



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Согласовано		«УТВЕРЖДАЮ»
Инженерная школа		Заведующая (ий) кафедрой Электроники и средств связи (название кафедры)
Руководитель ОП		
 Л. Г. Стаценко		 Л. Г. Стаценко
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)		(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
«05» 06 2015 г		«05» 06 2015 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электроакустика и звуковое вещание

**Направление: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

**Образовательная программа: «Системы радиосвязи и радиодоступа»**

**Форма подготовки: очная/заочная**

курс 4 семестр 7 / курс 5

лекции 36/10 час.

практические занятия 36/16 час.

лабораторные работы – 18/0 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 36/10 час./лаб. 16/0

всего часов аудиторной нагрузки 90/26 час.

в том числе с использованием МАО 52/10 час.

самостоятельная работа 126/190 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36/9 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – 7 семестр/ 5 курс

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 7 семестр/ 5 курс


Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.03.2015 № 174

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол № 13 от «05» 06 2015г.

Заведующая кафедрой: Стаценко Л.Г. профессор каф. ЭиСС, д.ф.-м.н.  
 Составитель: Стаценко Л.Г. профессор каф. ЭиСС, д.ф.-м.н

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

Протокол от « 10 » 07 2018 г. № 16

Заведующий кафедрой  И.Г. Вауленко  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in:** 11.03.02 “Infocommunication technology and communication systems”

**Study profile:** “Communication and radio-access systems”

**Course title:** “Electroacoustics and sound broadcasting”

**Variable part of Block 1, 6 credits**

**Instructor:** L.G. Statsenko

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- plan and perform a self-evaluation of self-guided work;
- generalize the results of their activities and present it using modern technologies;
- use different sources of information: books, articles, proceedings, state and international standards, dictionaries, internet resources, etc.;
- search, analyze, select, organize, convert, store and transmit necessary information;
- use telecommunication technologies for communication with remote interlocutors;
- work in a groups and reach compromises;

In addition, students must meet following competences obtained during the course “Descriptive geometry”:

General Professional Competence:

GPC-4 – the presence of skills of self-guided work on the personal computer and in computer networks, performing computer-aided simulation of devices, systems and processes using universal application software package

Specific Professional Competence:

SPC-4 – ability to implement regulatory documentations (instructions) on test programs and maintaining the constructions, networks and communication equipment

**Learning outcomes:**

Specific Professional Competence:

SPC-3 – the ability to carry out installation, adjustment, adjustment, adjustment, testing of operational efficiency, testing and commissioning of facilities, facilities and equipment of networks and communication organizations

SPC-19 - readiness to organize works on practical use and implementation of research results

**Course description:** The discipline "Electroacoustics and sound broadcasting" is included in the variable part of the disciplines at the student's choice of the direction of 11.03.02 "Infocommunication technologies and communication systems".

To successfully master this discipline, students need to have knowledge within the educational programs of the courses "Physics", "Basics of building telecommunication networks and systems", "Electronics", "Computer technology and information technology", "Microprocessors and digital processing".

**Main course literature:**

1. Acoustic systems [Electronic resource]: a tutorial / E.N. Salnikova, L.G. Statsenko; Far Eastern Federal University Moscow 2015 101 p. — Access mode: <https://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000841405>

2. Elektroakusticheskie preobrazovateli [Electronic resource] / V.M. SHarapov [i dr.]. — Electronic resource. — M. : Tekhnosfera, 2013. — 296 c. — 978-5-94836-357-8. — Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>

3. L.G. Statsenko, Yu.V. Pascal. Electroacoustics and sound: educational and methodical complex. Vladivostok: FESTU Publishing House, 2008. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384581&theme=FEFU> (24 copies)

**Form of final control:** exam

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электроакустика и звуковое вещание» входит в вариативную часть дисциплин по выбору студента направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час./ 10 час.), практические занятия (36 час./ 16 час.), лабораторные работы (18/0 час.), самостоятельная работа студента (90 час./181 час.), подготовка к экзамену (36 час./9 час.). Данная дисциплина входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин. Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7 семестре.

Для успешного освоения данной дисциплины студентам необходимо иметь знания в пределах образовательных программ курсов «Физика», «Основы построения телекоммуникационных сетей и систем», «Электроника», «Вычислительная техника и информационные технологии».

**Целью** курса «Электроакустика и звуковое вещание» является изучение основных аспектов звукового вещания, электроакустика, смежных с ней фундаментальных вопросов акустики, применительно к системам звукоусиления, записи, воспроизведения звука.

**Задача** курса «Электроакустика и звуковое вещание» 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:

- способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для инфокоммуникационных технологий и систем связи (законы РФ, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации МСЭ, стандарты связи, протоколы, терминологию, нормы ЕСКД и т.д., а также документацию по системам качества работы предприятий);

- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта; умеет собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;

– - уметь проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств связи в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приёмов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; умеет проводить технико-экономическое обоснования проектных расчетов с использованием современных подходов и методов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 – способностью осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи	Знает	основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах
	Умеет	проводить анализ и синтез логических устройств
	Владеет	навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации
ПК-19 – готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований	Знает	особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем; принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов
	Умеет	оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники
	Владеет	Навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров раз-

		личных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям
--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Радиопередающие устройства систем радиосвязи» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемная лекция, дискуссия, денотатный граф.

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

### **ЛЕКЦИИ (36 час.)**

#### **Тема 1. Звуковое поле в неограниченном пространстве (4час./0.5 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 (2час./0.5 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 (2час./0.5 час.)**

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

#### **Тема 4. Электромеханоакустические системы и их элементы(2час./0.5 час.)**

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

#### **Тема 5. Микрофоны (2час./1.5 час.)**

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

**Тема 6. Громкоговорители (4 час./1.5 час.)** Особенности конструкций. Диффузорные излучатели. Диффузорные динамические громкоговорители. Групповые излучатели и громкоговорители. Электростатические громкоговорители. Громкоговорящие акустические системы.

**Тема 7. Акустика помещений (4 час./1 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./1 час.)**

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

**Тема 9. Озвучение и звукоусиление (4 час./1 час.)**

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

**Тема 10. Понятность и разборчивость речи (4 час./1 час.)**

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

**Тема 11. Акустические измерения (4 час./1 час.)**

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



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

### **Практические занятия (36час.)**

**Тема 1. Звуковое поле и волны (4час./1.5 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа/1.5 час.**

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 (4час./1.5 час.) - МАО «Денотантный граф»-4 часа/1.5 час.**

## 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 сигнал, 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 называет 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 (4 час./2 час.) - МАО «Денотантный граф»-4 часа/2 час.**

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 (4 час./2 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа/2 час.**

Определение основных характеристик громкоговорителей

1. Определить мощность источника звука, если на расстоянии 5м 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./3 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа./0**

#### **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  $22 \times 14 \times 10$  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 в децибелах относительно пороговой интенсивности  $I_0 = 10^{-10}$  Вт/м<sup>2</sup>. Средний коэффициент поглощения отражающих поверхностей зала  $\alpha_{ср} = 0,2$ .

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

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

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

10. Пользуясь графиком зависимости оптимального времени реверберации  $T_{опт}$  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 (6 час./3 час.) - МАО «Денотантный граф»-6 часа./0**

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

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

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

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./1 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа/1 час.**

Расчет звукоизоляции перегородок, теле-, радиостудий

1. Перегородка площадью  $9 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q=47$  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 дБ, если в ней проделать отверстие площадью  $0,001 \text{ м}^2$ , закрытое легкой преградой (например, обоями) с собственной звукоизоляцией 10 дБ?

3. Перегородка площадью  $10 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q_{\text{пер}}=50$  дБ. Чему равна звукоизоляция перегородки с учетом проводимости отверстия

4. Помещение отделено от другого (шумного) перегородкой со звукоизоляцией 5 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./2 час.) - МАО «Денотантный граф»-4 часа/2 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 м от стены и на высоте 1 м от пола. Максимальная высота помещения 12 м. Какие основные особенности и недостатки такого помещения?

### **Лабораторная часть курса (18 час./0 час.)**

#### **Лабораторная работа №1. Линейная антенна из $n$ элементов (4 час.)- МАО «Проект» 4 часа**

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

#### **Лабораторная работа №2. Малая заглушенная камера (4 час.) -МАО «Проект» 4 часа**

Изучение конструкций малых заглушенных камер и методики измерения в них.

#### **Лабораторная работа №3 Исследование параметров громкоговорителей в зависимости от акустического оформления (4 час.)- МАО «Проект» 1 час.**

Изучение влияния акустического оформления на частотные характеристики громкоговорителя.

#### **Лабораторная работа №. Акустические характеристики помещений и студий. (6 час.)**

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

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

– Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Радиопередающие устройства систем радиосвязи» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

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

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

– требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

– критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Звуковое поле в неограниченном пространстве, Основные свойства слуха	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
2	Акустические сигналы	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
3	Электромеханоакустические системы и их элементы, Микрофоны, Громкоговорители	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
4	Акустика помещений, Студии звукового и телевизионного вещания	ПК-19	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
5	Озвучение и звукоусиление, Понятность и разборчивость речи, Акустические измерения	ПК-19	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

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

### **Основная литература**

1. 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>

2. 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>

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> (24 экз.)

### **Дополнительная 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. 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>

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

	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Компьютерный класс	<p>–Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</p> <p>–7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</p> <p>–ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</p> <p>–Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</p> <p>–AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</p>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Электроакустика и звуковое вещание» обучающемуся предлагаются лекционные, практические занятия и лабораторный практикум. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из общих учебных часов 90 часа, в том числе 36 час. на экзамен отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к рейтинговым и зачетным проверкам, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Примерное распределение часов самостоятельной работы, которые

студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 36ч., подготовка к практическим занятиям –36ч., подготовка к лабораторным работам - 14ч., подготовка к экзамену – 36ч. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

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

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

Каждая лабораторная работа рассчитана на несколько аудиторных часов. Поскольку выполнение лабораторных работ опирается на лекционный материал, в курсе выбрано неравномерное распределение лабораторных работ по рейтинговым блокам. В первом рейтинговом блоке студент должен подготовить 2 лабораторные работы, во втором – 4 и в третьем – 2. Таким образом, студент должен сдать соответственно:

- к концу первого рейтингового блока 1 и 2 лабораторные работы и практические работы;
- к концу второго рейтингового блока 3, 4, 5 и 6 лабораторные работы и практические работы.
- к концу третьего рейтингового блока 7 и 8 лабораторные работы и практические работы.

Для каждой лабораторной работы и практической 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 экзамену обучающийся должен отчитаться по всем практическим и лабораторным занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Экзамен проставляется по результатам рейтинга.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)
<p>Лаборатория микропроцессоров и мобильных средств связи кафедры Электроники и средств связи Инженерной школы Е 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 видеокамера Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудио-процессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice</p> <p>Компьютеры в сборе (монитор, мышь, клавиатура) 8 шт., Осциллограф С1-73 (2 шт.), Вольтметр аналоговый, Анализатор спектра, Измеритель линейных искажений С1-6, генератор модулированного сигнала.</p> <p>Лаборатория цифровой электроники и схемотехники кафедры Электроники и средств связи Инженерной школы Е 729: 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 видеокамера Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е, ауд. Е 726, Е 729</p>



дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудио-процессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice	
--	--

*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.*



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессиональ-  
ного образования

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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»**

**Направление подготовки**

**11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**

**2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	5, 10 и 15 недели семестра	Закрепление лекционного материала	12/60	Проверка конспектов
2	В течение семестра	Выполнение лабораторных и практических работ	42/121	Представление отчетов
4	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36/9	Экзамен, представление портфолио

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

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.

### 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, за-

щита 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 указания к выполнению курсовой работы

В течение семестра каждый студент должен выполнить курсовую работу.

Студентам выдается индивидуальное задание на тему «Акустический расчет и озвучивание помещения».

Задание: 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.

### 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
Лекционный зал	2x x	0/ 1		/ x	/ x2	Стены – оштукатурены, 1,8 м от пола окрашены, пол – деревянный паркет на балках, потолок – известковая штукатурка; двери деревянные окрашенные; стулья – деревянные лакированные	Столы – деревянные (21/1,2x0,7 шт/м), доска – деревянная (2,5x1 м)
Драматический театр	0x 5x 7	680  680	8	/ .5X .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 – 6x1 м; подъем – 30x4 м

	Кинотеатр	4х 1х 3	00/ 00	/	/	X	X	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
	Конференц-зал	5х 4х	20/ 21	/	/	,6X	X	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
	Зал для органной музыки	7х 3х 4	00/ 31	1	/	,5X	2/ х5 и 1/ 0х5	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
	Зал заседаний	5х 5х	0/ 1		/	,4х	X	Стены – штукатурка алебастровая, гладкая по деревянной обрешетке, пол- паркет по асфальту, потолок – штукатурка по металлической сетке с воздушной полостью позади; 20 стульев – мягкие, обшитые тканью, 1 кресло – кожаное на поролоне; дверь - монолитная лакированная древесина	Стол – монолитная лакированная древесина (1/2х1 шт/м и 1/15х2 шт/м)
	Актный зал (массовые мероприятия)	2х 4,5х ,5	00/ 00		/	,6X	,5X	Стены и потолок – известковая штукатурка по обрешетке, пол – паркет на шпонках; стулья и двери – монолитная лакированная древесина	Подиум – 5х0,5 м
	Ночной клуб	8х 1х	00/ 2		/	,5X	,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)

### 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.

В первом рейтинговом блоке студент должен подготовить 2 лабораторные работы, во втором – 4 и в третьем – 2. Таким образом, студент должен сдать соответственно:

- к концу первого рейтингового блока 1 и 2 лабораторные работы и практические работы;
- к концу второго рейтингового блока 3, 4, 5 и 6 лабораторные работы и практические работы.
- к концу третьего рейтингового блока 7 и 8 лабораторные работы и практические работы.

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 занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических и лабораторных работах, закрепляются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо представить Портфолио и 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.

Структура Портфолио: 1. название портфолио; 2. лабораторные работы (каждая работа отдельным файлом), 3. практические работы (каждая работа отдельным файлом), 4. Курсовой проект.

## **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;
- качество оформления отчета о проделанной работе, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессиональ-  
ного образования

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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»**

**Направление подготовки**

**11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**

**2015**



## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 – способностью осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи	Знает	основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах
	Умеет	проводить анализ и синтез логических устройств
	Владеет	навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации
ПК-19 – готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований	Знает	особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем; принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов
	Умеет	оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники
	Владеет	Навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Звуковое поле в неограниченном пространстве, Основные свойства слуха	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
2	Акустические сигналы	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
3	Электромеханоакустические системы и их элементы, Микрофоны, Громкоговорители	ПК-3	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
4	Акустика помещений,	ПК-19	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио

	Студии звукового и телевизионного вещания		умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
5	Озвучение и звукоусиление, Понятность и разборчивость речи, Акустические измерения	ПК-19	знает	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-3 – способностью осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи	Знает	основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах	Знание основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах	знание характеристик направленности	61-75
	Умеет	проводить анализ и синтез логических устройств	Умение проводить анализ и синтез логических устройств	умение решать художественные и технические задачи при преобразовании электрических сигналов в аппаратных звукового вещания и звукозаписи	76-85
	Владеет	навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации	Владение первичными навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации	владение навыками получения простейшим способом острой диаграммы направленности – использование линейной группы микрофонов	86-100
ПК-19 – готовностью к организации работ по практиче-	Знает	особенности передачи различных сигналов по каналам	знание особенности передачи различных сигналов по кана-	знание электрических уровней на выходе микрофона	61-75

скому использованию и внедрению результатов исследований		и трактам телекоммуникационных систем; принципы, основные алгоритмы и устройства устройства цифровой обработки сигналов	лам и трактам телекоммуникационных систем; принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов		
	Умеет	оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники	умение оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники	умение обеспечивать равномерность распределения звуковой энергии в зоне размещения слушателей	76-85
	Владеет	Навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям	владение первичными навыками экспериментального определения статических характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям	Владение навыками организовать цифровое радиовещание в диапазоне гектометровых волн	85-100

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

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

Промежуточная аттестация обучающихся является обязательной. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо сформировать свое Портфолио, которое состоит из результатов индивидуальных графических заданий.

#### **Портфолио**

по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»

**1 Название портфолио**

**2 Структура портфолио:**

- 2.1 практические работы (каждая работа отдельным файлом);
- 2.3 лабораторные работы (каждая работа отдельным файлом).
- 2.4 курсовая работа

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине: «Электроакустика и звуковое вещание»**

- 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 м<sup>2</sup> с собственной звукоизоляцией 50 дБ, если в ней проделать отверстие площадью 0,001 м<sup>2</sup>, 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,  $c/p = 6n - 16,7$  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?

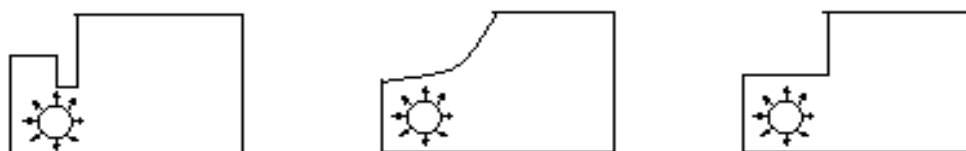
29. Почему измеренный динамический диапазон сигнала зависит от времени интеграции измерителя уровня? При каких значениях времени интеграции он окажется больше?

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  $m_{opt}$  и оптимальное число слушателей  $n_{opt}$  в концертном зале, имеющем объем  $V = 4000$  м<sup>3</sup>.

36. Определить оптимальное время реверберации  $m_{opt}$  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  $l = 28$  м, высота  $h = 8$  м.

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

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»

Баллы (рейтин- говой 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	<i>«хорошо»</i>	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	<i>«удовлетворительно»</i>	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	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Оценочные средства для текущей аттестации Комплект лабораторных работ**

по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»

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

**МАО «Проект» 4 часа**

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

#### **Лабораторная работа №2. Малая заглушенная камера (4 час.) -МАО**

**«Проект» 4 часа**

Изучение конструкций малых заглушенных камер и методики измерения в них.

**Лабораторная работа №3 Исследование параметров громкоговорителей в зависимости от акустического оформления (4 час.)- МАО «Проект» 1 час.**

Изучение влияния акустического оформления на частотные характеристики громкоговорителя.

**Лабораторная работа №. Акустические характеристики помещений и студий. (6 час.)**

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

**Критерии оценки лабораторной 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.

### **Комплект практических работ**

по дисциплине «Электроакустика и звуковое вещание»

#### **Тема 1. Звуковое поле и волны (4час.)- МАО «Денотантный граф»-**

**4 часа.**

Определение параметров звукового поля

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

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

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

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

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

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

17. Что является источником плоских и сферических волн?

18. Поясните понятие сопротивления излучения.

19. Поясните понятие присоединенной массы среды.

20. Поясните особенности интерференции и дифракции звуковых волн?

Поясните особенности отражения и преломления звуковых волн.

## Тема 2. Свойства слуха (4час.) - МАО «Денотантный граф»-4 часа.

Определение уровней параметров звукового поля

29. 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?

30. 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?

31. 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»?

32. 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?

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

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

35. 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?

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

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

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

39. 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?

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

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

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

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

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

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

46. 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?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

56. 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 (4 час.) - МАО «Денотантный граф»-4 часа.**

Определение основных характеристик микрофонов

21. 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.

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

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

24. Достоинства и недостатки электродинамических катушечных микрофонов.

25. Каковы основные технические характеристики микрофонов?

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

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

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

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

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

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

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

33. Объясните устройство и принцип действия ленточного микрофона – приемника градиента давления.

34. Чем обусловлен выбор собственной частоты подвижной системы конденсаторного микрофона?

35. Поясните принцип действия акустически комбинированного катушечного микрофона.

36. Объясните устройство и принцип действия акустически комбинированного конденсаторного микрофона.

37. Поясните принцип получения остронаправленных свойств микрофона.

38. Поясните принцип работы PZM-микрофона.

39. Поясните принцип работы микрофонных стереофонических систем.

40. Какую форму и размеры следует придавать вещательным микрофонам?

#### **Тема 4. Громкоговорители (4 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа.**

Определение основных характеристик громкоговорителей

14. Определить мощность источника звука, если на расстоянии 5 м он создаёт уровень интенсивности 70 дБ.

15. 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.

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

17. 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?

18. 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?

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

20. В чем заключается принцип обратимости применительно к электромеханическому преобразователю?

21. Поясните правила построения схем преобразователя – двигателя и преобразователя-генератора.

22. Поясните физический смысл внесенного сопротивления применительно к преобразователю-генератору и преобразователю-двигателю.

23. Чем объясняются трудности получения горизонтальной АЧХ громкоговорителей в области НЧ и ВЧ.

24. Объясните принцип метода электромеханических аналогий.

25. Каковы особенности акустических колебательных систем (по сравнению с электрическими)?

26. Каковы требования к частоте резонанса подвижной системы головки диффузорного громкоговорителя. В области НЧ.

**Тема 5. Акустика помещений (6 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа.**

Расчет акустических характеристик помещений

15. Можно ли в жилой комнате воссоздать или имитировать акустические условия большого зала? Если – нет, то почему? Если – да, то какими техническими средствами?

16. 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?

17. 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?

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

19. Что называется основным, дополнительным и добавочным фондами звукопоглощения. Поясните его особенности и роль первых дискретных отражений?

20. Изобразите графически временную структуру реверберационного процесса в помещении. Поясните его особенности и роль первых дискретных отражений. 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 в децибелах относительно пороговой интенсивности  $I_0 = 10^{-10}$  Вт/м<sup>2</sup>. Средний коэффициент поглощения отражающих поверхностей зала  $\alpha_{ср} = 0,2$ .

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

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

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

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

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

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

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

28. 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 (6 час.) - МАО «Денотантный граф»-6 часа.**

10. Определить оптимальное время реверберации  $T_{\text{опт}}$  в телевизионной студии, имеющей объем  $V=700 \text{ м}^3$ .

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

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

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

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

15. Назовите дополнительные критерии акустического качества помещений.

16. Чем определяется длительность процесса реверберации в студии?

17. Чему равен допустимый уровень звукового фона в студии? Как обеспечивается звукоизоляция студий от внешних источников шума?

18. Каковы оперативные методы изменения реверберации в студиях?

**Тема 7. Звукоизоляция помещений (4 час.)- МАО «Денотантный граф»-4 часа.**

Расчет звукоизоляции перегородок, теле-, радиостудий

5. Перегородка площадью  $9 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q=47$  дБ. Чему равна звукоизоляция перегородки с учетом проводимости отверстия.

6. 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?

7. Перегородка площадью  $10 \text{ м}^2$  имеет отверстие  $10^{-3} \text{ м}^2$ ,  $Q_{\text{пер}}=50$  дБ. Чему равна звукоизоляция перегородки с учетом проводимости отверстия

8. Помещение отделено от другого (шумного) перегородкой со звукоизоляцией 5 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. ) - МАО «Денотантный граф»-4 часа.**

Расчет озвучения закрытых помещений

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

6. 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?

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

8. 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 м от стены и на высоте 1 м от пола. Максимальная высота помещения 12 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.