

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета
 факультета радиотехники
 и электроники

 В.А. Небольсин
 «17» 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.15 Электродинамика и распространение радиоволн

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: Радиозлектронные устройства и системы

Направление подготовки (специальности): 11.03.01 Радиотехника
 (код, наименование)

Направленность: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 108; Часов по РПД: 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 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 - 1; Курсовые проекты - 0;
 Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный (4 года).

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах															
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	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

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) –

11.03.01 «Радиотехника» – утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 г. № 179.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки

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

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

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 Радиотехника, направленность Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиоэлектронных устройств и система

протокол № 19 от 18.05 2016 г.

Зав. кафедрой РЭУС _____  Ю.С. Балашов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом изучения дисциплины являются физические процессы излучения, распространения и приема радиоволн. Дисциплина формирует системный научный подход, являющийся основой изучения последующих радиотехнических дисциплин,

1.1	Цель изучения дисциплины – Целью дисциплины являются обеспечение теоретической и практической подготовки студентов в теоретических вопросах электродинамики, а также в вопросах решения практических задач проектирования антенной техники, распространения радиоволн в безграничном пространстве и в направляющих системах.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучить математические описания электромагнитных полей и волн;
1.2.2	научиться выполнять расчеты основных энергетических характеристик поля;
1.2.3	Изучить процессы излучения электромагнитных волн и законы распространения их в различных средах;
1.2.4	Изучить особенности распространения электромагнитных волн в околоземном и в космическом пространстве;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) Б1.Б Профессиональный цикл	код дисциплины в УП: Б1.Б.15
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по физике и математике в пределах программы средней школы. а также освоения специальных дисциплин	
ОК-7 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-5	Математика Б1.Б.5
ОПК-1 ОПК-2	Физика Б1.Б.6
ОПК-3 ОПК-5 ПК-1	Основы теории цепей Б1.Б.10
ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7	Электроника Б1.Б.14
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
ОПК-1	Устройства СВЧ и антенны Б1.Б.20
ОПК-5	Радиотехнические системы Б1.Б.23
ПВК-6 ПК-2	Радиопередающие устройства Б1.В.ОД.12
ПВК-7 ПК-3	Радиоприемные устройства Б1.В.ОД.13

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2	способностью выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для решения соответствующий физико-математический аппарат
Знает	основные принципы работы следящих систем
	математические модели преобразователей радиотехнического сигнала в сигнал ошибки
	методы построения математических моделей исследуемых устройств
Умеет	выполнять расчеты основных параметров следящих систем
	применять методы оптимальной линейной фильтрации
Владеет	методами эскизного проектирования и оценки параметров следящих радиоэлектронных систем
	методикой оценки устойчивости следящих систем радиоавтоматики

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	математическое описание электромагнитных полей и волн;
3.1.2	энергетические характеристики поля;
3.1.3	особенности распространения электромагнитных волн в околоземном и в космическом пространстве;
3.2	Уметь:
3.2.1	применять основные принципы электродинамики для решения практических задач.
3.2.2	рассчитывать электромагнитное поле при распространении радиоволн в атмосфере Земли
3.2.3	решать типовые прикладные задачи электродинамики;
3.3	Владеть:
3.3.1	методами эскизного проектирования излучающих и приемных антенн;
3.3.2	практическими методами применения уравнений Максвелла для решения типовых задач электродинамики
3.3.3	методикой анализа энергетических соотношений радиотрассы в околоземном и космическом пространстве

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Контроль	Всего часов
1	Основы электродинамики	5	1-3	2		2	10		14
2	Принципы электродинамики	5	4-6	4		4	12		20
3	Распространение волн в безграничных средах	5	7-9	4		4	12		20
4	Взаимодействие волн с границей раздела сред	5	10-12	4		4	12		20
5	Теория направляемых волн	5	13-15	4		4	12		20
6	Распространение волн в околоземном пространстве	5	16-18	2		2	10		14
Итого				20		20	68		108

4.1 Лекции

Неде ля семес тра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
6 семестр		20	
1. Основы электродинамики		2	
1-2	Лекции 1. Введение. Содержание курса. Его место в подготовке радиоинженеров. Электромагнитное поле (ЭМП) как физическая реальность. История развития предмета. Роль понятия ЭМП в решении философских проблем естествознания. Природа электромагнитных волн (ЭМВ). Экспериментальная основа электродинамики. Роль электродинамики в эпоху НТП. Основные уравнения электродинамики. Дифференциальные уравнения Максвелла для вихрей напряженности электрического и магнитного поля. Дифференциальные уравнения Максвелла для расходимости электрической и магнитной индукции. Гипотеза Максвелла о токе смещения. Самостоятельное изучение. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Роль гипотезы Максвелла о токе смещения в развитии идей электродинамики. Материальные уравнения в электродинамике.	2	
2. Принципы электродинамики		4	
3-4	Лекция 2. Локальный баланс энергии ЭМП. Дифференциальный закон Джоуля – Ленца. Излучение электромагнитной энергии. Вектор Пойнтинга. Плотность энергии ЭМП. Баланс энергии ЭМП для объема конечных размеров. Самостоятельное изучение. Частные случаи баланса с	2	

	учетом и без учета сторонних источников. Энергетические характеристики гармонического ЭМП, усредненные за период. Комплексный вектор Пойнтинга. Баланс энергии гармонического поля. Физическое содержание баланса активной и реактивной мощностей.		
5-6	Лекция 3. Принцип суперпозиции ЭМП. Принцип единственности решений для внутренней и внешней задач электродинамики. Принцип перестановочной двойственности. Практическое значение данных принципов. Принцип взаимности разделенных источников, его связь с проблемой электромагнитной совместимости. Самостоятельное изучение. Обобщенная задача об излучении ЭМВ. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа Электрический диполь. Диполь Герца и его техническая реализация. Полное ЭМП электрического диполя на произвольном удалении от излучателя. Поле электрического диполя в ближней, промежуточной и дальней зоне. Диаграмма направленности поля. Полная средняя мощность излучения диполя. Электрический диполь и реальные проволочные антенны. Магнитный диполь и его технические аналоги. Применение принципа перестановочной двойственности для анализа поля магнитного диполя. Поле магнитного диполя в дальней зоне.	2	
3. Распространение волн в безграничных средах		4	
7-8	Лекция 4. Понятие плоской, однородной и неоднородной волн. Плоские волны как решение однородного волнового уравнения. Гармонические волны. Виды поляризации волн: линейная, круговая, эллиптическая. Постоянная распространения плоской волны в изотропной среде. Скорость распространения волны: фазовая и групповая. Самостоятельное изучение. Волновое сопротивление среды. Особенности распространения ЭМВ в среде с потерями: затухание волн, дисперсия, фазовый сдвиг между электрической и магнитной компонентами. Общие особенности распространения ЭМВ в анизотропных средах.	2	
9-10	Лекция 5. Природа анизотропии газовых, жидких и твердых сред. Тензор диэлектрической и магнитной проницаемости. Продольное распространение ЭМВ в намагниченном ферромагнетике. Эффект Фарадея, его невзаимность. Техническое приложение эффекта Фарадея. Поперечное распространение ЭМВ в намагниченном ферромагнетике. Самостоятельное изучение. Эффект двойного лучепреломления. Свойства обыкновенной и необыкновенной волн. Эффект Коттона – Мутона. Технические устройства, использующие поперечное распространение ЭМВ в намагниченном ферромагнетике. Анизотропия намагниченной плазмы для наклонно распространяющейся волны. Соотношение компонент электрического поля для наклонной волны.	2	
4. Взаимодействие волн с границей раздела сред		4	
11-12	Лекция 6. Поведение касательных и нормальных составляющих векторов E и H на границе раздела сред. Физическая трактовка эффекта взаимодействия электромагнитной волны с поверхностью раздела двух сред. Самостоятельное изучение. Закон Снеллиуса. Формулы	2	

	Френеля для комплексных коэффициентов отражения и преломления волны. Преломление электромагнитной волны на границе поглощающей среды. Скин-эффект.		
13-14	Лекция 7. Приближенные граничные условия Леонтовича, их практическое использование. Условие полного прохождения волны через границу раздела сред. Угол Брюстера. Условие полного внутреннего отражения волны от границы раздела сред. Критический угол падения. Самостоятельное изучение. Техническое применение условий полного прохождения и преломления волн. Взаимодействие электромагнитной волны с движущейся границей раздела сред. Эффект Доплера, его использование в технике.	2	
5. Теория направляемых волн		4	
15-16	Лекция 8. Структура ЭМП между параллельными металлическими плоскостями при горизонтальной и вертикальной поляризации волны. Критические частоты волновода. Основной и высшие типы волн. Фазовая и групповая скорости собственных волн плоского полого металлического волновода. Самостоятельное изучение. Классификация направляемых волн. Общие свойства направляемых волн. Затухание волн в волноводах. Экономические аспекты проблемы дальней передачи энергии по волноводам	2	
17	Лекция 9. Электромагнитные волны в прямоугольном металлическом волноводе. Е и Н-волны в прямоугольном волноводе. Критические частоты. Общие свойства собственных колебаний объемных резонаторов. Режим стоячих волн в волноводе. Объемный резонатор как отрезок регулярного волновода. Собственные частоты резонатора. Затухание колебаний. Самостоятельное изучение. Добротность объемного резонатора. Спектр собственных частот прямоугольного металлического резонатора. Вырождение колебаний. Основной и высшие типы колебаний. Добротность прямоугольного резонатора. Структура поля низших типов колебаний. Спектр собственных колебаний цилиндрического резонатора. Основной и высшие типы колебаний. Добротность цилиндрического резонатора.	2	
6. Распространение волн в околоземном пространстве		2	
18	Лекция 10. Влияние поверхности и атмосферы Земли на распространения радиоволн. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Формула идеальной радиопередачи. Определение мощности в приемной антенне по мощности, подводимой к передающей антенне. Область пространства, существенная в работе радиолинии, зоны Френеля Электрические параметры земной поверхности: различных почв, морской и пресной воды. Самостоятельное изучение. Поглощение радиоволн земной поверхностью. Коэффициент отражения на границе раздела воздух-почва при различных видах поляризации волны. Предел прямой видимости, зоны полутени и тени. Интерференционные формулы при направленных и ненаправленных антеннах. Формула Введенского. Метод учета сферичности Земли. Влияние неровности земной поверхности на поле земных волн. Строение ионосферы. Процессы ионизации и рекомбинации. Распределение свободных электронов в	2	

	реальной ионосфере. Средние закономерности изменения структуры ионосферы и ее аномальные изменения. Влияние 11-летнего цикла. Спорадические слои. Неоднородная тонкая структура ионосферы. Искажение сигналов при дисперсии в ионосфере. Поглощение радиоволн и нелинейные свойства ионизированного газа. Преломление и отражение радиоволн в неоднородной ионосфере, двойное лучепреломление. Критические и максимальные применимые частоты.		
Итого часов		20	

4.2 Практические занятия

Практические занятия Учебным планом не предусмотрены

Основы электродинамики
Принципы электродинамики
Распространение волн в безграничных средах
Взаимодействие волн с границей раздела сред
Теория направляемых волн
Распространение волн в околоземном пространстве
Исследование характеристик радиотрассы с помощью приемника DRM сигнала

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
1. Основы электродинамики		2	
13	Направляющие линии связи	1,5	
13	Зачетное занятие	0,5	отчет
2. Принципы электродинамики		4	
16	Электродинамика двухпроводных линий	3,5	
16	Зачетное занятие	0,5	отчет
3. Распространение волн в безграничных средах		4	
	Расчет энергетических соотношений радиотрассы	3,5	
	Зачетное занятие	0,5	отчет
4. Взаимодействие волн с границей раздела сред		4	
	Преломление волны на границе раздела сред. Рефракция волн.	3,5	
	Зачетное занятие	0,5	отчет
5. Теория направляемых волн		4	
	Волноводные направляющие системы	3,5	
	Зачетное занятие	0,5	отчет
6. Распространение волн в околоземном пространстве		2	
	Исследование характеристик ионосферных радиотрасс с помощью приемника DRM сигнала	1,5	
	Зачетное занятие	0,5	отчет
Итого часов		20	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
6 семестр		зачет	68
1	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
2	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
3	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	3
4	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
5	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
6	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	3
7	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	3
9	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	3
11	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	3
12	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	7
13	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
14	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	5
15	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
16	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	5
17	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
18	Подготовка к зачету	зачет	5

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции;
5.2	Практические занятия: Практические занятия учебным планом не предусмотрены
5.3	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету
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	Используемые формы текущего контроля: – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Уравнения Максвелла
6.2.2	Технические принципы электродинамики
6.2.3	Распространение волн в безграничных средах
6.2.4	Взаимодействие волн с границей раздела сред
6.2.5	Теория направляемых волн
6.2.6	Распространение волн в околоземном пространстве

7.1 Рекомендуемая литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	
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. Электр онный 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., Кочержевский 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 Электр онный 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-поляризацией 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.		
7.1.4.4	Мультимедийные видеофрагменты:			
	- Дифракция радиоволн - Интерференция радиоволн			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная учебная лаборатория , оснащенная компьютером с выходом в сеть Internet, комплексом лабораторного оборудования , наглядных материалов и плакатов.
8.2	Натурные лекционные демонстрации: – Магистральный радиоприемник Р-399

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	Басаков 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				
Л3.1	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	1,0
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

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Директор НТБ _____ / _____ /