

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 11:45:30
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки
сигналов»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

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

**«ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доц., к.т.н. доц. М.И. Сугак

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
03.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 20.04.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	40
Лабораторные занятия (академ. часов)	20
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	61
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	119
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ»

Дисциплина представляет собой краткое введение в автоматизированное проектирование антенных устройств, включающее в себя основы техники и теории антенн, математическое описание процессов излучения элементарных источников, вывод теоремы перемножения диаграмм направленности, соотношения неопределенности. Вывод основных соотношений теории вибраторных антенн и антенных решеток в самосогласованной постановке с помощью решения интегрального уравнения Поклингтона. Помимо этого в курсе рассматриваются вопросы теории и техники фазированных антенных решеток и ряд смежных вопросов, в частности, фазовращатели ФАР. Курс базируется на дисциплинах: технической электродинамики, математики, электромагнитные поля и волны.

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

SUBJECT SUMMARY

«CAD OF ANTENNAS»

Discipline is a training course, which is a brief introduction to computer-aided design of antenna devices, including basic techniques and theory of antennas, mathematical description of the processes elementary radiation sources, derivation of the principle of pattern multiplication, the ratio of uncertainty. Derivation of the basic equations of the theory of dipole antennas and antenna arrays in a self-consistent formulation using the solution of the integral equation of Pocklington.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

- изучение закономерностей процесса излучения электромагнитных волн антеннами;
- получение знаний о принципах действия основных антенн;
- формирование навыков экспериментальных исследований антенн и антенных решеток;
- приобретение умения пользоваться пакетами автоматизированного проектирования в области антенн.

2. Задачи дисциплины:

- освоение численных методов расчета характеристик вибраторных антенн и антенных решеток;
- получение знаний о мат. моделировании и принципах работы антенн;
- формирование навыков экспериментальных исследований антенн и антенных решеток;
- приобретение умения пользоваться пакетами автоматизированного проектирования в области антенн.

3. Получение знаний о принципах действия основных антенн.

4. Умения пользоваться пакетами автоматизированного проектирования в области антенн.

5. Формирование навыков экспериментальных исследований антенн и антенных решеток.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Антенны и распространение радиоволн»

2. «Математический анализ»

3. «Техническая электродинамика»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

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>
СПК-2	Способен рассчитывать параметры и характеристики, применять методы компьютерного моделирования и проектирования радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов
<i>СПК-2.1</i>	<i>Знает принципы работы радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</i>
<i>СПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить расчеты параметров и характеристик радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</i>
<i>СПК-2.3</i>	<i>Владеет навыками использования методов компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение.	5	0	0	12
2	Тема 1 Мат. моделирование одиночных антенн	3	0	1	11
3	Тема 2. Проектирование антенных решеток	11	9	0	35
4	Тема 3. Вопросы автоматизированного проектирования ФАР	9	0	0	21
5	Заключение	12	11	0	40
	Итого, ач	40	20	1	119
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение.	Вектора ЭМП, Уравнения Максвелла, Векторный потенциал, основные ха-ки антенн
2	Тема 1 Мат. моделирование одиночных антенн	Вывод Уравнения Поплингтона. Решение ИУ методом моментов, виды базисов. вычисление х-к антенн через базисные к-ты.
3	Тема 2. Проектирование антенных решеток	Проектирование синфазных коллинеарных решеток и антенн типа "Волновой канал". Система связанных интегральных уравнений, ее решение по Галеркину.
4	Тема 3. Вопросы автоматизированного проектирования ФАР	Основные виды и характеристики ФАР. Элементарная теория ФАР. Особенности ДН при дискретном фазировании. Фазовое распределение для заданного угла сканирования. Мат. модели ФАР с учетом взаимного влияния элементов. бесконечная модель ФАР.
5	Заключение	Цифровые ФАР, устройство, характеристики.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование печатных антенн	5
2. Исследование микрополосковой антенной решетки.	5

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
3. Исследование ФАР на дискретных фазовращателях	5
4. Исследование характеристик антенн «Волновой канал»	5
Итого	20

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

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	39
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	12
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	22
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	12
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	34
ИТОГО СРС	119

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	Марков, Григорий Тимофеевич. Антенны [Текст] : учеб. для радиотехн. специальностей вузов / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов, 1975. -527, [1] с.	9
2	Кочержевский, Георгий Николаевич. Антенно-фидерные устройства [Текст] : учеб. для вузов по спец. "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Г. Н. Кочержевский, Г. А. Ерохин, Н. Д. Козырев, 1989. -351 с.	5
3	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
Дополнительная литература		
1	Балландович, Святослав Владимирович. Основы автоматизированного проектирования антенных решеток [Текст] : учеб. пособие / С. В. Балландович, М. И. Сугак, 2016. -89 с.	75
2	Антенны и распространение радиоволн [Текст] : лаб. практикум / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2014. -87 с.	30

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Страница дисциплины на сайте кафедры http://www.tor.eltech.ru:8000/edu/bachelor/оарафу

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10974>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы автоматизированного проектирования антенно-фидерных устройств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

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 теорем
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

Студент допускается к дифференцированному зачету при условии выполнения и защиты лабораторных работ и посещения не менее 50% лекций

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Записать и прокомментировать теорему запаздывающих потенциалов
2	Записать связь векторов поля и векторных потенциалов
3	Сформулировать граничные условия на поверхности цилиндрической вибраторной антенны
4	Записать СИУ для коллинеарной синфазной АР
5	Записать СИУ для 3-х элементной антенны "Волновой канал"
6	Записать СЛАУ для 2-х элементной антенны "Волновой канал" и 5-ти базисных ф-й. на каждом элементе
7	Сформулировать процедуру алгебраизации для СИУ по Галеркину.
8	Привести примеры и свойства базисных функций для анализа вибраторных АР
9	Записать СИУ для синфазной АР над экраном
10	Сформулировать граничные условия для АР "Волновой канал"
11	Свойства СЛАУ для эквидистантной АР

Форма билета

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

БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Основы автоматизированного проектирования АФУ. ФРТ**

1. Записать СИУ для коллинеарной синфазной АР
2. Свойства СЛАУ для эквидистантной АР

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
10	Тема 1 Мат. моделирование одиночных антенн	
11		
12		Отчет по лаб. работе
13	Тема 2. Проектирование антенных решеток	
14		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **50** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования антенно-фидерных устройств» студент обязан выполнить 4 лабораторных работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Предусматривается проведение коллоквиума на 12, 14, неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 4-х 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 критериях оценивания.

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.

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, доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные макеты -в соответствии с набором лабораторных работ	
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