Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Антенные системы

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи , профиль: Системы мобильной связи

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	64
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	из них практической подготовки, час.	8
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	10
11	Самостоятельная работа, час.	80
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №930 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 12.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПиРПУ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Степанов М. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Райфельд М. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-22/ПР Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ
	ПК-22/ПР. 1 Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи
	ПК-22/ПР. 2 Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации
Профессиональные компетенции	ПК-23/ПР Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам
	ПК-23/ПР. 3 Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн					
1. Системный подход к анализу устройств СВЧ и антенн. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Объемные сторонние источники электромагнитного поля.	1	0	0		

2. Сочетание методов электродинамики и теории цепей. Типы линий передачи СВЧ. Параметры линий передачи. Элементы трактов СВЧ. Согласованные нагрузки. Реактивные нагрузки. Изоляторы для коаксиального тракта. Сочленения линий передачи. Вращающиеся сочленения. Повороты и скрутки линий передачи. Отражающие элементы волноводных трактов (зазоры, штыри, диафрагмы, стыки и пр.). Многополюсники СВЧ. Матричное описание многополюсников. Соотношения между матрицами многополюсника. Идеальные и реальные волновые матрицы передачи и рассеяния. Условия обратимости, симметрии, унитарности. Принцип декомпозиции.	2	0	0		

3. Типовые узлы и элементы, их электрические модели и конструкции. Четырехполюсные устройства СВЧ. Анализ каскадных четырехполюсников классической матрицей передачи (цепной или А-матрицей). А-матрицы элементарных четырехполюсников. Фильтрующие и согласующие цепи СВЧ. Фильтры-прототипы с максимально плоскими и равнопульсирующими (Чебышевскими) частотными характеристиками. Конструктивная реализация реактивных элементов фильтров-прототипов. Широкополосное согласование вещественных нагрузок с помощью реактивных четырехполюсников. Управляющие четырехполюсные устройства СВЧ, их классификация. Механические и электронные выключатели, коммутаторы, аттенюаторы и фазовращатели.	2	0	0		
Дидактическая единица: Аналитические методы анализа и синтеза антенн					

4. Электродинамическая теория излучения элементарных антенн. Объемные сторонние источники электромагнитного поля. Запаздывающие векторные электродинамические потенциалы. Поверхностные сторонние источники электромагнитного поля., Принцип эквивалентности. Поля произвольной системы токов. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Электромагнитные поля излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах. Фазовый центр, нормированная диаграмма направленности по полю и по мощности. Элементарные излучатели. Электрический диполь (диполь Герца) и параметры его электромагнитного поля. Магнитный диполь и принцип двойственности. Элементарные электрические и магнитные рамки. Элементарный источник однонаправленного излучения. Элемент Гюйгенса. Элементарный турникетный излучатель.	2	0	0		

5. Анализ электрических и магнитных дипольных антенн. Теория вибраторных антенн. Электрический вибратор. Внутренняя и внешняя задача теории вибраторов. Интегральное уравнение Халлена для вибратора. Распределение тока и заряда вдоль вибратора. Расчет поля излучения и диаграммы направленности вибратора. Сопротивление излучения и коэффициент направленного действия вибратора. Расчет мощности излучения и входного сопротивления вибратора методом наводимых ЭДС. Магнитный вибратор. Щелевой вибратор в плоском бесконечном экране. Электромагнитное излучение двух связанных вибраторов. Множитель направленности системы. Теорема перемножения. Собственные и взаимные импедансы вибраторов. Влияние плоской проводящей поверхности на параметры вибраторов, метод зеркальных отображений. Множители влияния "земли" на диаграмму направленности горизонтального и вертикального симметричных вибраторов. Система из активного и пассивного вибраторов, режим рефлектора и директора. Расчет тока в пассивном вибраторе, его влияние на диаграмму напра	6	0	0		

6. Интегральные параметры антенных систем. Приемные антенны. Применение принципа взаимности к изучению приемных антенн. Принцип обратимости процессов приема и передачи. Влияние поляризации на уровень принимаемого сигнала. Эффективная площадь антенны. Шумовая температура приемной антенны. Методы создания остронаправленных антенн. Линейная дискретная и непрерывная излучающая система. Основные определения и исходные соотношения. Характеристика направленности идеального линейного излучателя, режим излучения, ширина луча, КНД, Зависимость ширины лепестка от направления излучения, ширина лепестка при осевом излучении. Условие оптимальности линейной антенны с замедленной фазовой скоростью возбуждения. Влияние формы амплитудного распределения и фазовых искажений на параметры линейной антенны. Линейные и квадратичные фазовые искажения.	2	0	0		

7. Анализ и синтез фазированных антенных решеток. Характеристика направленности эквидистантной антенной решетки. Главные максимумы и явление "ослепления" антенной решетки. Входной импеданс излучателей, расчет мощности и коэффициента усиления антенной решетки. Плоские излучающие раскрывы и массивы излучателей (плоские антенные решетки). Основные определения и исходные соотношения. Теорема эквивалентности и расчет электромагнитного поля антенны с плоским раскрывом. Множитель направленности и КНД прямоугольного раскрыва. Отклонение луча плоского раскрыва при линейном изменении фазового распределения возбуждения.	6	0	2		Организуется деловая игра по теме предстоящего занятия с демонстрацией конкретных образцов антенн.
Дидактическая единица: Антенные системы различных типов					

11. Антенны микроволнового диапазона. Многовибраторные антенны, способы питания вибраторов. Несимметричные вибраторы и способы их питания. Щелевые антенны. Полуволновые щелевые антенны, кольцевые щелевые антенны. Частотно-независимые антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот антенны. Принцип построения частотно-независимых антенн, эффект автоматической "отсечки" излучающих токов. Эквиугольные спиральные структуры. Частотно-независимые спиральные антенны. Архимедовские спиральные антенны. Логарифмические широкодиапазонные антенны. Вибраторные логопериодические антенны. Антенны бегущей волны, их общие свойства. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Директорные антенны. Ребристо-стержневые антенны.	3	0	0		

12. Апертурные антенны, их общие свойства. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны, секториальные, пирамидальные и конические рупоры. Оптимальные рупоры и их связь с фазовыми искажениями. Линзовые антенны и их принцип действия. Уравнение и характер профиля замедляющей и ускоряющей линзы. Замедляющие радиолинзы с искусственным диэлектриком. Конструкция и параметры ускоряющей металло-пластинчатой линзы. Зонирование линз. Применение радиолинз в рупорных антеннах. Линза Люнеберга. Зеркальные параболические антенны. Распределение поля в раскрыве зеркала. Расчет диаграммы направленности. Конструкции облучателей, эффект "затенения" зеркала. Специальные формы зеркал.	3	0	0		
13. Антенны длинных, средних и коротких волн. Антенны средних (СВ), длинных (ДВ), и сверхдлинных (СДВ) волн. Г- и Т-образные антенны. Распределение тока и напряжения в длинноволновой антенне. Система заземления. П-образная антенна и антенны со многими снижениями. Особенности антенн сверхдлинных волн. Антенна-мачта. Приемные антенны ДВ и СВ: рамочная, ферритовая. Коротковолновые антенны. Особенности конструктивной реализации.	2	0	0		
Дидактическая единица: Устройства СВЧ					

18. Волноводные, полосковые и микрополосковые устройства. Восьмиполюсные устройства СВЧ. Делители и сумматоры мощности. Направленные ответвители, фильтры и мосты. Типы направленности. Минимально и неминимально фазовые четырехполюсники и восьмиполюсники. Симметрия восьмиполюсников, метод суперпозиции синфазного и противофазного возбуждений (зеркальных изображений). Ферритовые устройства СВЧ. Вентили и циркуляторы. Ферритовые фазовращатели и коммутаторы. Фильтры с ферритовыми резонаторами. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ. Особенности конструкций на основе высокотемпературной сверхпроводимости. Мембранные технологии на СВЧ.	5	0	0		

19. Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн. Типовые пакеты прикладных программ. Системы автоматизированного проектирования (САПР) устройств СВЧ и антенн. Учет факторов электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств при проектировании устройств СВЧ и антенн. Радиочастотный ресурс и его использование. Основные регламентирующие документы в области электромагнитной совместимости. Роль международных и национальных сертификатов по электромагнитной совместимости при организации производства устройств СВЧ и антенн.	2	0	0		

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Аналитические методы анализа и синтеза антенн					
8. Направленность антенн и её характеристики	4	2	4		Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её калибровки; - измеряют диаграммы направленности антенн; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений параметров; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.

9. Поляризация антенн и её характеристики	4	2	4		Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её применения; - исследуют поляризационные характеристики антенн; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - объясняют причины расхождений результатов измерений и компьютерного моделирования; - оформляют отчёт по работе и формулируют выводы по её результатам.
Дидактическая единица: Антенные системы различных типов					
14. Симметричный вибратор	4	2	4		Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и порядком её использования; - исследуют характеристики вибраторов; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по результатам работы.
15. Исследование волноводных резонансных многощелевых антенных решеток	4	2	4		Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её калибровки; - исследуют частотные характеристики согласования; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений согласования; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Направленность антенн и её характеристики	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании направленности антенн и ее характеристик
2	Поляризация антенн и её характеристики	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании поляризации антенн и её характеристик
3	Симметричный вибратор	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании симметричного вибратора
4	Исследование волноводных резонансных многощелевых антенных решеток	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании волноводных резонансных многощелевых антенных решеток

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ/Реферат		25	6
Студенты прорабатывают вопросы, связанные с расчетом параметров антенно-фидерных устройств или делителей мощности применяемых в антенной технике согласно выданному им (под личную роспись студента) заданию на расчетно-графическую работу. : Антенны : методические указания к курсовой работе для РЭФ (направление 552500 - Радиотехника) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. С. Шадрина, А. П. Горбачев]. - Новосибирск, 2005. - 41, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000043887 Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164			
2	Подготовка к занятиям		28	2
Студенты изучают лекционный материал и руководствуются соответствующими методическими указаниями по выполнению лабораторных работ. Кроме того, студенты прорабатывают дома или в читальных залах вопросы предстоящего практического занятия, руководствуясь лекционным материалом. : Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083458 Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164			
3	Подготовка к аттестации		27	2

Студенты готовятся к итоговой аттестации за семестр по лекциям, учебникам, учебным пособиям и методическим указаниям.: Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083458 Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Социальные сети:vk.com/antenna416
Консультирование	e-mail:gorbachev@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:gorbachev@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Деловая игра
Краткое описание применения: Организуется деловая игра по теме предстоящего занятия с демонстрацией конкретных образцов антенн.	

2	Дискуссия
Краткое описание применения: Проводится дискуссия в свободной форме по теме передстоящей работы, а также по конкретным вопросам из проделанного домашнего задания.	

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Лабораторная:	16	32
Контролирующие материалы приводятся в "Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164"		
РГЗ/Реферат:	14	28
Экзамен:	20	40

Контролирующие материалы приводятся в "Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738"

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля
ПК-22/ ПР	ПК-22/ПР 1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи	
	ПК-22/ПР 2. Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации	
ПК-23/ ПР	ПК-23/ПР 3. Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Устройства сверхвысоких частот и антенны : учебное пособие / Ю. П. Саломатов, В. С. Панько, К. В. Лемберг [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2020. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181573 (дата обращения: 07.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; ред. А. А. Филонов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 492 с.- Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/505864 (дата обращения: 07.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Антенны : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 412 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133478 (дата обращения: 07.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; ред. А. А. Филонов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 492 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/505864 (дата обращения: 07.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

4. Андрусевич Л. К. Антенны и распространение радиоволн : [учебник для вузов] / Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 393, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000062391

Интернет-ресурсы

1. Устройства СВЧ и антенны : учебник / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев. – Москва : Радиотехника, 2006. – 376 с. – ISBN 5-88070-086-0. – Текст : электронный // Элек.ру : электротехнический портал, каталог компаний, товаров и услуг : сайт. – 2001– . – URL: https://www.elec.ru/viewer?url=files/2021/10/04/Voskresenskij-DI-Ustrojstva-SVCH-i-antenny.pdf (дата обращения: 18.03.2022).

2. Скобелев С. П. Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграммами направленности : учеб. пособие / С. П. Скобелев – Санкт-Петербург : Изд-во Лань, 2010. – 320 с. // Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59589. - Загл. с экрана

3. Сомов А. М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны : учеб. пособие / А. М. Сомов, А. Ю. Виноградов, Р. В. Кабетов, – Санкт-Петербург : Изд-во Лань, 2012. – 440 с. // Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5201. - Загл. с экрана

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083458

2. Антенны : методические указания к курсовой работе для РЭФ (направление 552500 - Радиотехника) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. С. Шадрина, А. П. Горбачев]. - Новосибирск, 2005. - 41, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000043887

3. Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164

4. Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	АНТЕННА П6-23 измерит.	Используется для выполнения лабораторной работы № 3.
2	АТТЕНЮАТОР Д3-33А	Используется для выполнения лабораторной работы № 4.
3	ГЕНЕРАТОР Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.

4	Генератор Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
5	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 4.
6	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
7	ЛИНИЯ Р1-28	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.
8	ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВН	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.
9	ЛИНИЯ Р1-34	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
10	ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВР2-54	Используется для выполнения лабораторной работы № 3.