

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Радиосистем и обработки сигналов _____
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_21.04/365-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Антенные устройства в радиотехнике

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр

(квалификация)

Радиотехнические системы

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.01 Радиотехника», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 925, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Антенные устройства в радиотехнике» является:

Освоение знаний по современным типам антенных устройств и областям их применения в радиотехнике.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

Рассмотрения современных типов антенн и методов их синтеза

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Антенные устройства в радиотехнике» Б1.В.04 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.01 Радиотехника». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Математическое моделирование устройств и систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-4	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
2	ПК-8	Способен участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта
3	ПК-11	Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований
4	ПК-13	Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов
5	ПК-14	Способен применять методы проектирования технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства
6	ПК-15	Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы
7	ПК-16	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов
8	ПК-17	Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов, систем и комплексов на этапах проектирования и производства

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-4.1	Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований
ПК-4.2	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования

ПК-4.3	Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов
ПК-8.1	Знает законы рыночной эффективности создаваемого продукта
ПК-8.2	Умеет проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-8.3	Владеет навыками подготовки коммерческого функционального описания, инструкции по типовому использованию радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-11.1	Знает принципы подготовки технических заданий на современные радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы
ПК-11.2	Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы
ПК-11.3	Владеет навыками разработки технологии монтажа и сборки радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-13.1	Знает современные технологические процессы производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-13.2	Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-13.3	Владеет навыками проектирования технологических процессов производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-14.1	Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-14.2	Умеет проектировать технологические процессы производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-14.3	Владеет навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства
ПК-15.1	Знает методы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования для производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-15.2	Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы
ПК-15.3	Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства
ПК-16.1	Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-16.2	Умеет анализировать характеристики радиотехнических изделий и процессов их изготовления
ПК-16.3	Владеет навыками оценки экономической эффективности технологических процессов
ПК-17.1	Знает методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий микроэлектроники
ПК-17.2	Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий
ПК-17.3	Владеет навыками подготовки дефектных ведомостей радиотехнических устройств, приборов и систем

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			2
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	108	108
Контактная работа с обучающимися		42.25	42.25
в том числе:			
Лекции		12	12
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)		14	14
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		0.25	0.25
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		65.75	65.75
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.		57.75	57.75
Подготовка к промежуточной аттестации		8	8
Вид промежуточной аттестации			Зачет

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Введение. Элементарные излучатели.	Элементарный электрический вибратор. Элементарный магнитный вибратор.	2		
2	Раздел 2. Параметры и характеристики антенн в приемном и передающем режимах	Классификация антенн. Фундаментальные ограничения в области антенн. Электромагнитное поле в ближней, промежуточной и дальней зонах. Диаграмма направленности, её ширина, уровень боковых лепестков. Поляризационные и фазовые характеристики. Мощность излучения, коэффициент усиления, коэффициент направленного действия. Действующая длина линейной антенны. Взаимосвязь между параметрами. Входные параметры антенны. Частотные свойства. Эквивалентная схема приёмной антенны. Энергетические соотношения в цепи приёмной антенны на низких и высоких частотах. Эффективная площадь приёмной антенны. Формула идеальной радиопередачи	2		

3	Раздел 3. Теория и построение линейных непрерывных и дискретных антенных систем	Линейный излучатель с бегущей волной тока. Режимы излучения - поперечный, наклонный, осевой. Ширина луча, КНД. Влияние амплитудно-фазового распределения тока на параметры линейной антенны. Равномерная линейная антенная решётка. Подавление дифракционных максимумов. Кольцевая решетка. Антенны бегущей волны - диэлектрические, директорные. Волноводно-щелевые антенные решётки.	2		
4	Раздел 4. Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта	Распределение тока в вибраторе. Симметричный вибратор, его свойства. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы	2		
5	Раздел 5. Методы расчета, конструкция и применение апертурных антенн	Диаграмма направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва. Апертурный метод расчета характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Одно- и двухзеркальные антенны, оптимизация их характеристик. Антенны с вынесенным облучателем. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения.	2		
6	Раздел 6. Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	Антенны круговой поляризации: цилиндрические спиральные и конические логоспиральные антенны. Режимы излучения спиральных антенн, характеристики направленности, диапазоны частот, входные сопротивления. Плоские логарифмические и арифметические спиральные антенны на основе само-дополнительных структур с резонатором, способы возбуждения. Логопериодические антенны и антенны Вивальди линейной поляризации.	2		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Борьба с замираниями и внутрисистемными помехами в сетях радиосвязи
2	Современные системы радиолокации

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
-------	---------------------------------------	---------	----------------	--------------	-----------	-----	-------------

1	Раздел 1. Введение. Элементарные излучатели.	2	2	2		7.75	13.75
2	Раздел 2. Параметры и характеристики антенн в приемном и передающем режимах	2	2	2		10	16
3	Раздел 3. Теория и построение линейных непрерывных и дискретных антенных систем	2	2	2		10	16
4	Раздел 4. Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта	2	2	2		10	16
5	Раздел 5. Методы расчета, конструкция и применение апертурных антенн	2	2	4		10	18
6	Раздел 6. Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	2	6	2		10	20
Итого:		12	16	14	-	57.75	99.75

6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Расчет элементарного вибратора и анализ поля в дальней/ближней зонах.	2
2	2	Расчет диаграммы направленности антенны	2
3	3	Расчет диаграммы направленности фазированной антенной решетки	2
4	4	Расчет и анализ нескольких типов вибраторов	2
5	5	Методы расчета зеркальных антенн	2
6	5	Антенны круговой поляризации	2
7	6	Широкополосные антенны	2
Итого:			14

7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Расчет элементарного вибратора	2
2	2	Расчет диаграммы направленности антенны	2
3	3	Расчет диаграммы направленности фазированной антенной решетки	2
4	4	Расчет и анализ нескольких типов вибраторов	2
5	5	Методы расчета зеркальных антенн	2
6	6	Методы расчета спиральных антенн	2
7	6	Спиральные антенны	2

8	6	Широкополосные антенны	2
			Итого: 16

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 9

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Введение. Элементарные излучатели.	собеседование	7.75
2	Параметры и характеристики антенн в приемном и передающем режимах	собеседование	10
3	Теория и построение линейных непрерывных и дискретных антенных систем	собеседование	10
4	Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта, конструкции, назначения	собеседование	10
5	Методы расчета, конструкция и применение апертурных антенн	собеседование	10
6	Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	собеседование	10
			Итого: 57.75

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Бачевский, Антон Сергеевич. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. С. Бачевский, А. А. Шаталов, В. А. Шаталова ; рец.: В. В. Пятков, А. Б. Ястребеов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Распространение электромагнитных волн и антенно-фидерные устройства. - 2014. - 155 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-89160-110-9 : 934.79 р.

12.2. Дополнительная литература:

1. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 558 с. : ил. - (Специальность). - Библиогр.: с. 547-550. - ISBN 5-93517-073-6 : 308.88 р., 205.92 р., 430.00 р., 400.00 р. Прил.: с. 539-546
2. Антенны [Текст] : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов [и др.] ; рец.: Л. А. Овчаренко, А. А. Воробьев, О. Ю. Перфилов. - 2-е изд., пер. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. - 411 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1968-5 : 850.08 р.
3. Кубалова, Анна Рудольфовна. Синтез и конструирование микроволновых фильтров [Электронный ресурс] : монография / А. Р. Кубалова, С. В. Томашевич ; рец.: М. А. Сиверс, Б. В. Сосунов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2018. - 288 с. : ил. - ISBN 978-5-89160-141-3 : 2494.99 р.

13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Антенные устройства в радиотехнике» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании

нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.3. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это

сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорными словами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слово-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не

хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.4. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 10

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры