

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Рабочая программа дисциплины

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Радиофизика»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«29» июня 2022 г

Кафедра «Физика и техника оптической связи»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«РАДИОФИЗИКА»

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.3. Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки, физико-
математическое науки

Научная специальность

1.3.4. Радиофизика

Форма обучения

очная

Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Радиофизика» для аспирантов специальности 1.3.4 «Радиофизика»/авт. А.С. Раевский – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 18 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Радиофизика» аспирантам очной формы обучения по специальности 1.3.4 «Радиофизика».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 1.3.4 «Радиофизика», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.4 «Радиофизика».
4. Программа кандидатского экзамена по специальности 1.3.4 «Радиофизика».


Автор _____ А.С. Раевский


(подпись)

15 июня 2022 г.


© Раевский А.С., 2022

© ФГБОУ ВО НГТУ, 2022

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Радиофизика»

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1	Структура дисциплины (модуля).....	4
3.2	Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
3.3	Практические занятия (семинары).....	9
3.4	Лабораторные работы.....	9
3.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	9
4	Образовательные технологии.....	11
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	11
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	13
6.1	Основная литература.....	13
6.2	Дополнительная литература.....	13
6.3	Периодические издания.....	14
6.4	Интернет-ресурсы.....	15
6.5	Нормативные документы.....	15
6.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	15
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	17
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	18

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Радиофизика»

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов.

Задачи:

- формирование навыков в области методов анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех;
- изучение общих радиофизических закономерностей излучения, распространения, взаимодействия и трансформации колебаний и волн в различных средах, в том числе в неоднородных, нелинейных и нестационарных.

2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина (модуль) «Радиофизика» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
		Аудиторная		СРО		
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	
ИТОГО		3	108	24	84	Экзамен


3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)..

3.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 6 семестре.

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Радиофизика	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Радиофизика»

3.2 Содержание дисциплины (модуля)

3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Теория колебаний	5	-	-	-	17
2	Теория волн	5	-	-	-	17
3	Статистическая радиофизика	5	-	-	-	17
4	Принципы усиления, генерации и управления сигналами	5	-	-	-	17
5	Антенны и распространение радиоволн	4	-	-	-	16
ИТОГО:		24	-	-	-	84

3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма прове- дения занятий
1	2	3	4
1	Теория колебаний	<p>Линейные колебательные системы с одной степенью свободы. Силовое и параметрическое воздействие на линейные и слабо нелинейные колебательные системы.</p> <p>Автоколебательная система с одной степенью свободы. Энергетические соотношения в автоколебательных системах. Методы расчета автоколебательных систем.</p> <p>Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы. Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.</p> <p>Аналитические и качественные методы теории нелинейных колебаний. Анализ возможных движений и бифуркаций в фазовом пространстве: метод малого параметра, метод Ван-дер-Поля, метод Крылова-Боголюбова. Укороченные уравнения. Усреднение в системах, содержащих быстрые и медленные движения.</p> <p>Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания.</p>	Лекции



		<p>Автоколебательные системы с двумя и более степенями свободы. Взаимная синхронизация колебаний двух генераторов.</p> <p>Параметрическое усиление и параметрическая генерация. Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты.</p> <p>Устойчивость стационарных режимов автономных и неавтономных колебательных систем. Временные и спектральные методы оценки устойчивости.</p> <p>Собственные и вынужденные колебания линейных распределенных систем. Собственные функции системы (моды). Разложение вынужденных колебаний по системе собственных функций.</p> <p>Распределенные автоколебательные системы. Лазер как пример такой системы. Условия самовозбуждения. Одномодовый и многомодовый режимы генерации.</p> <p>Хаотические колебания в динамических системах. Понятие о хаотическом (странном) аттракторе. Возможные пути потери устойчивости регулярных колебаний и перехода к хаосу.</p>	
2	Теория волн	<p>Плоские однородные и неоднородные волны. Плоские акустические волны в вязкой теплопроводящей среде, упругие продольные и поперечные волны в твердом теле, электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.</p> <p>Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Волновой пакет в первом и втором приближении теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной дисперсией. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип причинности.</p> <p>Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Оптические кристаллы, уравнение Френеля, обыкновенная и необыкновенная волны. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.</p> <p>Волны в периодических структурах. Механические цепочки, акустические и оптические фононы. Полосы пропускания и непрозрачности. Электрические цепочки, сплошная среда со слабыми периодическими неоднородностями. Связанные волны.</p> <p>Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и</p>	Лекции



		<p>поле волны в слоисто-неоднородных средах. Электромагнитные волны в металлических волноводах. Диэлектрические волноводы, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы. Гауссовские пучки.</p> <p>Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина. Условия излучения. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.</p> <p>Волны в нелинейных средах без дисперсии. Образование разрывов. Ударные волны. Уравнение Бюргерса для диссипативной среды и свойства его решений. Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала, эффекты нелинейного поглощения, насыщения и детектирования.</p> <p>Уравнение Кортевега-де Вриза и синус-Гордона. Стационарные волны. Понятие о солитонах. Взаимодействия плоских волн в диспергирующих средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление и генерация.</p> <p>Самовоздействие волновых пучков. Самофокусировка света. Приближения нелинейной квазиоптики и нелинейной геометрической оптики. Обращение волнового фронта. Интенсивные акустические пучки; параметрические излучатели звука.</p>	
3	Статистическая радиофизика	<p>Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени. Эргодичность. Измерение вероятностей и средних значений.</p> <p>Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.</p> <p>Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный стационарный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.</p> <p>Отклик линейной системы на шумовые воздействия; функция Грина, интеграл Дюамеля. Действие шума на колебательный контур, фильтрация шума. Нелинейные преобразования (умножения частоты и амплитудное детектирование узкополосного шума).</p> <p>Марковские и диффузионные процессы. Уравнение Фоккера-Планка.</p> <p>Броуновское движение. Флуктуационно-диссипационная теорема. Тепловой шум; классический и квантовый варианты формулы Найквиста. Тепловое излучение абсолютно черного тела.</p> <p>Случайные поля. Пространственная и временная ко-</p>	Лекции



		<p>герентность. Дифракция случайных волн. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Дифракция регулярной волны на случайном фазовом экране. Тепловое электромагнитное поле. Теорема взаимности.</p> <p>Рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Борновское приближение, метод плавных возмущений. Рассеяние волн на шероховатой поверхности. Понятие об обратной задаче рассеяния.</p> <p>Взаимодействие случайных волн. Генерация второй оптической гармоники, самофокусировка и самомодуляция частично когерентных волн. Преобразование спектров шумовых волн в нелинейных средах без дисперсии.</p>	
4	Принципы усиления, генерации и управления сигналами	<p>Принцип работы, устройство и параметры лазеров (примеры: гелий-неоновый лазер, лазер на рубине, полупроводниковый лазер).</p> <p>Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо, конфокальный и концентрический резонаторы. Неустойчивый резонатор. Продольные и поперечные типы колебаний. Спектр частот и расходимость излучения. Добротность.</p> <p>Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод. Сверхкороткие импульсы. Шумы лазеров, формула Таунса и предельная стабильность частоты. Оптические компрессоры и получение фемтосекундных импульсов.</p> <p>Молекулярный генератор. Квантовые стандарты частоты (времени).</p> <p>Волноводы, длинные линии и резонаторы. Критическая частота и критическая длина волновода. TE-, TH- и TEM-волны. Диэлектрические волноводы. Периодические структуры и замедляющие системы. Волновое сопротивление.</p> <p>Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.</p> <p>Генерация волн в СВЧ диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волны, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавинно-пролетных диодах. Эффект Джозефсона.</p> <p>Взаимодействие волн пространственного заряда с акустическим полем, акустоэлектрический эффект.</p> <p>Принципы работы акустоэлектронных устройств</p>	Лекции



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Радиофизика»

		(усилители ультразвука, линии задержки, фильтры, конвольверы, запоминающие устройства). Взаимодействия света со звуком. Дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы. Линейный электрооптический и магнитооптический эффекты и их применение для управления светом.	
5	Антенны и распространение радиоволн	Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов. Параболическая антенна. Фазированные антенные решетки. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны. Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект "замирания". Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволновом.	Лекции

3.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Радиофизика» составляет 84 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Методы расчета автоколебательных систем. Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы.	17



	<p>Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.</p> <p>Укороченные уравнения. Усреднение в системах, содержащих быстрые и медленные движения.</p> <p>Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания.</p> <p>Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты.</p> <p>Устойчивость стационарных режимов автономных и неавтономных колебательных систем. Временные и спектральные методы оценки устойчивости.</p> <p>Разложение вынужденных колебаний линейных распределенных систем по системе собственных функций.</p> <p>Распределенные автоколебательные системы. Лазер как пример такой системы. Условия самовозбуждения. Одномодовый и многомодовый режимы генерации.</p>	
2	<p>Поток энергии. Поляризация.</p> <p>Фазовая и групповая скорости. Поле в средах с временной дисперсией. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип причинности.</p> <p>Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.</p> <p>Связанные волны.</p> <p>Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.</p> <p>Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.</p> <p>Уравнение Бюргерса для диссипативной среды и свойства его решений.</p> <p>Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала, эффекты нелинейного поглощения, насыщения и детектирования.</p> <p>Понятие о солитонах. Взаимодействия плоских волн в диспергирующих средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление и генерация.</p> <p>Обращение волнового фронта. Интенсивные акустические пучки; параметрические излучатели звука.</p>	17
3	<p>Статистическое усреднение и усреднение во времени. Эргодичность. Измерение вероятностей и средних значений.</p> <p>Нелинейные преобразования (умножения частоты и амплитудное детектирование узкополосного шума).</p> <p>Тепловое излучение абсолютно черного тела.</p> <p>Дифракция регулярной волны на случайном фазовом экране. Тепловое электромагнитное поле. Теорема взаимности.</p> <p>Рассеяние волн на шероховатой поверхности. Понятие об обратной задаче рассеяния.</p> <p>Генерация второй оптической гармоники, самофокусировка и самомодуляция частично когерентных волн. Преобразование спектров шумовых волн в нелинейных средах без дисперсии.</p>	17
4	<p>Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод. Шумы лазеров,</p>	17



	<p>формула Таунса и предельная стабильность частоты. Критическая частота и критическая длина волновода. TE-, TN,- и TEM-волны. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах. Эффект Джозефсона. Принципы работы акустоэлектронных устройств (усилители ультразвука, линии задержки, фильтры, конвольверы, запоминающие устройства). Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы. Применение линейных электрооптического и магнитооптического эффектов для управления светом.</p>	
5	<p>Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов. Параболическая антенна. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект "замирания". Тропосферный волновод. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволноводе.</p>	16
ИТОГО:		84

4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Радиофизика» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Радиофизика»

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

Образцы оценочных средств

для проведения текущего контроля в виде тестов

Тесты к разделу 1:

Вопрос 1: Методы расчета автоколебательных систем.

Вопрос 2: Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы.

Тесты к разделу 2:

Вопрос 1: Поток энергии.

Вопрос 2: Фазовая и групповая скорости.

Тесты к разделу 3:

Вопрос 1: Статистическое усреднение и усреднение во времени.

Вопрос 2: Эргодичность.

Тесты к разделу 4:

Вопрос 1: Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод.

Вопрос 2: Шумы лазеров, формула Таунса и предельная стабильность частоты.

Тесты к разделу 5:

Вопрос 1: Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов.

Вопрос 2: Параболическая антенна.

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Радиофизика»**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****6.1 Основная литература**

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	2	3	4	5	6
1	В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В. А. Неганова, С. Б. Раевского	Электродинамика и распространение радиоволн	М.: Радиотехника, 2009	Учебник	17
2	Л. А. Боков, А. Е. Мандель, В. А. Замотринский	Электродинамика и распространение радиоволн	Томск: ТУ-СУР, 2013	Учебное пособие [Электронный ресурс]	Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289
3	Неганов В. А., Клюев Д. С., Табаков Д. П.	Устройства СВЧ и антенны. Ч. 1. Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ	М.: URSS, 2013	Учебник	6
4	Неганов В. А., Клюев Д. С., Табаков Д. П.	Устройства СВЧ и антенны. Ч. 2. Теория и техника антенн	М.: URSS, 2014	Учебник	6
5	Гринев А. Ю.	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн. 1. Антенные системы локации, навигации и радиосвязи	М.: Радиотехника, 2013	Учеб. пособие	3
6	Ю. А. Иларионов [и др.]	Устройства СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технологии изготовления	М.: Радиотехника, 2013		3

6.2 Дополнительная литература


№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Иларионов Ю. А., Тимофеев Е. П.	Устройства СВЧ и антенны	Изд-во НГТУ, 2012	Учеб. пособие	241



2	А.С. Дмитриев [и др.]; Под общ. ред. А.С. Дмитриева	Генерация хаоса	М. : Техносфера, 2012		1
3	Локшин Г.Р.	Основы радиооптики	Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2009	Учеб. пособие	7
4	Раевский А.С., Раевский С.Б.	Комплексные волны	М.: Радиотехника, 2010	Монография	2
5	И.А. Вдовиченко, В.А. Козлов, А.Ю. Седаков	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	Н.Новгород: Изд-во НГТУ, 2016	Учебное пособие	20
6	Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е.	Регулярные и хаотические автоколебания. Синхронизация и влияние флуктуаций	Долгопрудный : Изд. дом «Интеллект», 2009	Учебник-монография	2
7	Гринев А.Ю.	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн.2. Моделирование, проектирование и технологии СВЧ-устройств и ФАР	М.: Радиотехника, 2014	Учеб. пособие	3
8	Гринев А.Ю.	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн.3. Активные и цифровые антенные решетки и их элементы	М.: Радиотехника, 2014	Учеб. пособие	3

6.3 Периодические издания

- «Антенны» <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr3>
- «Радиотехника и электроника» <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=radel>
- «Радиотехника» <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>
- «Физика волновых процессов и радиотехнические системы» <http://neganov-samara.narod.ru>
- «Известия высших учебных заведений. Радиофизика»
- «Вопросы радиоэлектроники» <http://www.instel.ru>

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Радиофизика»

IEEE «Terahertz Science and Technology» <https://www.mtt.org/terahertz>

6.4 Интернет-ресурсы

- Цифровая библиотека IEEE Xplore
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=5503871>
- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- Электронно-библиотечная система <http://elanbook.com>
- Электронно-библиотечная система <http://ibooks.ru>

6.5 Нормативные документы

- Перечень технологических платформ (утвержден решениями Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 1 апреля 2011 г., протокол № 2, от 5 июля 2011 г., протокол № 3, решением президиума Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 21 февраля 2012 г., протокол № 2):
 - Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника;
 - Национальная информационная спутниковая система;
 - СВЧ технологии.

6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.


Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Радиофизика»**7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – а.5303, 5115	Мультимедийные средства: проекторы, настенные экраны, ноутбуки. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	- Операционная система Windows XP, Prof, S/P3 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017) - MSOffice 2007 лиц №43847744 (бес-срочная)
Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215	30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	- MS Access 2010 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017). - MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 безсрочно) - Matlab R2008a Лиц №527840 - AutoCAD 2015 Серийный номер / ключ продукта 545-19358656 / 651G1 - Visual Studio 2008 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017) - Dr.Web (срок лиц.2016-02-29 – 2017-04-27) - Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН») - Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) «МАРК-SQL 1.14», ЗАО «НПО «ИН-ФОРМ-СИСТЕМА» с 20 октября 2014 (Договор № 069/2014-А/О).

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Радиофизика»

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учеб-
ный год

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ ____ ” _____ 20... Г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-
ный учебный год

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФСВК

наименование факультета (института, где реализуется данное направление) личная подпись расшифровка подписи дата