

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

 УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
В.А. Небольсин
«30»августа2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Электродинамика и распространение радиоволн»

Закреплена за кафедрой: «Радиоэлектронные устройства и системы»

Направление подготовки:

11.03.01 «Радиотехника»

Профиль подготовки: «Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов»

Часов по УП:108; Часов по РПД:108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 68 (62%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 68 (62%);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 0; Зачеты – 6 семестр; Курсовые проекты – 0;

Курсовые работы – 0;

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный (4 года);

Квалификация: бакалавр.

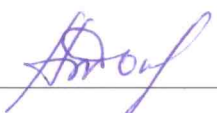
Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров/число учебных недель в семестрах																Итого	
	6/18																УП	РПД
	УП	РПД																
Лекции	20	20															20	20
Лабораторные	20	20															20	20
Практические																		
Ауд. занятия	40	40															40	40
Сам. работа	68	68															68	68
Итого	108	108															108	108

Воронеж 2017

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» [квалификация (степень) «бакалавр»], утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 06 марта 2015 г., № 179.

Программу составил: _____  _____ к.т.н. Володько А.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент(ы): _____  _____ д.т.н. Токарев А.Б.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 «Радиотехника», профилю «Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов».

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Радиоэлектронные устройства и системы».

Протокол № 1 от 29.08 2017 г.

Зав. кафедрой РЭУС _____  Ю. С. Балашов

«Согласовано»

Зав. выпускающей кафедрой

«Радиотехника» _____  Б. В. Матвеев

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование у обучающихся (будущих специалистов) теоретических и практических знаний в области электродинамики и распространения радиоволн.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	Ознакомление с основными законами электродинамики, уравнениями Максвелла, теорией электромагнитных полей и плоских волн (это облегчит понимание принципов распространения радиоволн в различных условиях).
1.2.2	Изучение электромагнитных свойств реальных сред, в которых свободно распространяются радиоволны (от этих свойств зависят условия распространения).
1.2.3	Изучение законов свободного распространения радиоволн различных диапазонов вдоль земной поверхности, в атмосфере и космическом пространстве (здесь закладывается общая теоретическая база для расчёта и проектирования конкретных радиолиний Земля-Земля, Земля-космический аппарат).
1.2.4	Ознакомление с инженерными методами расчёта условий распространения радиоволн различных диапазонов применительно к системам связи, вещания и телевидения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1		Код дисциплины в УП: Б1.Б.16
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося	
	Обучающийся должен знать основы дифференциальных и интегральных исчислений, основные физические законы электричества и магнетизма, понимать сущность волновых процессов.	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.Б.22	Устройства СВЧ и антенны	
Б1.Б.25	Радиотехнические системы	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
ОПК-2	Способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для решения соответствующий физико-математический аппарат.
	Планируемые результаты обучения: Знать: основные законы электродинамики, уравнения Максвелла и факторы, влияющие на особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Уметь: формулировать сущность проблемы. Владеть: методикой расчёта условий распространения радиоволн и характеристик волноводных трактов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчётах простейших структур для излучения электромагнитных волн.
3.1.2	Условия распространения радиоволн в различных средах.
3.1.3	Свойства и методы построения основных типов линий передачи, волноводов и резонаторов.
3.2	Уметь:
3.2.1	Использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.
3.2.2	Применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами решения основных задач расчёта электрических и магнитных полей.
3.3.2	Методами расчёта основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и ее трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общие законы и теоремы электродинамики	6	1	2			7	9
2	Уравнения Максвелла и граничные условия электродинамики	6	3	2			7	9
3	Электромагнитные поля и волны.	6	5	2		4	8	14
4	Основные принципы и физические явления при распространении радиоволн	6	7	4			8	12
5	Линии передачи электромагнитной энергии	6	9	2		10	8	20
6	Распространение радиоволн в земной атмосфере	6	11	2			7	9

7	Распространение радиоволн разных диапазонов и области их применения	6	13	2		6	8	16
8	Распространение радиоволн по космическим линиям связи	6	15	2			8	10
9	Распространение волн оптического диапазона	6	17	2			7	9
Итого часов				20	0	20	68	108

4.1. Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
	6 семестр	20
	Общие законы и теоремы электродинамики	2
1	Система уравнений Максвелла. Сторонние токи. Пространственный ток: ток проводимости (электрический, магнитный), ток смещения, вихревой ток, ток поляризации. Материальные уравнения (уравнения состояния). Теорема Пойнтинга-Умова – уравнение баланса (сохранения) энергии. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Теорема единственности. Теорема эквивалентности. Теорема Флоке.	2
	Уравнения Максвелла и граничные условия электродинамики	2
3	Уравнения Максвелла в интегральной, дифференциальной и комплексной формах. Принцип перестановочной двойственности. Диэлектрическая (магнитная) проницаемость. Граничные условия: условия непрерывности, идеальные граничные условия (условие Дирихле, условие Неймана), импедансные граничные условия Щукина (эквивалентные граничные условия).	2
	Электромагнитные поля и волны	2
5	Возбуждение и излучение электромагнитных волн (радиоволн). Условия излучения. Электрическая (магнитная) индукция. Длина и фронт электромагнитной волны. Пространственная гармоника. Электрические вибраторы. Модель вибратора в виде разомкнутой длинной линии. Диполь Герца. Симметричный полуволновой вибратор. Вибратор Надененко. Волновое уравнение (уравнение Гельмгольца). Плоские, цилиндрические и сферические волны. Виды волн: бегущая, вырожденная, медленная, прямая, об-	2

	ратная, плоская, поверхностная, пространственная, стоячая. Волны типа Т, Е, Н, ЕН. Плоские волны в однородной безграничной среде: структура, волновое (характеристическое) сопротивление, фазовая и групповая скорости, плотность потока мощности, потери (поглощение) энергии волны. Поляризация плоских электромагнитных волн: горизонтальная, вертикальная, круговая (эллиптическая).	
Основные принципы и физические явления при распространении радиоволн		4
7	Законы геометрической и волновой (физической) оптики. Принцип Ферма. Зоны Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа. Интерференция, дифракция, рефракция, отражение, рассеяние, ослабление (поглощение), дисперсия и замирания (фединг) радиоволн.	4
Линии передачи электромагнитной энергии (фидеры)		2
9	Классификация линий передачи и общие сведения о них. Линия передачи коаксиальная, двухпроводная, симметричные (несимметричные), ленточная, (микро) полосковая и щелевая; волновод одноволновый, открытый (закрытый), однородный (неоднородный), регулярный, (нерегулярный), прямоугольный, круглый, эллиптический, квазиоптический (линзовый, зеркальный, диафрагмированный), диэлектрический (плоский, круглый); световод (волоконный, плёночный); диэлектрические интегральные структуры. Критическая длина волны в волноводе. Фидеры. Коэффициент полезного действия согласованного фидера. Линии передачи (фидеры), используемые в АФУ. Волновое сопротивление линии передачи. Классификация волн и их основные свойства в линиях передачи.	2
Распространение радиоволн в земной атмосфере		2
11	Возможные пути распространения радиоволн в земной атмосфере. Распространение радиоволн при расположении антенны непосредственно у поверхности Земли. Распространение радиоволн при расположении антенны над поверхностью Земли. Распространение (траектории) радиоволн в тропосфере. Рефракция радиоволн: индекс преломления, градиент индекса преломления. Нормальная тропосферная рефракция. Береговая рефракция. (Сверх)дальнее распространение ультракоротких волн (тропосферная радиосвязь). Распространение (траектории) радиоволн в ионосфере. Волновод Земля-ионосфера. Максимальные частоты волн, отражающихся от ионосферы; критическая частота, максимально применимая частота. Зона молчания (радиус мёртвой зоны). Рассеивание радиоволн: некогерентное, когерентное. Рассеивающий объём.	2

	Распространение радиоволн в поглощающих средах (ослабление радиоволн в атмосфере). Ослабление в газах, в осадках (дожде, тумане, облаках). Ослабление энергии волны в ионосфере: тепловые потери (поглощение), поляризационные потери (из-за эффекта Фарадея). Замирания радиосигнала (фединг) Причины замираний. Распределение амплитуды сигнала при замираниях. Пространственная, частотная и временная корреляция замираний. Разнесенный прием – способ борьбы с замираниями.	
Распространение радиоволн разных диапазонов и области их применения		2
13	Классификация радиоволн по диапазонам и краткая характеристика их свойств. Распространение дециметровых, миллиметровых и сантиметровых волн. Распространение дециметровых волн. Распространение метровых волн. Распространение декаметровых волн. Выбор рабочих частот радиолнии. Распространение гектометровых, километровых и мириаметровых волн.	2
Распространение радиоволн по космическим линиям связи		2
15	Особенности спутниковой связи. Потери в тракте распространения. Основные потери. Ослабление и деполяризация волн в тропосфере. Тепловые и поляризационные потери в ионосфере. Влияние рефракции. Флуктуации уровня сигнала. Влияние внешних шумов на работу космической радиолнии.	2
Распространение волн оптического диапазона		2
17	Границы ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей оптического диапазона. Ослабление волн оптического (видимого и инфракрасного) диапазона в атмосфере. Молекулярное поглощение. Ослабление на турбулентных неоднородностях.	2
Итого часов:		20

4.2. Практические занятия

Нет.

4.3. Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
6 семестр		20	
Электромагнитные поля и волны		4	Отчёт
5	Исследование устройств экранирования электромагнитных полей	4	Отчет
Линии передачи электромагнитной энергии (фидеры)		10	Отчёт
9	Изучение полых металлических волноводов прямоугольной формы	6	Отчет
11	Изучение цилиндрических объёмных резонаторов	4	Отчет
Распространение радиоволн в земной атмосфере		6	Отчет
13	Исследование распространения радиоволн миллиметрового диапазона в атмосфере Земли	6	Отчет
Итого часов		20	

4.4. Курсовая работа

4.4.1 Цели курсовой работы:

1. Систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков по изучаемой дисциплине.
2. Использование полученных знаний для решения конкретных научных и практических задач.
3. Выявление умения формировать обобщения и выводы по теме исследования.
4. Разработка практических рекомендаций в решении поставленной задачи.

4.4.2 Темы курсовых работ

1. Исследования принципов работы излучателей электромагнитных волн (ЭМВ) (радиоволн).
2. Исследование распространения ЭМВ в прямоугольном волноводе.
3. Исследование распространения ЭМВ разных диапазонов в земной атмосфере.
4. Исследование распространения ЭМВ по космическим линиям связи.
5. Исследование распространения волн оптического диапазона.

4.4.3 Этапы выполнения курсовой работы

1. Выбор темы и составление плана исследований.
2. Поиск и составление списка библиографических источников (научно-технической литературы) по теме выбранной работы.
3. Анализ содержания научно-технической литературы.
4. Непосредственное выполнение (написание) курсовой работы и оформление пояснительной записки.
5. Защита курсовой работы.

4.5 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 семестр		Экзамен	68
1	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 1: <i>Основные характеристики и особенности электромагнитного поля.</i> Электрическое поле. Магнитное поле. Сила Лоренца. Закон Ома. Энергия электромагнитного поля. Вектор Умова (Пойнтинга-Умова).	Проверка конспекта.	7
3	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 2: <i>Среды распространения радиоволн.</i> Естественные среды: линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные, однородные и неоднородные, изотропные и анизотропные.	Проверка конспекта.	7

4.5 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
	Искусственные среды. Киральные среды. Глубина проникновения электромагнитного поля в среде распространения.		
5	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 3: <i>Отражение и преломление плоских электромагнитных волн.</i> Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела двух однородных сред. Формулы Френеля. Закон Снеллиуса (Снелля). Угол Брюстера. Отражение плоских волн от границы хорошо проводящей среды. Отражение плоской электромагнитной волны от плоскости с анизотропным импедансом. Обобщённые формулы Френеля.	Проверка конспекта, домашнего задания и отчёта.	8
7	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 4: <i>Распространение радиоволн в свободном пространстве.</i> Энергетические соотношения при распространении радиоволн в условиях свободного пространства. Область пространства, существенно влияющая на распространение радиоволн.	Проверка конспекта.	8

9	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 5: <i>Характеристики направляемых электромагнитных волн:</i> постоянная (коэффициент) распространения, коэффициент фазы, коэффициент затухания (ослабления), фазовая и групповая скорости, длина волны в волноводе, дисперсия, характеристическое (волновое) сопротивление, максимальная пропускная мощность. Резонаторы: объёмные (коаксиальные, круглые, прямоугольные, тороидальные). Добротность резонатора. Виды колебаний (волн) в резонаторе.	Проверка конспекта, домашнего задания и отчета.	8
11	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 6: <i>Строение и свойства атмосферы Земли.</i> Области (слои) атмосферы: тропосфера, стратосфера, ионосфера, экзосфера; слои D, E, F1, F2. Химический состав, распределение температуры и количества нейтральных частиц в единице объёма по высоте. Электрические свойства тропосферы и стратосферы: диэлектрическая проницаемость, локальные неоднородности диэлектрической проницаемости тропосферы. Ионосфера. Распределение заряженных частиц в ионосфере.	Проверка конспекта.	7

	Электрические свойства ионосферы: диэлектрическая проницаемость и проводимость, локальные неоднородности в ионосфере, ионосферные возмущения.		
13	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 7: Распространение волн УКВ-диапазона в городских условиях. Дальнее тропосферное распространение радиоволн УКВ-диапазона.	Проверка конспекта, домашнего задания и отчета.	8
15	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 8: Искажения сигналов в тракте распространения космической линии связи. Дисперсионные искажения. Деформация спектра сигнала из-за эффекта Доплера. Энергетические соотношения на космических линиях связи.	Проверка конспекта.	8
17	Изучение лекционного и дополнительного материалов к разделу 9: Эффекты, возникающие при распространении волн оптического (видимого и инфракрасного) диапазона. Флуктуации амплитуды и фазы. Эффект насыщения. Самофокусировка лазерного излучения. Воздействие лазерного излучения на облака и туманы. Рефракция волн оптического (видимого и инфракрасного) диапазона.	Проверка конспекта.	7
Итого часов			68

4.6. Методические указания для обучающихся

Освоение дисциплины предполагает самостоятельно организовывать свою образовательную деятельность и способствует творческому решению учебных и технических задач. Основными задачами СРС являются: углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений и навыков использовать справочную и специальную литературу.

Основными видами СРС являются аудиторная под руководством преподавателя и неаудиторная:

- а) аудиторная работа выполняется во время учебных занятий под непосредственным руководством преподавателя;
- б) внеаудиторная работа проводится самостоятельно без непосредственного участия преподавателя.

Основными видами неаудиторных самостоятельных работ являются: усвоение учебного материала и подготовка конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям и их оформление, работа с учебно-методической литературой, выполнение курсовой работы, подготовка к контрольным работам и экзамену.

Для приобретения требуемых ФГОС компетенций студенту необходимо самостоятельно выполнить домашние задания по основным разделам дисциплины, а также домашние задания к лабораторным работам и провести экспериментальные исследования при выполнении лабораторных заданий. Проанализировать и обсудить результаты в малых исследова-

тельских группах, представить отчет по основным пунктам лабораторного задания и защитить результаты исследований перед преподавателем.

Состав исследовательских групп и выполняемые ими варианты лабораторных исследований формируются в начале семестра и согласуются с преподавателем..

Для изучения дисциплины следует пользоваться учебно-методической литературой по практическим и лабораторным работам с конкретными индивидуальными заданиями и методическими указаниями по выполнению тем практических и лабораторных работ, а так же контрольными вопросами для допуска к лабораторным работам, проверки степени подготовки к занятиям и усвоения материала.

При выполнении курсовой работы также необходимо использовать соответствующие методическое обеспечение: учебные пособия и методические указания. Для обеспечения высокого уровня подготовки необходимо самостоятельно выполнить индивидуальные задания и, при необходимости, изучить дополнительную литературу по согласованию с преподавателем.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекция: в обычной форме – информационная лекция; в интерактивной форме – проблемная лекция, лекция-визуализация, индивидуальное обучение по собственной образовательной программе.
5.2	Лабораторная работа: в обычной форме – выполнение работы в соответствии с обычными методическими указаниями; в интерактивной форме – работа в команде (малой группе), обучение на основе собственного опыта.
5.3	Практические занятия: в обычной форме – решение конкретных задач по изучаемому материалу; в интерактивной форме – заслушивание докладов студентов.
5.4	Самостоятельная работа: а) освоение теоретического (лекционного) материала; б) подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям; в) поиск и работа с учебно-методической литературой; г) оформление конспекта лекций и отчетов о лабораторных работах; д) выполнение курсовой работы; е) подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену.
5.5	Консультации по всем вопросам учебной программы.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Для текущего контроля.
6.1.2	Для промежуточного контроля.
6.1.3	Для итогового контроля.
6.1.4	Для контроля остаточных знаний.
Фонд оценочных средств представлен в приложениях данного учебно-методического комплекса дисциплины.	

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)**

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы изда- ния. Вид из- дания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Юдин В.И., Останков А.В.	Электромагнитные поля и волны Ч.1. Волны в безграничных и полубесконечных средах. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2007. – 182 с.	2007. Электронный ресурс	
7.1.1.2	Володько А.В., Краснов Р.П., Юдин В.И.	Электромагнитные поля и волны Ч.2. Электромагнитные волны и колебания в волноводах и резонаторах. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2008. – 175 с.	2008. Печат.	
7.1.1.3	Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочер- жевский В.Г.	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 491 с.	2007 Печат.	
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Баскаков С.И.	Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие для вузов по спец. «Радиотехника». – М.: Высш. шк., 1992. – 416 с	1992. Печат.	

7.1.2.2	Никольский В.В., Никольская Т.И.	Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1989. – 544 с.	1989. Печат.	
7.1.2.3	Калабанов Е.М., Юдин В.И.	Распространение оптического и миллиметрового излучения в атмосфере. Воронеж: ВГТУ, 2001.	2001 Электронный ресурс.	
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Филатов В.И., Филатов И.А.	Волноводные устройства и их переходы. Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине «Техническая электродинамика» для студентов специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» очной и заочной форм обучения. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009. – 23 с. (583-2009).	2009. Электронный ресурс	
7.1.3.2	Филатов В.И., Филатов И.А.	Колебательные системы СВЧ и экранирующие устройства. Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн» для студентов специальности 210302 «Радиотехника» очной и заочной форм обучения. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009. – 29 с. (582-2009).	2009. Электронный ресурс	
7.1.4 Программное обеспечение и интернет-ресурсы				
7.1.4.1	Юдин В.И., Глазунов О.А., Буравцов С.А., Пастернак Ю.Г.	Программа расчета полей Е- и Н-волн в прямоугольном и круглом волноводах. Рег. номер ГОСФАП 50200100342 от 14.09.2001.		
7.1.4.2	Юдин В.И., Лесных Е.И., Пастернак Ю.Г., Пивоваров Г.С., Шульженко Ю.А.	Программа исследования дифракции электромагнитных волн с Е- и Н-поляризациями на идеально отражающей двухпазовой гребенке. Рег. номер ГОСФАП 50200100335 от 19.09.2001.		
7.1.4.3	Останков А.В., Пастернак Ю.Г., Шерстюк О.И., Юдин В.И.	Программа расчета дифракции плоских Н-поляризованных электромагнитных волн на трехуровневой металлической гребенке, накрытой слоем диэлектрика. Рег. номер ГОСФАП 50200401274 от 10.11.2004.		

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Радиотехнический измерительный прибор РИП-10
8.2	Индикаторный блок (прибор РИП-И)
8.3	Генератор сигналов ГЗ-33
8.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-81
8.5	Осциллограф С1-54
8.6	Измерительный инструмент (штангенциркуль, линейка)
8.7	Измерительная волноводная секция
8.8	Наборы прямоугольных волноводов, цилиндрических резонаторов, плоских и цилиндрических экранов

9. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Юдин В.И., Останков А.В.	Электромагнитные поля и волны Ч.1. Волны в безграничных и полубесконечных средах. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2007. – 182 с.	2007. Электронный ресурс	1,0
Л1.2	Володько А.В., Краснов Р.П., Юдин В.И.	Электромагнитные поля и волны Ч.2. Электромагнитные волны и колебания в волноводах и резонаторах. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2008. – 175 с.	2008. Печат.	0,5
Л1.3	Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Г.	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 491 с.	2007 Печат.	0,5
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Баскаков С.И.	Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие для вузов по спец. «Радиотехника». – М.: Высш. шк. 1992. – 416 с.	1992. Печат.	0,5
Л2.2	Никольский В.В., Никольская Т.И.	Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1989. – 544 с.	1989. Печат.	0,25
Л2.3	Калабанов Е.М., Юдин В.И.	Распространение оптического и миллиметрового излучения в атмосфере. Воронеж: ВГТУ, 2001.	2001 Электронный ресурс.	1,0
3. Методические разработки				
ЛЗ.1	Филатов В.И., Филатов И.А.	Волноводные устройства и их переходы. Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине «Техниче-	2009. Электронный ресурс	1,0

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
		ская электродинамика» для студентов специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» очной и заочной форм обучения. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009. – 23 с. (583-2009).		
Л3.2	Филатов В.И., Филатов И.А.	Колебательные системы СВЧ и экранирующие устройства. Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн» для студентов специальности 210302 «Радиотехника» очной и заочной форм обучения. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009. – 29 с. (582-2009).	2009. Электронный ресурс	1,0

Директор НТБ

Т.И. Буковшина