетки микрофонов.

### **Лабораторная работа №2. Исследование параметров громкоговорителей в зависимости от акустического оформления**

Изучение влияния акустического оформления на частотные характеристики громкоговорителя.

### **Лабораторная работа №3. Акустические характеристики помещений и студий.**

Определение основных характеристик помещения. Подготовка передачи к выходу в эфир.

### **Лабораторная работа №4. Малая заглушенная камера**

Изучение конструкций малых заглушенных камер и методики измерения в них.

### **Лабораторная работа №5. Запись и обработка звукового файла**

Запись, обработка и оцифровывание трека в аудиоредакторе звуковых файлов Audacity.

## **Критерии оценки лабораторных работ**

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы 75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены

основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Методические указания к написанию конспекта**

Конспект может быть выполнен в печатной или письменной форме.

Основные требования к конспекту:

1. Тема изучаемого материала,
2. Запись основных понятий, определений, закономерностей, формул, и т.д.,
3. Заключение по пройденному материалу,
4. Список использованных источников.

Конспекты дополняются материалами, полученными при проработке дополнительной литературы.

### **Комплект разноуровневых задач**

#### **Тема 1. Звуковое поле и волны**

Определение параметров звукового поля

1. Дайте определение звукового поля, звуковой волны, звукового луча, фронта волны.

2. Что называется звуковым давлением, колебательной скоростью частиц среды, интенсивностью (силой) звука, удельным акустическим сопротивлением среды? В каких единицах измеряют эти величины?

3. Приведите выражения для звукового давления в плоской и сферической звуковых волнах.

4. Приведите выражения, связывающие звуковые давления и колебательную скорость частиц среды в поле плоской и сферической волн. Поясните смысл величин, входящих в эти выражения.

5. Приведите выражения, связывающие звуковое давление и колебательную скорость частиц среды в поле плоской и сферической волн. Поясните смысл величин, входящих в эти выражения.

6. Что такое уровень звукового давления, интенсивности звука, плотности звуковой энергии? Какова связь между ними для одной и той же точки поля?

7. Что является источником плоских и сферических волн?



8. Поясните понятие сопротивления излучения.
9. Поясните понятие присоединенной массы среды.
10. Поясните особенности интерференции и дифракции звуковых волн? Поясните особенности отражения и преломления звуковых волн.

## **Тема 2. Свойства слуха**

Определение уровней параметров звукового поля

1. Каков высотный диапазон слуха в частотном и октавном исчислении? Насколько снизится чувствительность слуха при уменьшении частоты от 1000 до 50 Гц при уровне интенсивности звука 40 дБ?

2. В чем различие логарифмических единиц, которыми оценивают интенсивность звука, - децибела и фона? Какому значению фонов на частоте 50 Гц соответствует уровень интенсивности звука 40 дБ? То же для уровня интенсивности звука 20 дБ?

3. Определите и поясните термин «восприятие». В чем сходство и различие понятий «ощущение» и «признак образа»? Какое восприятие считается адекватным предмету, что такое «установка», и каковы её проявления, в чем заключаются «иллюзия» и «константность восприятия»?

4. Какие из проверенных ниже выражений относятся к объекту или стимулу, а какие – к образу или ощущению: нелинейные искажения, ля первой октавы, импульсная помеха, хриплое звучание, 450 мел, фронт импульса, звонкость, четкость изображения, красный свет, свист, атака звука, фон переменного тока, треск, колебания громкости?

5. Определить динамический диапазон звучания скрипки, если  $p_{\max}=2$  Па,  $p_{\min}=2 \cdot 10^{-3}$  Па.

6. Что такое громкость и высота тона? Как описывается тембр звука? Опишите тембр какого-нибудь голоса в бытовых выражениях и в знакомых вам профессиональных терминах.

7. Как устроена слуховая система человека? Попробуйте, не подгадывая в текст, нарисовать схему прохождения сигналов и анатомическое устройство уха. Как работает канал связи между ухом и мозгом?

8. Задан чистый тон с частотой 500 Гц и уровнем звукового давления равным 50 дБ. Найти его уровень громкости.

9. Задан чистый тон с частотой 500 Гц и уровнем звукового давления 60 дБ. Найти его уровень громкости при слушании в свободном поле.

10. Каковы уровни громкости тонов частоты 100 и 1000 Гц при уровне интенсивности 70 дБ, 10 дБ.

11. Дайте определение уровней звукового давления, интенсивности звука, громкости. В каких единицах измеряется уровень громкости и громкость, в чем

различие этих понятий? Какова связь между громкостью и звуковым давлением или интенсивностью звука?

12. Интенсивность звука равна  $2 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>. Найти уровень интенсивности.

13. Уровень интенсивности 100 дБ. Найти интенсивность и звуковое давление.

14. Объясните движение основной мембраны под действием стимулов разной частоты. Как проявляется нелинейность этого движения?

15. Что такое частотная группа слуха? Какова её эффективная ширина, как ширина частной группы связана с частотой сигнала?

16. Какова ширина временного окна слухового анализатора и на каких фактах основана её числовая оценка? В чем заключается гипотеза, называемая концепцией частотных групп слуха?

17. Какие свойства звука относят к бинауральным? От чего зависят эти свойства, каковы дополнительные возможности бинаурального слуха в сравнении с моноуральным?

18. Что такое пространственная локализация звукового образа? Каковы возможности слуха в определении пространственного положения кажущихся источников звука? В чем состоят достоинства стереофонических систем и с какими свойствами бинаурального слуха они связаны?

19. Опишите методику статистической обработки сигнала для выяснения плотности распределения его мгновенных значений. Что такое интервал однородности, стационарности, эргодичности? Каким условиям должны удовлетворять отрывки сигнала, отобранные в качестве реализации случайного процесса?

20. Поясните различия между понятиями: мгновенное значение сигнала звукового вещания, уровень, динамический уровень, от каких факторов зависит значение уровня?

21. Изобразите графически распределение мгновенных значений и уровней сигналов звукового вещания во времени. Какими зависимостями они могут быть аппроксимированы?

22. Почему мгновенные значения сигналов в оркестровых и хоровых программах хорошо описываются нормальным законом распределения? Подойдет ли этот закон для описания разговорного шума в аудитории?

23. Как определить пик-фактор музыки и речи? Каковы законы распределения длительности выбросов речи и музыка?

24. Определите понятия: текущая, среднeminутная, долговременная мощности, энергетический спектр. Изобразите графически спектр речевых и музыкальных сигналов.

25. Что называется динамическим диапазоном сигнала звукового вращения, электрического канала, такта, звена? Как выполняется эта операция?

26. Почему возникает необходимость сокращения динамического диапазона первичного звукового сигнала? Как эта операция выполняется?

27. почему с возрастанием динамического диапазона сигнала возрастает его средний уровень?

28. Определите понятие «оггибающую» и «мгновенная частота» звукового сигнала. Каковы основные свойства этих функций, что можно сказать о нестационарных фазах сигнала по его сглаженной оггибающей?

### **Тема 3. Микрофоны**

Определение основных характеристик микрофонов

1. Простейший способ получения острой диаграммы направленности – использование линейной группы микрофонов. Рассчитайте характеристики направленности и постройте по ним диаграммы направленности линейной группы микрофонов при следующих данных: количество микрофонов в группе 2 и 4, расстояние между соседними микрофонами 0,02 м, частоты 100 и 1000 Гц.

2. Определите электрические уровни на выходе микрофона с чувствительностью 0,1 мВ/Па, если уровни звукового давления у микрофона равны 60 и 90 дБ.

3. Поясните, по каким признакам могут быть классифицированы микрофоны.

4. Достоинства и недостатки электродинамических катушечных микрофонов.

5. Каковы основные технические характеристики микрофонов?

6. Объясните принцип действия микрофонов – приемников давления и приемников градиента давления.

7. Чем различается работа приемника градиента давления в поле плоской и шаровой волн?

8. Поясните принцип работы микрофонов классифицированных по способу преобразования механических колебаний в электрические.

9. Выведите общую формулу чувствительности микрофона и поясните её практическое использование.

10. Объясните устройство и принцип действия катушечного микрофона – приемника давления.

11. Почему частотная характеристика чувствительности микрофона – приемника давления имеет спады на нижних и верхних звуковых частотах?

12. Поясните механизм формирования ровной частотной характеристики чувствительности катушечного микрофона.

13. Объясните устройство и принцип действия ленточного микрофона – приемника градиента давления.
14. Чем обусловлен выбор собственной частоты подвижной системы конденсаторного микрофона?
15. Поясните принцип действия акустически комбинированного катушечного микрофона.
16. Объясните устройство и принцип действия акустически комбинированного конденсаторного микрофона.
17. Поясните принцип получения остронаправленных свойств микрофона.
18. Поясните принцип работы PZM-микрофона.
19. Поясните принцип работы микрофонных стереофонических систем.
20. Какую форму и размеры следует придавать вещательным микрофонам?

#### **Тема 4. Громкоговорители**

Определение основных характеристик громкоговорителей

1. Определить мощность источника звука, если на расстоянии 5 м он создаёт уровень интенсивности 70 дБ.
2. Рассчитайте характеристики направленности и по результатам расчета постройте диаграммы направленности звуковой колонки с числом головок 7, расстоянием между акустическими осями головок 0,15 м. Расчетные частоты 300 и 3000 Гц.
3. Какой должна быть диаграмма направленности в горизонтальной плоскости домашней (бытовой) акустической системы? Приведите доводы в обоснование своего мнения.
4. В диапазоне частот от 25 до 5000 Гц рассчитайте и постройте графическую зависимость амплитуды смещения подвижной системы громкоговорителя при постоянном значении амплитуды колебательной скорости 50 м/с. К каким последствиям и почему приводит возрастание амплитуды смещения подвижной системы с уменьшением частоты?
5. Как расположить громкоговорители при озвучивании протяженного и неширокого пространства, например, улицы? Как избежать эха при приходе в какую-либо точку обслуживаемой территории звуков от нескольких громкоговорителей?
6. Как следует деформировать АЧХ для получения эффекта нахождения кажущегося источника звука перед слушателем, позади него и над ним? Изобразите вид необходимых АЧХ.
7. В чем заключается принцип обратимости применительно к электромеханическому преобразователю?

8. Поясните правила построения схем преобразователя – двигателя и преобразователя-генератора.
9. Поясните физический смысл внесенного сопротивления применительно к преобразователю-генератору и преобразователю-двигателю.
10. Чем объясняются трудности получения горизонтальной АЧХ громкоговорителей в области НЧ и ВЧ.
11. Объясните принцип метода электромеханических аналогий.
12. Каковы особенности акустических колебательных систем (по сравнению с электрическими)?
13. Каковы требования к частоте резонанса подвижной системы головки диффузорного громкоговорителя. В области НЧ.

### **Тема 5. Акустика помещений (6 час.)**

#### **Расчет акустических характеристик помещений**

1. Можно ли в жилой комнате воссоздать или имитировать акустические условия большого зала? Если – нет, то почему? Если – да, то какими техническими средствами?
2. Рассчитайте собственные (резонансные) частоты помещений с линейными размерами 2,5; 2,5; 2,5 м, а также 6; 5 и 3 м в диапазоне частот 20 – 200 Гц. Какое помещение и почему вы считаете лучшим в акустическом отношении? Можно ли какими-либо способами улучшить акустические свойства небольших помещений?
3. Какую максимальную длину  $l$  и высоту  $h$  должен иметь зал (без применения звукопоглощающей облицовки), чтобы в нем не возникло эхо, если известно, что слушатели различают два последовательных сигнала только через 1/10 с (короткие сигналы – через 1/15 с). Какими методами можно устранить эхо в помещении?
4. Для устранения эхо можно: уменьшить размеры проектируемого зала, применить акустические поглотители, поставить рассеиватели звуковой энергии?
5. Что называется основным, дополнительным и добавочным фондами звукопоглощения. Поясните его особенности и роль первых дискретных отражений?
6. Изобразите графически временную структуру реверберационного процесса в помещении. Поясните его особенности и роль первых дискретных отражений. В одном из концов зала размером 22x14x10 м находится сферический источник звуковой волны, имеющий среднюю акустическую мощность  $P_a=200$  мкВт. Определить интенсивность звуковой волны на расстоянии 20 м от источника при отсутствии ( $i_1$ ) и при наличии ( $i_2$ ) реверберации. Определить уровни интенсивности в децибелах относительно пороговой интенсивности

$I_0=10-10$  Вт/м<sup>2</sup>. Средний коэффициент поглощения отражающих поверхностей зала  $\alpha_{\text{ср}}=0,2$ .

7. Определить оптимальное время реверберации  $T_{\text{опт}}$  и оптимальное число слушателей  $n_{\text{опт}}$  в концертном зале, имеющем объем  $V=4000$  м<sup>3</sup>.

8. Определить оптимальное время реверберации  $T_{\text{опт}}$  и необходимый объем концертного зала на 1000 слушателей.

9. Определить необходимую величину среднего значения коэффициента звукового поглощения  $\alpha_{\text{ср}}$  в помещении кинозала, рассчитанного на 1000 зрителей. Длина зала  $l=28$  м, высота  $h=8$  м.

10. Пользуясь графиком зависимости оптимального времени реверберации  $T_{\text{опт}}$  от объема помещений, определить время реверберации и оптимальное число зрителей для кинозала, имеющего объем  $V=5000$  м<sup>3</sup>.

11. Как выглядит кратковременная корреляционная функция импульсного отклика помещения? Какие выводы могут быть сделаны из анализа её формы?

12. Изобразите процессы нарастания и спада звуковой энергии в помещении. Оцените их влияние на слуховое восприятие.

13. Определите понятия: стандартное время реверберации, акустическое отношение, время эквивалентной реверберации, разборчивость, а также четкость, диффузность звукового поля, индекс диффузности.

14. Что называется временем оптимальной реверберации? Как зависит эта величина от объема помещения, жанра программы, частоты? Изобразите типовые кривые зависимости изменения времени оптимальной реверберации от частоты для речевых и музыкальных сигналов.

### **Тема 6. Акустика студий звукового и телевизионного вещания**

1. Определить оптимальное время реверберации  $T_{\text{опт}}$  в телевизионной студии, имеющей объем  $V=700$  м<sup>3</sup>.

2. Определить необходимую величину среднего значения коэффициента звукового поглощения  $\alpha_{\text{ср}}$  радиостудии. Длина зала  $l=28$  м, высота  $h=8$  м, ширина  $b=15$  м.

3. Пользуясь графиком зависимости оптимального времени реверберации  $T_{\text{опт}}$  от объема студий, определить время реверберации для студии звукозаписи, имеющую объем  $V=300$  м<sup>3</sup>.

4. Каково назначение студий? Из каких соображений выбираются их геометрические размеры?

5. Что называется спектром собственных частот студий? Как он выглядит? Как влияет на слуховое восприятие?

6. Назовите дополнительные критерии акустического качества помещений.

7. Чем определяется длительность процесса реверберации в студии?
8. Чему равен допустимый уровень звукового фона в студии? Как обеспечивается звукоизоляция студий от внешних источников шума?
9. Каковы оперативные методы изменения реверберации в студиях?

#### **Тема 7. Звукоизоляция помещений (4 час.)**

Расчет звукоизоляции перегородок, теле-, радиостудий

1. Перегородка площадью  $9 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q=47 \text{ дБ}$ . Чему равна звукоизоляция перегородки с учетом проводимости отверстия.
2. Почему даже небольшое отверстие в преграде существенно снижает ее звукоизоляцию? Проиллюстрируйте это обстоятельство примером: рассчитайте, насколько уменьшится звукоизоляция стены площадью  $20 \text{ м}^2$  с собственной звукоизоляцией  $50 \text{ дБ}$ , если в ней проделать отверстие площадью  $0,001 \text{ м}^2$ , закрытое легкой преградой (например, обоями) с собственной звукоизоляцией  $10 \text{ дБ}$ ?
3. Перегородка площадью  $10 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q_{\text{пер}}=50 \text{ дБ}$ . Чему равна звукоизоляция перегородки с учетом проводимости отверстия
4. Помещение отделено от другого (шумного) перегородкой со звукоизоляцией  $5 \text{ дБ}$ . Определить звукоизоляцию помещения, если общее поглощение помещения  $40 \text{ м}^2$ , площадь перегородки  $100 \text{ м}^2$ .

#### **Тема 8. Озвучение закрытых помещений (4 час.)**

Расчет озвучения закрытых помещений

1. Как избежать разрыва зрительного и слухового образов при звукоусилении в зале?
2. Каким образом в современных залах добиваются небольшой неравномерности уровня звукового давления на слушательских местах? Что делается, чтобы получить оптимальное значение времен запаздывания звуков, отраженных от потолка и стен залов?
3. Зачем в эстрадных установках звукоусиления акустические системы располагают "этажеркой", ставя несколько акустических систем одну на другую?
4. Найти зону максимальной слышимости акустического сигнала в помещении, имеющем сферический потолок с радиусом  $r=5 \text{ м}$ . Звуковой источник имеет характеристику направленности  $20^\circ$ , направлен вертикально вверх и находится на расстоянии  $2 \text{ м}$  от стены и на высоте  $1 \text{ м}$  от пола. Максимальная высота помещения  $12 \text{ м}$ . Какие основные особенности и недостатки такого помещения?

#### **Критерии оценки практических работы:**

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной

литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы 75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (7-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса и 1 задачу. Вопросы носят общий характер. Они направлены на раскрытие студентом знаний по основным теоретическим аспектам электроакустики и звукового вещания.

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене**

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Баллы (рейтинго вой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
--------------------------------------	-------------------------------------	--



100-85	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
85-76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
75-61	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 30 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или директора департамента), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к экзамену**

1. Звуковое поле. Плоская, сферическая, цилиндрическая волны.
2. Волновое уравнение. Его решение в плоских, сферических, цилиндрических координатах.
3. Особенности слухового восприятия звука.(Тон, октава).
4. Строение уха. Звуковые эффекты.
5. Нелинейные свойства слуха.
6. Порог слышимости, восприятие по амплитуде, громкость, уровень громкости.
7. Частотный диапазон и спектры.
8. Эффект маскировки.
9. Метод электромеханических аналогий.
10. Микрофоны. Классификация, основные параметры.
11. Конденсаторные микрофоны.
12. Приемники давления, градиента давления.
13. Динамические микрофоны.
14. Пьезомикрофоны.
15. Громкоговорители. Классификация, основные параметры.
16. Групповые излучатели.
17. Акустические системы. Влияние оформления на параметры громкоговорителей.

18. Системы Долби.
19. Звукоизоляция помещений.
20. Статистическая, волновая, лучевая теория звуковых процессов в помещении. (Сходства и отличие).
21. Акустические характеристики помещений.
22. Акустическое отношение. Гулкость помещения.
23. Звукопоглощающие материалы.
24. Мембранные и резонансные поглотители.
25. Системы озвучения.
26. Особенности озвучения помещений.
27. Особенности озвучения открытых пространств.
28. Система звуковоспроизведения Hi-Fi и High-End.
29. Анализ отечественных и зарубежных акустических систем категорий Hi-Fi.
30. Акустический дизайн салонов транспортных средств.
31. Звукозаписывающее оборудование.
32. Разборчивость речи.
33. Звукомерные камеры.
34. Измерительная аппаратура и акустические измерения.
35. Устройства для регулирования времени реверберации.
36. Методы измерения основных характеристик электроакустической аппаратуры.
37. Измерение в гулкой, заглушенной камере.
38. Сертификация услуг связи.

#### **Задачи к экзамену**

1. Каков высотный диапазон слуха в частотном и октавном исчислении? Насколько снизится чувствительность слуха при уменьшении частоты от 1000 до 50 Гц при уровне интенсивности звука 40 дБ?
2. В чем различие логарифмических единиц, которыми оценивают интенсивность звука, - децибела и фона? Какому значению фонов на частоте 50 гц соответствует уровень интенсивности звука 40 дБ? То же для уровня интенсивности звука 20 дБ?
3. Можно ли в жилой комнате воссоздать или имитировать акустические условия большого зала? Если – нет, то почему? Если – да, то какими техническими средствами?
4. Рассчитайте собственные (резонансные) частоты помещений с линейными размерами 2,5; 2,5; 2,5 м, а также 6; 5 и 3 м в диапазоне частот 20 – 200 Гц. Какое помещение и почему вы считаете лучшим в акустическом

отношении? Можно ли какими-либо способами улучшить акустические свойства небольших помещений?

5. Почему даже небольшое отверстие в преграде существенно снижает ее звукоизоляцию? Проиллюстрируйте это обстоятельство примером: рассчитайте, насколько уменьшится звукоизоляция стены площадью  $20 \text{ м}^2$  с собственной звукоизоляцией 50 дБ, если в ней проделать отверстие площадью  $0,001 \text{ м}^2$ , закрытое легкой преградой (например, обоями) с собственной звукоизоляцией 10 дБ?

6. Простейший способ получения острой диаграммы направленности – использование линейной группы микрофонов. Рассчитайте характеристики направленности и постройте по ним диаграммы направленности линейной группы микрофонов при следующих данных: количество микрофонов в группе 2 и 4, расстояние между соседними микрофонами 0,02 м, частоты 100 и 1000 Гц.

7. Рассчитайте характеристики направленности и по результатам расчета постройте диаграммы направленности звуковой колонки с числом головок 7, расстоянием между акустическими осями головок 0,15 м. Расчетные частоты 300 и 3000 Гц.

8. Какой должна быть диаграмма направленности в горизонтальной плоскости домашней (бытовой) акустической системы? Приведите доводы в обоснование своего мнения.

9. В диапазоне частот от 25 до 5000 Гц рассчитайте и постройте графическую зависимость амплитуды смещения подвижной системы громкоговорителя при постоянном значении амплитуды колебательной скорости 50 м/с. К каким последствиям и почему приводит возрастание амплитуды смещения подвижной системы с уменьшением частоты?

10. Как расположить громкоговорители при озвучивании протяженного и неширокого пространства, например, улицы? Как избежать эха при приходе в какую-либо точку обслуживаемой территории звуков от нескольких громкоговорителей?

11. Как избежать разрыва зрительного и слухового образов при звукоусилении в зале?

12. Каким образом в современных залах добиваются небольшой неравномерности уровня звукового давления на слушательских местах? Что делается, чтобы получить оптимальное значение времен запаздывания звуков, отраженных от потолка и стен залов?

13. Зачем в эстрадных установках звукоусиления акустические системы располагают "этажеркой", ставя несколько акустических систем одну на другую?

14. Определите электрические уровни на выходе микрофона с чувствительностью 0,1 мВ/Па, если уровни звукового давления у микрофона равны 60 и 90 дБ.

15. Как следует деформировать АЧХ для получения эффекта нахождения кажущегося источника звука перед слушателем, позади него и над ним? Изобразите вид необходимых АЧХ.

16. Какие художественные и технические задачи решаются при преобразовании электрических сигналов в аппаратных звукового вещания и звукозаписи? Объясните приемы решения этих задач.

17. Чем руководствуются при выборе частоты дискретизации и числа разрядов в устройстве звукового вещания? Приведите примеры этих параметров для телефонного канала и каналов звукового вещания высшего и 1-го классов качества.

18. Какими техническими средствами изменяют частоту дискретизации с 48 до 32 кГц?

19. Объясните способы уменьшения психофизической избыточности цифрового сигнала звукового вещания.

20. Каковы преимущества и недостатки цифрового (дискретного) способа представления сигнала звукового вещания по сравнению с аналоговым?

21. Для цифровой системы передачи сигнала Зв с динамическим диапазоном 60 дБ и верхней частотой спектра 10 и 20 кГц выберите количество разрядов аналого-цифрового преобразования, частоты дискретизации, определите скорости цифрового потока, оцените ширину занимаемой полосы частот. Принять отношение мощности сигнала к мощности шумов квантования, выраженное в децибелах,  $s/n = 6n - 16,7$  дБ.

22. Объясните причины волновых, щелевых, контактных, слойных потерь.

23. Почему возникают одиночные ошибки и пакеты ошибок при цифровой магнитной записи? Какими способами устраняют их отрицательные последствия?

24. Сопоставьте параметры качества, обеспечиваемые радиовещанием в диапазонах с амплитудной модуляцией и системами проводного вещания больших городов. В каких системах звукового вещания обеспечивается лучшая помехозащищенность?

25. Можно ли организовать цифровое радиовещание в диапазоне гектометровых волн?

26. Объясните, почему отрицательная обратная связь по напряжению снижает выходное сопротивление, амплитудно-частотные и нелинейные

27. Чем объяснить, что нелинейность устройств звукового вещания чаще всего оценивают коэффициентом гармоник, хотя в большинстве случаев более

заметны искажения вида комбинационных частот? Предложите способ измерения комбинационных искажений, изобразите структурную схему таких измерений.

28. Почему громкость звучания радиопередачи заметно меняется при переходе от речи к музыке и наоборот? Что вы порекомендуете для уменьшения этого недостатка?

29. Почему измеренный динамический диапазон сигнала зависит от времени интеграции измерителя уровня? При каких значениях времени интеграции он окажется больше?

30. Какую максимальную длину  $l$  и высоту  $h$  должен иметь зал (без применения звукопоглощающей облицовки), чтобы в нем не возникло эхо, если известно, что слушатели различают два последовательных сигнала только через  $1/10$  с (короткие сигналы – через  $1/15$  с). Какими методами можно устранить эхо в помещении?

31. Для устранения эхо можно: уменьшить размеры проектируемого зала, применить акустические поглотители, поставить рассеиватели звуковой энергии?

32. Найти зону максимальной слышимости акустического сигнала в помещении, имеющем сферический потолок с радиусом  $r = 5$  м. Звуковой источник имеет характеристику направленности  $20^\circ$ , направлен вертикально вверх и находится на расстоянии 2 м от стены и на высоте 1 м от пола. Максимальная высота помещения 12 м. Какие основные особенности и недостатки такого помещения?

33. Объясните, какое помещение лучше обеспечивает равномерность распределения звуковой энергии в зоне размещения слушателей и почему?



34. В одном из концов зала размером  $22 \times 14 \times 10$  м находится сферический источник звуковой волны, имеющий среднюю акустическую мощность  $p_a = 200$  мкВт. Определить интенсивность звуковой волны на расстоянии 20 м от источника при отсутствии ( $i_1$ ) и при наличии ( $i_2$ ) реверберации. Определить уровни интенсивности  $l$  в децибелах относительно пороговой интенсивности  $I_0 = 10^{-10}$  Вт/м<sup>2</sup>. Средний коэффициент поглощения отражающих поверхностей зала  $\alpha_{cp} = 0.2$ .

35. Определить оптимальное время реверберации  $t_{opt}$  и оптимальное число слушателей  $n_{opt}$  в концертном зале, имеющем объем  $V = 4000 \text{ м}^3$ .

36. Определить оптимальное время реверберации  $t_{opt}$  и необходимый объем концертного зала на 1000 слушателей.

37. Определить необходимую величину среднего значения коэффициента звукового поглощения  $\alpha_{cp}$  в помещении кинозала, рассчитанного на 1000 зрителей. Длина зала  $l = 28 \text{ м}$ , высота  $h = 8 \text{ м}$ .

38. Пользуясь графиком зависимости оптимального времени реверберации  $t_{opt}$  от объема помещений, определить время реверберации и оптимальное число зрителей для кинозала, имеющего объем  $V = 5000 \text{ м}^3$ .