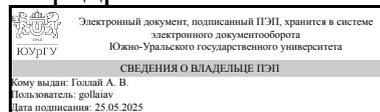


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



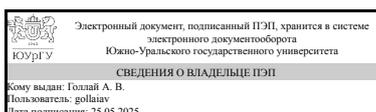
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.01 Проектирование антенн радиотехнических систем
для направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
уровень Магистратура
магистерская программа Проектирование и технология радиоэлектронных средств
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

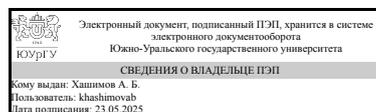
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 956

Зав.кафедрой разработчика,
Д.техн.н., доц.



А. В. Голлай

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., доцент



А. Б. ХАШИМОВ

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие знаний у подготавливаемых специалистов в области проектирования антенн радиотехнических систем с использованием современных методов математического моделирования, средств измерений и систем автоматизированного проектирования. Основные задачи: – изучение основных физических принципов функционирования антенн СВЧ радиотехнических систем (включая микроэлектронные антенные системы) различных классов и областей применения; – изучение основных методов анализа и расчета антенн различных частотных диапазонов; – приобретение навыков экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем и трактов СВЧ; – изучение методов расчета параметров антенн радиотехнических систем по результатам обработки экспериментальных исследований с применением ЭВМ.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Проектирование антенн радиотехнических систем» включает в себя следующие основные разделы: основные характеристики антенн СВЧ диапазона, основные базовые элементы антенн и фазированных антенных решеток радиотехнических систем, антенны в режиме приема-передачи, линейные антенны и антенные решетки, апертурные антенны радиотехнических систем, фазированные антенные решетки, методы измерений и диагностики антенн радиотехнических систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей), методы параметризации и оптимизации в антенной технике Умеет: составлять план защиты результатов работы; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых антенных систем с использованием современных методов, средств проектирования; соблюдать при проектировании требований стандартизации и метрологического обеспечения измерений; выполнять настройку и проверять правильность функционирования опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца антенны требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и нормативно-технической документации. Имеет практический опыт: общения заказчика и

	исполнителя; экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем; расчета параметров современных технологических процессов с соблюдением требований нормативно-технической документации
ПК-5 Способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию на конструкции электронных средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Знает: содержание проблемы проектирования антенн различного назначения в частотной области, перспективные методы автоматизированного проектирования антенн и антенных решеток радиотехнических систем. Умеет: проводить проектно-технологические расчеты на этапах эскизного проектирования антенн для определения основных ограничений на проектируемые антенны. Имеет практический опыт: планирования, подготовки проектной документации с соблюдением требований нормативно-технической документации, подготовки отчетов, докладов на научно-технических семинарах, защитах проектных решений.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Проектирование печатных плат быстродействующей аппаратуры, Радиоизмерения и диагностика радиоэлектронных средств, Проектирование устройств сверхвысоких частот в радиотехнических системах	Проектирование радиоэлектронных средств на цифровых устройствах, Современные материалы в конструкциях электронных средств, Моделирование и оптимизация в проектировании радиоэлектронных средств, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Радиоизмерения и диагностика радиоэлектронных средств	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования и диагностики радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного

	<p>назначения Умеет: выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при измерениях требования стандартизации и метрологического обеспечения; использовать основные диагностические методы в радиоэлектронной аппаратуре; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными методами измерений, радиоизмерительными и диагностическими комплексами Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств; методами расчета параметров диагностических схем радиоэлектронной аппаратуры; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки радиоизмерительных и диагностических комплексов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; работы со стандартами и руководящими материалами</p>
<p>Проектирование устройств сверхвысоких частот в радиотехнических системах</p>	<p>Знает: постановку задач анализа и синтеза устройств СВЧ в радиотехнических системах; правила выбора метода исследования; теоретические основы устройств СВЧ; методы расчёта, анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ различных частотных диапазонов; основные системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств; методы экспериментального исследования устройств СВЧ; методы обработки результатов исследований с применением ЭВМ, основные приёмы руководства работой команды, делового общения в проектно-конструкторской сфере; основные понятия технологии получения новых знаний; современные инфокоммуникационные технологии; методы моделирования, экспериментального исследования устройств СВЧ в радиотехнических системах и обработки результатов исследований с применением ЭВМ Умеет: формулировать задачи анализа и синтеза устройств СВЧ в радиотехнических системах; выбирать адекватные методы расчётов основных</p>

	<p>параметров и характеристик устройств СВЧ; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследования разрабатываемых изделий и устройств СВЧ, используя современные методы анализа и синтеза; обеспечивать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания; использовать системы автоматизированного проектирования устройств СВЧ, руководить работой команды для достижения поставленной проектно-конструкторской цели; проводить расчёты основных характеристик устройств СВЧ радиотехнических систем; проводить теоретическое и экспериментальное исследование устройств СВЧ; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания. Имеет практический опыт: применения методов анализа и синтеза устройств СВЧ различных частотных диапазонов; проектирования современных устройств СВЧ с использованием систем автоматизированного проектирования и соблюдением требований нормативно-технической документации; экспериментального исследования и анализа устройств СВЧ в радиотехнических системах, организации работой команды для достижения поставленной проектно-конструкторской цели; владения методами расчёта, анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров устройств СВЧ; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; анализа проектно-технологических решений; работы со стандартами и руководящими материалами; публичных выступлений по тематике современных устройств СВЧ в радиотехнических системах; использования современных инфокоммуникационных технологий</p>
<p>Проектирование печатных плат быстродействующей аппаратуры</p>	<p>Знает: технические средства обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС), применяемых в печатных узлах; методики оценки параметров ЭМС; стандарты и нормативно-техническую документацию в области проектирования печатных плат, содержание проблемы проектирования печатных плат быстродействующей аппаратуры; перспективные методы автоматизированного проектирования печатных узлов электронных</p>

	<p>средств Умеет: разрабатывать рекомендации по обеспечению целостности сигнала и повышению помехозащищенности печатных плат, проводить конструкторские и технологические расчеты для проектирования печатных плат; снижения уровня помехоэмиссии от них Имеет практический опыт: проведения конструкторских расчетов для проектирования печатных плат быстродействующей аппаратуры, определения помех отражения в линиях передачи, проведения расчетов, моделирования различных мероприятий по снижению влияния помех в цепях быстродействующей аппаратуры; планирования, подготовки проектной документации с соблюдением требований нормативно- технической документации</p>
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 59,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	84,5	84,5	
Подготовка отчетов по практическим работам	10	10	
Изучение дополнительных разделов дисциплины	25	25	
Подготовка и защита курсовой работы	28	28	
Подготовка к практическим занятиям	12	12	
Подготовка к экзамену	9,5	9,5	
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные характеристики антенн радиотехнических систем. Зоны излучения антенн. Амплитудная, фазовая, поляризация диаграммы антенн. Коэффициент усиления. Полоса частот.	8	4	4	0
2	Линейные антенны и антенные решетки. Множитель направленности	12	8	4	0

	линейных антенн, теорема перемножения. Условие Хансена-Вудворда. Влияние амплитудно-фазового распределения на множитель направленности линейной антенны.				
3	Апертурные антенны и плоские антенные решетки радиотехнических систем. Эквивалентный линейный излучатель.	12	8	4	0
4	Фазированные антенные решетки радиотехнических систем. Многолучевые антенные решетки. Цифровые антенные решетки. Измерение характеристик антенн и антенных решеток. Измерительные стенды. Методы обработки результатов измерений в ближней зоне.	16	12	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные характеристики антенн. Назначение и классификация антенн радиотехнических систем. Структурная схема антенны. Расчет полей излучающей системы (ИС) в дальней, промежуточной и ближней зонах. Векторная комплексная диаграмма направленности антенн. Коэффициент направленного действия (КНД), ширина луча и уровень боковых лепестков (УБЛ). Зависимость КНД от ширины луча и УБЛ. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	2
2	1	Основные характеристики антенн радиотехнических систем. Назначение и классификация антенн. Структурная схема антенны. Расчет полей излучающей системы (ИС) в дальней, промежуточной и ближней зонах. Векторная комплексная диаграмма направленности антенн. Коэффициент направленного действия (КНД), ширина луча и уровень боковых лепестков (УБЛ). Зависимость КНД от ширины луча и УБЛ. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	2
3	2	Передающая антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема. Эквивалентная схема приемной антенны. Принцип взаимности. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура приемной антенны.	2
4	2	Вибраторные и щелевые антенны. Электрический вибратор. Распределение тока и заряда. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД вибратора. Применение вибраторных и щелевых антенн в радиотехнических системах	2
5	2	Входное сопротивление и сопротивление излучения вибратора. Действующая длина и КНД вибратора.	2
6	2	Поле излучения системы одинаковых вибраторов. Теорема перемножения. Взаимное влияние линейных вибраторов. Метод наводимых эдс. Линейные антенны и решетки. Линейные излучающие системы. Идеальный линейный излучатель. Множитель направленности и КНД идеального линейного излучателя. Влияние амплитудно- фазового распределения на параметры линейной антенны.	2
7	3	Излучающие раскрывы и решетки в радиотехнических системах. О применении теоремы эквивалентности к расчету антенн с плоским раскрывом. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва.	2
8	3	Множитель направленности плоского прямоугольного и круглого раскрывов. Метод эквивалентного линейного излучателя. Сканирование луча в плоском раскрыве. Плоские ФАР. Размещение излучателей по раскрыву и условия отсутствия побочных главных максимумов.	2

9	3	Апертурные антенны. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные параболические антенны. Облучатели зеркальных антенн. Применение апертурных антенн в радиотехнических системах	2
10	3	Входная мощность и коэффициент усиления антенной решетки. Антенны бегущей волны. Волноводно-щелевые антенные решетки.	2
11	4	Антенные решетки. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток. Фазированные антенные решетки (ФАР).	2
12	4	Плоские ФАР. Размещение излучателей по раскрыву и условия отсутствия побочных главных лепестков. Выбор шага решетки с направленными элементами	2
13	4	Многолучевые антенные решетки. Диаграммообразующие схемы. Матрицы Батлера и Бласса. Антенные решетки с частотным сканированием.	2
14	4	Методы измерения характеристик устройств СВЧ и антенн. Измерительное оборудование диапазона СВЧ.	2
15	4	Измерение элементов матрицы рассеяния антенных решеток. Рефлектометры, панорамные измерители, векторные анализаторы цепей СВЧ.	2
16	4	Особенности измерения ДН протяженных антенн, измерения в ближней зоне. Измерение коэффициента усиления и входного сопротивления антенн.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основные характеристики антенн. Назначение и классификация антенн радиотехнических систем. Структурная схема антенны. Расчет полей излучающей системы (ИС) в дальней, промежуточной и ближней зонах. Векторная комплексная диаграмма направленности антенн. Коэффициент направленного действия (КНД), ширина луча и уровень боковых лепестков (УБЛ). Зависимость КНД от ширины луча и УБЛ. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны. Передающая антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема. Эквивалентная схема приемной антенны. Принцип взаимности. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура приемной антенны.	4
2	2	Линейные антенны и решетки. Линейные излучающие системы. Идеальный линейный излучатель. Множитель направленности и КНД идеального линейного излучателя. Влияние амплитудно- фазового распределения на параметры линейной антенны. Линейная антенная решетка (ЛАР). Анализ множителя направленности равномерной ЛАР. Способы подавления побочных главных максимумов. КНД ЛАР. Входная мощность и коэффициент усиления ЛАР. Антенны бегущей волны.	4
3	3	Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток. Фазированные антенные решетки (ФАР). Управление фазированием сканирующих антенных решеток. Плоские ФАР. Размещение излучателей по раскрыву и условия отсутствия побочных главных лепестков. Выбор шага решетки с направленными элементами. Многолучевые антенные решетки. Диаграммообразующие схемы. Матрицы Батлера и Бласса. Антенные решетки с частотным сканированием.	4
4	4	Особенности измерения ДН протяженных антенн, измерения в ближней зоне. Измерение коэффициента усиления антенн. Обработка результатов измерений характеристик антенн в ближней зоне.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка отчетов по практическим работам	www.kipr.susu.ru	2	10
Изучение дополнительных разделов дисциплины	www.kipr.susu.ru	2	25
Подготовка и защита курсовой работы	www.kipr.susu.ru	2	28
Подготовка к практическим занятиям	www.kipr.susu.ru	2	12
Подготовка к экзамену	www.kipr.susu.ru	2	9,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	10	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 8 баллов; 14 дней - 6 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен
2	2	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	10	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 8 баллов; 14 дней - 6 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен
3	2	Проме-жуточная	Практическая работа 3	-	10	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в	экзамен

		аттестация				установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 8 баллов; 14 дней - 6 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	
4	2	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	10	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 8 баллов; 14 дней - 6 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	Студенту выдается задание на выполнение курсовой работы, направленной на изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Работа оценивается максимум в 20 баллов. 20 баллов - студент изучил материал, оформил пояснительную записку в срок, при защите уверенно и исчерпывающе отвечал на все вопросы. 16 баллов - студент изучил материал, оформил пояснительную записку в срок, при защите уверенно отвечал на большинство вопросов, однако некоторые вопросы вызвали затруднения. 12 баллов - студент изучил материал, оформил пояснительную записку позже указанного срока, при защите неуверенно отвечал на большинство вопросов. 8 баллов - студент изучил материал, не оформил пояснительную записку в срок, при защите затрудняется с ответами на вопросы. 4 балла - студент изучил материал, не оформил пояснительную записку в срок, есть замечания по содержанию, при защите затрудняется с ответами на вопросы. 0 баллов - студент не выполнил работу.	В соответствии с п. 2.7 Положения
экзамен	Максимальное количество баллов, которое может получить студент, выполнивший в указанные сроки мероприятия текущего контроля, равно 60. После проверки отчетов по практическим работам преподавателем могут быть начислены дополнительные (бонусные) баллы, но не более 10 за одну работу. Дополнительные баллы могут быть начислены за другие достижения студента: участие в научно-технических конференциях; подготовка и публикация статьи в индексируемых изданиях; участие в конкурсах и другое.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Студент, которому начислено более 85 баллов, может претендовать на оценку "отлично"; более 70 баллов - "хорошо"; более 60 баллов - "удовлетворительно"; 60 и менее баллов - "неудовлетворительно". В случае несогласия студента с оценкой БРС, назначается экзамен (очный или ДОТ) по всем разделам изучаемой дисциплины.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-3	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей), методы параметризации и оптимизации в антенной технике	+			+
УК-3	Умеет: составлять план защиты результатов работы; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых антенных систем с использованием современных методов, средств проектирования; соблюдать при проектировании требований стандартизации и метрологического обеспечения измерений; выполнять настройку и проверять правильность функционирования опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца антенны требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и нормативно-технической документации.	+			+
УК-3	Имеет практический опыт: общения заказчика и исполнителя; экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем; расчета параметров современных технологических процессов с соблюдением требований нормативно-технической документации	+			+
ПК-5	Знает: содержание проблемы проектирования антенн различного назначения в частотной области, перспективные методы автоматизированного проектирования антенн и антенных решеток радиотехнических систем.				+
ПК-5	Умеет: проводить проектно-технологические расчеты на этапах эскизного проектирования антенн для определения основных ограничений на проектируемые антенны.				+
ПК-5	Имеет практический опыт: планирования, подготовки проектной документации с соблюдением требований нормативно-технической документации, подготовки отчетов, докладов на научно-технических семинарах, защитах проектных решений.				+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ : учеб. для вузов по спец."Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М. : Высшая школа, 1988. - 432 с. : ил.
2. Антенны и устройства СВЧ : для вузов по направлению "Радиотехника" / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев ; под ред. Д. И. Воскресенского ; Моск. гос. авиац. ин-т (техн. ун-т). - М. : Издательство МАИ, 1999. - 525, [1] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток : учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / В. С. Филиппов и др.; под ред. Д. И. Воскресенского. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Радио и связь, 1994. - 591,[1] с. : ил.

2. Антенны и устройства СВЧ: Проектирование фазированных антенных решеток : учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, Р. А. Грановская и др.; под ред. Д. И. Воскресенского. - М. : Радио и связь, 1981. - 431 с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания к освоению дисциплины "Проектирование антенн радиотехнических систем"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания к освоению дисциплины "Проектирование антенн радиотехнических систем"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Сомов, А.М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны. [Электронный ресурс] / А.М. Сомов, А.Ю. Виноградов, Р.В. Кабетов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2012. — 440 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5201 — Загл. с экрана.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Шостак, А.С. Антенны и устройства СВЧ. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 61 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/10911 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено