

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b

Основание: УТВЕРЖДАЮ

Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Акустические основы озвучивания помещений и
качество звукопередачи»**

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: очная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,3 час.

самостоятельная работа: 57,7 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
активная работа на занятии	7
практикум (выполнение лабораторных работ)	7
практикум (защита лабораторных работ)	7
присутствие на занятии	7
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	7

Рабочая программа дисциплины «Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

Составитель(и):

Штейн Б.М., доцент кафедры , к.п.н.

Рецензент(ы):

Горбунова И.Б, профессор кафедры информатизации образования ФГБОУ «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», доктор пед наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель(и) дисциплины:

дать понимание сущности процессов, происходящих в помещении при наличии в нем системы озвучения или звукоусиления; подготовить студентов к освоению навыков практической реализации систем озвучения в помещениях различного назначения; научить разрабатывать технические и геометрические параметры систем озвучения помещений и открытых пространств, обеспечивающие заданные физические характеристики звукового поля.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся знания, навыки и умения самостоятельно анализировать физические процессы, происходящие в звуковом поле помещения с системой звукоусиления;
- решать задачи анализа, синтеза и оптимизации таких систем;
- получить навыки грамотной эксплуатации систем озвучения и звукоусиления в условиях открытого пространства и помещений различного назначения.

1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

Основы компьютерного проектирования РЭС

Радиоавтоматика

Системы воспроизведения и отображения аудиовизуальной информации

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны

Запись и воспроизведение информации

Топология сетей передачи данных

Нелинейные колебания и волны

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Профессиональные компетенции

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.1 — Применяет анализ данных для исследования и расчета радиотехнических систем.

Знает: технические характеристики и параметры систем озвучения и способы их реализации при озвучении помещений различного назначения.

Умеет: объективно и субъективно оценивать акустические характеристики системы звукоусиления в помещениях различного назначения.

Владеет: навыками работы с научной и технической литературой по исследуемому вопросу.

Вид деятельности: технологический.

ПК-9 — Способен осуществлять разработку регламентов технического обслуживания и графика профилактического осмотра оборудования.

ПК-9.1 — Осуществляет разработку регламентов технического обслуживания.

Знает: современные акустические проблемы в озвучиваемых помещениях и методы их решения; технические характеристики и параметры систем озвучения и способы их реализации при озвучении помещений различного назначения.

Умеет: рассчитывать и измерять количественные и качественные показатели звукового поля озвучиваемой площади в озвучиваемых помещениях и открытых пространствах.

Владеет: определением и формулировкой технических требований к разрабатываемой системе озвучения.

2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,3 час.

самостоятельная работа: 57,7 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	7

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	7	Итого
Лекции	16	16
Лабораторные	32	32
Консультации	2	2
Самостоятельная работа	53,5	53,5
Самостоятельная работа во время сессии	4,2	4,2
Итого	107,7	107,7

2.2. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1. 1. Удивительный мир звука

Границы восприятия громкостных и частотных характеристик звуковых сигналов. Воздействие колебаний разных частот и интенсивностей на человека.

Раздел 2. Общие принципы усиления звука

Тема 2. 1. Естественное усиление звукового сигнала

Суперпозиция сигналов, функции автокорреляции и взаимной корреляции. Использование энергии отражений для усиления звука в древнегреческих и римских театрах и аудиториях. Условия естественного усиления звука.

Тема 2. 2. Классификация систем озвучения и звукоусиления

Определения, требования к системам озвучения и звукоусиления и к характеристикам звукового поля. Сосредоточенные, зональные и распределенные СО. Их структура, применение, достоинства и недостатки.

Тема 2. 3. Стерефонические системы озвучения

Структура стерефонических систем, требования к качественным характеристикам восприятия. Обычная (двухканальная) и многоканальная стереофония, различные типы многоканальных систем. Оценка субъективного качества стереофонии с помощью параметра «предпочтительности». Локализация источника звука в стереофонических системах.

Раздел 3. Громкоговорители систем озвучения

Тема 3. 1. Некоторые особенности громкоговорителей систем озвучения

Частотный диапазон и характеристика направленности громкоговорителей озвучения. Количественная оценка направленности излучения.

Тема 3. 2. Направленность линейной группы излучателей (звуковых колонок)

Вывод формулы для характеристики направленности (ХН) звуковой колонки, состоящей из n излучателей. Зависимость ХН от числа излучателей и их направленности.

Тема 3. 3. Распределение звуковых давлений в пределах озвучиваемой площади

Зависимость неравномерности звукового поля от угла и высоты подвеса громкоговорителя. Расчет систем озвучения открытого пространства и помещения.

Расчет акустической мощности излучателей, определение типа СО и выбор громкоговорителей. Определение геометрических параметров расположения громкоговорителей на площадке озвучения и расчет характеристик звукового поля.

Раздел 4. Теория акустических процессов в озвучиваемых помещениях

Тема 4. 1. Анализ работы линейной системы звукоусиления

Воздушный промежуток как элемент акустической обратной связи (АОС) и определение коэффициента передачи воздушного промежутка. Вывод формулы для функции обращения.

Тема 4. 2. Условия стабильности системы с АОС

Определение критических частот и критического усиления в системе с положительной АОС. Эффективность обратной связи. Частотная характеристика коэффициента усиления системы с АОС при различных значениях функции обращения.

Тема 4. 3. Регенеративная реверберация

Причины возникновения и расчет времени регенеративной реверберации в условиях открытого пространства и помещения. Влияние на качественные характеристики звука.

Тема 4. 4. Параметры звукового поля в системе звукоусиления с АОС

Расчет индекса тракта передачи в системе звукоусиления без обратной связи и при наличии АОС. Определение неравномерности звукового поля. Методы борьбы с АОС.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
1	Введение	2	0	0	0	0	0	2
1.1	Удивительный мир звука	2	0	0	0	0	0	2
2	Общие принципы усиления звука	4	0	16	0	0	0	20
2.1	Естественное усиление звукового сигнала	2	0	16	0	0	0	18
2.2	Классификация систем озвучения и звукоусиления	2	0	0	0	0	0	2
2.3	Стереофонические системы озвучения	0	0	0	0	0	0	0 *
3	Громкоговорители систем озвучения	6	0	0	0	0	0	6
3.1	Некоторые особенности громкоговорителей систем озвучения	2	0	0	0	0	0	2
3.2	Направленность линейной группы излучателей (звуковых колонок)	2	0	0	0	0	0	2
3.3	Распределение звуковых давлений в пределах озвучиваемой площади	2	0	0	0	0	0	2
4	Теория акустических процессов в озвучиваемых помещениях	4	0	16	0	0	0	20
4.1	Анализ работы линейной системы звукоусиления	2	0	0	0	0	0	2
4.2	Условия стабильности системы с АОС	2	0	8	0	0	0	10
4.3	Регенеративная реверберация	0	0	4	0	0	0	4
4.4	Параметры звукового поля в системе звукоусиления с АОС	0	0	4	0	0	0	4
	ВСЕГО	16	0	32	0	0	0	48

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Тема: «Естественное усиление звукового сигнала».	16
2	Тема: «Условия стабильности системы с АОС».	8
3	Тема: «Регенеративная реверберация».	4
4	Тема: «Параметры звукового поля в системе звукоусиления с АОС».	4

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Практические занятия (семинары) по дисциплине «Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи» в соответствии с учебным планом не предусмотрены.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
активная работа на занятии	7
практикум (выполнение лабораторных работ)	7
практикум (защита лабораторных работ)	7
присутствие на занятии	7
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	7

6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль отсутствует.

6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Практикум

Примерные варианты проверочных заданий:

1. Расчет звукового поля горизонтальной площадки озвучения: определить уровни звуковых давлений в различных точках озвучения, если: $r=50\text{ м}$, $h=8\text{ м}$, . Найти размеры поля озвучения.
2. Определить угол подвеса громкоговорителя с электрической мощностью 40 Вт, обеспечивающего уровень звукового давления в точке А 86 дБ. Высота подвеса громкоговорителя 8 м, КПД громкоговорителя 5%, $e=0,7$.

Тематика заданий

1. Рассчитать акустические характеристики звукового поля в зрительном зале кинотеатра

местимостью n зрителей ($n - var.$)

2. Рассчитать акустические характеристики звукового поля в зрительном зале драматического театра вместимостью n зрителей ($n - var.$)

3. Рассчитать акустические характеристики звукового поля в зрительном зале музыкального театра (оперетта, мюзик-холл) вместимостью n зрителей ($n - var.$)

4. Рассчитать систему звукоусиления и параметры звукового поля в зрительном зале оперного театра вместимостью n зрителей ($n - var.$)

5. Рассчитать акустические характеристики звукового поля в лекционном зале вместимостью n человек ($n - var.$)

6. Рассчитать акустические характеристики концертного зала вместимостью n зрителей ($n - var.$)

7. Рассчитать акустические характеристики звукового поля в зале заседаний (например, депутатском) вместимостью n человек ($n - var.$).

8. Рассчитать акустические характеристики звукового поля студии записи (речи, музыки) для n исполнителей ($n - var.$).

6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Естественное усиление звукового сигнала: суть явления, предельные значения мощности двух сигналов – когерентных и некогерентных; формулировка условий естественного усиления за счет отражений.

2. Идея построения профилированных поверхностей (метод Петцольда) с целью формирования требуемой структуры отражений на зрительских местах.

3. Определение систем озвучения и звукоусиления. Характеристики звукового поля, обеспечиваемые системой озвучения.

4. Классификация систем озвучения; особенности применения, достоинства и недостатки.

5. Понятие «предпочтительности» как качественной оценки системы озвучения. Оценка качества стереофонии на примере двухканальной системы.

6. Общая оценка качества стереофонии в многоканальной системе с помощью понятия «предпочтительности».

7. Локализация источника звука в стереофонических системах; закон «первой волны», интегральная локализация пары, «эффект вечеринки». Использование в стереофонических системах линий задержки звукового сигнала.

8. Количественная оценка направленности излучения. Преимущества использования направленных излучателей по сравнению с ненаправленными в системах озвучения.

9. Характеристика направленности линейной группы точечных излучателей (звуковой колонки).

10. Характеристика направленности звуковой колонки из n излучателей в декартовых и полярных координатах.

11. Громкоговорители с эллипсоидальной характеристикой направленности. Аналитические выражения для характеристики направленности и коэффициента осевой концентрации.

12. Распределение звуковых давлений в звуковом поле громкоговорителя с эллипсоидальной характеристикой направленности; вывод формулы распределения $\Phi(\varphi)$.

13. Распределение уровней звуковых давлений на горизонтальной площадке озвучения: определение местоположения точек с L_{max} и значений ΔL_{max} .

14. Зависимость параметров поля озвучения (L_{max} , ΔL_{max} , $S_{озв}$) от угла наклона акустической оси громкоговорителя (рассмотреть случаи $\alpha=0$ и $\alpha=90^\circ$).

15. Определение акустической мощности громкоговорителя при озвучении открытого пространства.

16. Определение акустической мощности громкоговорителя при озвучении помещения.

17. Анализ работы линейной системы звукоусиления в условиях открытого пространства; условия возникновения акустической обратной связи (АОС), вывод формулы для функции

обращения, её физический смысл.

18. Условия стабильности системы с акустической обратной связью; расчет критических частот и критического усиления в системе.

19. Эффективность акустической обратной связи: определение максимального и минимального её значений; частотная характеристика эффективности и коэффициента усиления системы с АОС.

20. Регенеративная реверберация в открытом пространстве: условия возникновения, определение времени регенеративной реверберации и его зависимость от параметров АОС.

21. Регенеративная реверберация в помещении со звукоусилением: механизм возникновения, расчет времени регенеративной реверберации, влияние на восприятие звукового сигнала, методы уменьшения.

22. Способы подавления акустической обратной связи.

23. Индекс тракта передачи $\theta_{мс}$. Расчет порогового и предельного значений $\theta_{мс}$ для случая, когда микрофон находится в поле прямой волны.

24. Индекс тракта передачи $\theta_{мс}$. Расчет порогового и предельного значений $\theta_{мс}$ для случая, когда микрофон находится в диффузном поле.

6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
Обязательная аудиторная работа			
Активная работа на занятии	6	1	6
Практикум (защита лабораторных работ)	1,5	16	24,0
Присутствие на занятии	1	24	24
Практикум (Выполнение лабораторных работ)	1	16	16
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7.1. Литература

1. Щевьев, Ю. П. Физические основы архитектурно-строительной акустики [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. П. Щевьев ; С.-Петербург. гос. ун-т кино и телев. - СПб. : СПбГУКиТ, 2001. - 407 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
2. Давыдов, В. В. Акустика помещений [Текст] : Текст лекций. Вып. 1 / В. В. Давыдов. - Л. : СПиКиТ, 1994.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
3. Давыдов, В. В. Акустика помещений [Текст] : Текст лекций / В. В. Давыдов. - Л. : СПиКиТ, 1995. - 95 с
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
4. Щевьев, Ю. П. Средства акустической обработки помещений : учебное пособие для вузов / Ю. П. Щевьев, Е. Н. Осташевский. - СПб. : Береста, 2010. - 326 с. : ил. - ISBN 978-5-91492-084-2. - Текст : непосредственный.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
5. Кнудсен, В. О. Архитектурная акустика [Текст] = Architectural acoustics : пер. с англ.: к самостоятельной работе / В. О. Кнудсен ; ред.: Е. А. Копилович, Л. Д. Брызжева. - 5-е изд. - М. : Изд-во ЛКИ, 2010. - 520 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
6. Щевьев, Ю. П. Аппаратные методы исследования звукового поля в помещениях : учебное пособие / Ю. П. Щевьев, А. А. Белоусов. - СПб. : СПбГУКиТ, 2006. - 144 с. - Текст : непосредственный.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>

7.2. Интернет-ресурсы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Использование лицензионного программного обеспечения по дисциплине «Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи» не предусмотрено.

7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>

Электронная библиотечная система «Айбукс-ру». <http://ibooks.ru>

Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

7.5. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи» студенты должны выполнять ряд рекомендаций методического и организационного характера, которые будут способствовать наилучшему усвоению теоретического материала и получению навыков практической работы:

1. Присутствовать на лекциях и вести конспект (в бумажном или электронном варианте);
2. В случае невозможности присутствия на лекции по уважительной причине студент (или староста группы) обязан заранее предупредить об этом преподавателя, который предложит пропущившему занятию студенту изучить пропущенный раздел самостоятельно по рекомендованной литературе. Впоследствии преподаватель проверяет знания учащегося либо в устной форме, либо письменной (например, предложив написать реферат по пропущенному разделу).
3. Студент имеет право задать лектору вопрос, или акцентировать его внимание на наиболее значимых для него вопросах, излагаемых во время лекции. При этом, разумеется, не рекомендуется прерывать лектора частными замечаниями, а, по взаимной договоренности, обсудить наиболее трудные для понимания части курса либо во время лекции, либо в перерыв, либо при индивидуальном разговоре в удобное время.
4. При выполнении лабораторных работ, проводимых по расписанию, присутствие студентов на занятиях обязательно. В случае отсутствия по уважительной причине, студент может договориться с преподавателем о проведении дополнительного занятия в то время, когда свободна лаборатория. При этом студент должен иметь при себе разрешение на отработку лабораторной работы из деканата. Лабораторные работы могут выполняться студентами как самостоятельно, так и в малых группах.
5. В процессе изучения курса студенты должны быть готовы к периодическим проверкам знаний в виде ответов на устные вопросы, или письменных работ по отдельным разделам дисциплины. О проведении проверки студенты предупреждаются заранее.
6. Итоговая оценка работы студентов по данной дисциплине проводится на основе нескольких составляющих, куда входят:
 - посещаемость лекционных занятий и лабораторных работ;
 - активность и инициатива при решении и обсуждении отдельных вопросов курса;
 - отчетность по разделам дисциплины;
 - своевременная защита лабораторных работ и других видов отчетности;
 - участие в СНТК и написании статей в сборник трудов университета;
 - ответы на вопросы на зачете.