

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.07.2023 15:17:53
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП
«Аудиовизуальная техника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«АНТЕННЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

«Аудиовизуальная техника»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

старший преподаватель Семенихин И.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
03.06.2019, протокол № 5

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 13.06.2019, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (семестр)	8

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«АНТЕННЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

Дисциплина представляет собой сжатый общеобразовательный учебный курс по основам антенной техники, базирующийся на курсах технической электродинамики, математики и курса «электромагнитные поля и волны». Теоретическая часть курса включает в себя математическое описание процессов излучения элементарных излучателей (диполь Герца, элементарный виток с током, элемент Гюйгенса), изучение основных понятий и характеристик антенн (в том числе приёмных), а также характеристик системы ”передающая антенна -приёмная антенна”, ознакомление с основными типами антенн (вибраторные, апертурные, антенные решётки). В качестве примера строгой постановки антенной задачи рассматривается электрический вибратор в самосогласованной постановке с помощью решения интегрального уравнения Галлена методом последовательных приближений.

Практическая часть курса предполагает выполнение студентами ряда лабораторных работ, связанных с основными темами теоретического курса.

SUBJECT SUMMARY

«ANTENNAS AND PROPAGATION»

Discipline is a concise general education course on the basics of antenna technology, which is based on the electrotechnical courses, mathematics, and the course ”Electromagnetic Fields and Waves.” The theoretical part of the course includes the study of the basic concepts and characteristics of the antenna, a mathematical description of the elementary processes of radiation sources: Hertz dipole, element Huygens.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель изучения дисциплины состоит в получении студентами знаний, навыков и умений по курсу ”Антенны и распространение радиоволн”.

2. Задачи курса заключаются в приобретении студентами:

-знаний о решаемых с помощью антенн задачах, о закономерностях процесса излучения радиоволн антеннами, об особенностях распространения электромагнитных волн;

-умений грамотно формулировать требования к антеннам, используемым в радиотехнических системах;

-представлений об основных методах расчета антенн и антенных систем.

3. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести знания:

-основ теории излучения электромагнитных волн;

-основных понятий теории антенн;

-о ключевых характеристиках антенн;

-об аналитических и численных методах их расчета;

-о принципах действия основных типов антенн;

-о параметрах радиолинии, включающей передающую и приёмную антенны.

4. В результате освоения дисциплины студенты должны получить умения:

-проводить анализ и синтез антенн и антенных систем;

-обоснованно формулировать требования к полевым и входным характеристикам антенн на основе выполненных аналитических расчетов и компьютерного моделирования.

-аргументированно давать физическую трактовку результатам проведенного анализа.

5. В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть навыками:

- экспериментальных исследований антенн и антенных решеток;
- оценивания характеристик направленности тех или иных типов антенн;
- проведения измерений диаграммы направленности, коэффициента усиления и др. характеристик антенн.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»
2. «Математический анализ»
3. «Электромагнитные поля и волны»
4. «Техническая электродинамика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Прием и обработка радиосигналов»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	1			
2	Тема 1. Элементарные излучатели	2	2			16
3	Тема 2. Характеристики антенн	3	3	0		16
4	Тема 3. Антенны в приёмном режиме	2	2			16
5	Тема 4. Линейные антенны	2	3	4		16
6	Тема 5. Вибраторные антенны	2	2	3		8
7	Тема 6. Апертурные антенны	2	2	5	1	12
8	Тема 7. Антенные решётки	2	2	5		8
9	Заключение	1				
	Итого, ач	17	17	17	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Основные функции антенн. Место антенны в радиолинии. Факторы, влияющие на качество передачи сигнала в радиолинии
2	Тема 1. Элементарные излучатели	Излучение элементарных источников. Понятие диполя Герца (ДГ), вывод выражения для электрического и магнитного поля ДГ, понятие зон индукции и излучения, Особенности структуры поля в зоне излучения.
3	Тема 2. Характеристики антенн	Формирование поля антенны. Понятия ближней и дальней зоны для антенны. Основные характеристики антенн
4	Тема 3. Антенны в приёмном режиме	Особенности работы антенны в приёмном режиме. Принцип взаимности. Эффективная приёмная поверхность антенны. Система "передающая антенна -приёмная антенна". Шумовые характеристики приёмной антенны
5	Тема 4. Линейные антенны	Понятие линейного излучателя. Связь направленных свойств линейного излучателя с амплитудно-фазовым распределением

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Тема 5. Вибраторные антенны	Принцип действия вибраторных антенн. Строгая постановка задачи для вибратора на основе интегрального уравнения Галлена и её методом последовательных приближений. Зависимость параметров вибраторного излучателя от его длины. Система из нескольких вибраторов
7	Тема 6. Апертурные антенны	Понятие апертурной антенны. Направленные свойства апертурной антенны. Основные типы апертурных антенн
8	Тема 7. Антенные решётки	Принцип действия антенных решёток, их направленные свойства. Фазированные антенные решётки. понятие об электронном управлении диаграммой направленности
9	Заключение	Перспективы развития антенной техники

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование двухэлементной антенны «Волновой канал».	3
2. Исследование спиральной антенны	3
3. Исследование рупорной антенны	3
4. Исследование зеркальной антенны	3
5. Исследование влияние проводящей земли на характеристики антенн	2
6. Исследование печатной антенной решетки	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Общее назначение антенн	1
2. Свойства элементарных излучателей	2
3. Общие характеристики антенн	3
4. Параметры антенн в приёмном режиме	2
5. Характеристики линейных излучателей	3
6. Вибраторные антенны	2
7. Направленные свойства апертурных антенн	2
8. Свойства антенных решёток	2
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной

дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	36
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	11
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	92

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн [Текст] : учеб. для вузов по специальности 2011 (Радиовещание, радиосвязь, телевидение) / Г.А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г.А. Ерохина, 2004. -491 с.	50
2	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / [Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов и др.]; Под ред. Д.И. Воскресенского, 2003. -631 с.	19
3	Антенны и распространение радиоволн [Текст] : лаб. практикум / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2014. -87 с.	30
4	Антенны и распространение радиоволн [Текст] : лаборатор. практикум / [В. С. Алексеев [и др.], 2018. -107, [1] с.	79
Дополнительная литература		
1	Балландович, Святослав Владимирович. Основы автоматизированного проектирования антенных решеток [Текст] : учеб. пособие / С. В. Балландович, М. И. Сугак, 2016. -89 с.	75

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	ГОСТ 7.32-2017 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ. Структура и правила оформления https://docs.cntd.ru/document/1200157208

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13432>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

Особенности допуска

Допуск к экзамену:

- посещение лекционных и практических занятий (не менее 75%);
- выполнение лабораторных работ и защита отчетов на коллоквиумах.

Экзамен проводится по билетам.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Электрический диполь Герца. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства
2	Магнитный диполь Герца. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства
3	Элементарный виток с током. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства
4	Элемент Гюйгенса. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства
5	Поле системы излучателей, его зависимость от расстояния r и направления \square
6	Понятия ближней и дальней зон антенны (системы излучателей). Граница дальней зоны
7	Диаграмма направленности антенны. Числовые параметры, характеризующие ДН
8	Коэффициент направленного действия антенны, его связь с ДН (вывод)
9	Коэффициент усиления антенны, его связь с ДН (вывод)
10	Поляризация поля излучения антенны. Виды поляризации
11	Связь КНД, УБЛ и ширины луча антенны
12	Характеристики передающей антенны как четырёхполюсника
13	Работа антенны на приём. Принцип взаимности
14	Поляризационные соотношения при работе антенны на приём
15	Мощность сигнала, принимаемого антенной. Эффективная поверхность приёмной антенны
16	Передача мощности в системе «передающая антенна — приёмная антенна»
17	Понятие линейной излучающей системы. Линейный излучатель и линейная решётка
18	Идеальный линейный излучатель, его системный множитель и режимы излучения
19	Зависимость направленных свойств линейного излучателя от коэффициента замедления
20	Влияние амплитудного распределения на параметры линейного излучателя
21	Влияние фазового распределения на параметры линейного излучателя
22	Направленные свойства и особенности линейной решётки
23	Антенны бегущей волны
24	Симметричный вибратор. Интегральное уравнение Галлена

25	Решение интегрального уравнения Галлена методом последовательных приближений
26	Направленные свойства симметричного вибратора
27	Входное сопротивление симметричного вибратора
28	Система из двух связанных вибраторов
29	Метод наведённых ЭДС
30	КНД и действующая длина системы связанных вибраторов
31	Понятие апертурной антенны, общие свойства
32	ДН и КНД апертурной антенны
33	Рупорные антенны. Принцип действия, свойства
34	Линзовые антенны. Принцип действия, свойства
35	Зеркальные антенны. Принцип действия, свойства. Кросс-поляризация
36	Микрополосковые антенны (МПА). Конструктивные особенности

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Антенны и распространение радиоволн ФРТ**

1. Электрический диполь Герца. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства
 Электрический диполь Герца. Поле в зоне излучения – вывод выражений, свойства

2. . Антенны бегущей волны

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. Н. Ушаков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой

части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
4	Тема 1. Элементарные излучатели Тема 2. Характеристики антенн	Коллоквиум
8	Тема 3. Антенны в приёмном режиме	Коллоквиум
12	Тема 4. Линейные антенны Тема 5. Вибраторные антенны	Коллоквиум
16	Тема 6. Апертурные антенны	Коллоквиум
17	Тема 7. Антенные решётки	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

1. Методика текущего контроля на лекционных и практических занятиях.

1.1. Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 75% занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

2. Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

2.1. Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Антенны и распространение радиоволн» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Для защиты лабораторных работ предусмотрено 5 коллоквиумов. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

2.2. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, лабораторные стенды — в соответствии с набором лабораторных работ	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, меловая или маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1	30.06.2020	Программа актуальна, изменения не требуются.	30.06.2020, протокол № 3	старший преподаватель, И.Н. Семенихин	
2	20.04.2021	Программа актуальна, изменения не требуются.	20.04.2021, протокол № 2	старший преподаватель, И.Н. Семенихин	
3	20.04.2022	Программа актуальна, изменения не требуются.	20.04.2022, протокол № 4	старший преподаватель, И.Н. Семенихин	
4	26.04.2023	Программа актуальна, изменения не требуются.	26.04.2023, протокол № 2	старший преподаватель, И.Н. Семенихин	