


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнических систем»

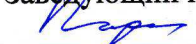
«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ

 / Холопов И.С.

«27» 06 20 19 г


Заведующий кафедрой РТУ

 / Паршин Ю.Н.

«27» 06 20 19 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОиМД

 / Корячко А.В.

«27» 06 20 19 г



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.03 «РАДИОАВТОМАТИКА»

Специальность

11.03.01 Радиотехника

Специализация

Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2019 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Минобрнауки № 931 от 19.09.2017 г. (дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики  
доцент кафедры «Радиотехнических систем»  
Гришаев Юрий Николаевич

---

(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «06» июня 2019 г., протокол № 14.

Заведующий кафедрой  
Радиотехнических систем  
(кафедра)  
Кошелев Виталий Иванович

---

(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Радиоавтоматика» является составной частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 11.03.01 Радиотехника, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 179.

**Цель изучения дисциплины:** формирование знаний, умений, навыков анализа и синтеза систем радиоавтоматики.

**Задачи изучения дисциплины:** познакомить студентов с принципами построения систем радиоавтоматики, изучить основные методы анализа и синтеза непрерывных и дискретных систем автоматического регулирования, сформировать навыки моделирования систем радиоавтоматики в среде VisSim.

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 (06.0005) Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	<p>Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения.</p> <p>Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников.</p> <p>Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров</p> <p>Разработка методов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>Проведение аппаратного макетирования и экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>Контроль соответствия</p>	Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.

		<p>разрабатываемых проектов и технической документации.</p> <p>стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	
	<p>проектный</p>	<p>Разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.</p> <p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.</p> <p>Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.</p> <p>Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.</p> <p>Разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.</p> <p>Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.</p>

25 (25.027) Ракетно-космическая промышленность	научно - исследовательский	<p>Проведение исследований и испытаний бортовой аппаратуры космических аппаратов (БАКА) и входящих в нее функциональных узлов, разработанных на основе модернизируемых технических решений.</p> <p>Расчет электрических режимов электронной компонентной базы БАКА.</p> <p>Моделирование функциональных узлов и изделий БАКА.</p>	Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.
	проектный	<p>Проведение расчетов для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов.</p> <p>Макетирование и моделирование электронных узлов БАКА.</p> <p>Анализ входных данных для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов.</p> <p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем;</p> <p>Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</p> <p>Разработка проектной и технической документации,</p>	Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.

		Оформление законченных проектно-конструкторских работ; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	
--	--	--	--

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать методы анализа установившегося режима, устойчивости и качества регулирования непрерывных и дискретных систем (ОПК-2);
- уметь пользоваться аппаратом логарифмических частотных характеристик для анализа устойчивости и оценки качества регулирования линейных непрерывных систем (ОПК-2, ПК-1, ПК-6) ;
- владеть методами моделирования систем радиоавтоматики в среде VisSim (ПК-1, ПК-6) .

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Радиоавтоматика» входит в вариативную часть профессионального цикла подготовки бакалавра. Дисциплина изучается на третьем курсе в пятом семестре очной формы обучения и в шестом семестре заочной формы обучения.

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплин: «Математика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы». Знания и навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, полезны для последующих дисциплин: «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Устройства приема и обработки сигналов», «Радиотехнические системы», «Основы телевидения и видеотехники».

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: <b>научно-исследовательский</b>				

<p>Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</p> <p>Моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;</p> <p>Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике;</p> <p>Обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;</p> <p>Составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований;</p> <p>Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.</p>	<p>Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной обработки.</p> <p>Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.</p>	<p>ПК-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.</p>	<p>ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем</p> <p>ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.</p>	<p>06.005 Инженер-радиоэлектронщик</p> <p>25.027 Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.</p>
<p>Тип задач профессиональной деятельности: <b>проектный</b></p>				

<p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем;</p> <p>Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</p> <p>Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</p> <p>Разработка проектной и технической документации,</p> <p>Оформление законченных проектно-конструкторских работ;</p> <p>Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.</p> <p>Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.</p>	<p>ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</p>	<p>Об.005 Инженер-радиоэлектронщик</p> <p>25.027 Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.</p>
---	---	--	---	--



**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

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

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Заочная ускоренная форма (4 года)	Заочная форма (5 лет)
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Лекции	32	4	4
Лабораторные работы	16	4	6
Практические занятия	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>98</b>
Самостоятельные занятия	14	72	52
Консультации в семестре	6	-	-
Экзамены и консультации	40	18	36
Контрольные работы	-	10	10
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Экзамен	Экзамен	Экзамен

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Содержание дисциплины**

Раздел дисциплины	Содержание
Системы радиоавтоматики и их модели	Управление и регулирование. Система автоматического регулирования и ее основные элементы: измерительный, управляющий, исполнительный и объект регулирования. Разомкнутые и замкнутые системы. Системы радиоавтоматики и их классификация в соответствии с математическим описанием радиосигнала. Системы радиоавтоматики для узкополосного радиосигнала: амплитудные, фазовые, частотные и комбинированные. Примеры систем радиоавтоматики: автоматической регулировки усиления, частотной автоподстройки частоты и фазовой автоподстройки частоты. Математические модели систем радиоавтоматики: статическая, линейная и нелинейная.
Статическая модель и анализ установившегося режима системы АПЧ гетеродина	Статическая модель системы частотной автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ). Построение статической характеристики системы по графическому решению алгебраической системы уравнений, описывающих статическую модель.

	Числовые показатели статического режима: коэффициент автоподстройки, полоса захвата и полоса удержания.
Линейная модель систем авторегулирования	Линейная модель и ее использование для анализа САР. Линейная модель системы АПЧГ. Передаточные функции систем с обратной связью: передаточные функции замкнутой системы, разомкнутой системы, ошибки и по возмущению. Связь между ними.
Устойчивость и качество регулирования линейных непрерывных САР	<p>Понятие устойчивости. Устойчивое, неустойчивое и нейтрально устойчивое состояния. Решение однородного дифференциального уравнения как прямой метод анализа устойчивости. Требование к корням характеристического уравнения для устойчивой непрерывной системы. Критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста. Запасы устойчивости. Использование аппарата типовых линейных звеньев для построения логарифмических частотных характеристик: амплитудной (ЛАХ) и фазовой (ЛФХ) линейных систем. Определение устойчивости замкнутой системы по логарифмическим характеристикам разомкнутой. Влияние фильтра нижних частот на устойчивость системы АПЧГ. Алгебраические критерии устойчивости: необходимое условие устойчивости, критерий Рауса-Гурвица. Устойчивость системы АПЧГ.</p> <p>Качество регулирования. Общая модель для оценки качества. Показатели качества при типовых входных воздействиях: скачкообразном, гармоническом, полиномиальном и стационарном случайном процессе. Переходная и частотная характеристики как показатели качества. Ошибки при полиномиальном воздействии. Ошибки: статическая, скоростная и по ускорению в статических и астатических системах. Ошибки при случайных задающем и возмущающем воздействиях: динамическая и по возмущению. Понятие об оптимальных значениях параметров системы, обеспечивающих минимум дисперсии суммарной ошибки. Оценка качества регулирования САР по ЛАХ и ЛФХ разомкнутой системы.</p>
Коррекция линейных непрерывных САР	Типовые ЛАХ разомкнутой системы для статических и астатических САР. Коррекция систем: последовательная, параллельная и корректирующая обратная связь. Последовательная коррекция астатической системы первого порядка. Особенности коррекции статических и астатических систем.
Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	<p>Виды нелинейностей и их влияние на работу САР. Система ФАПЧ как нелинейная система. Нелинейная модель системы и ее использование для анализа САР. Нелинейная модель системы ФАПЧ. Методы анализа нелинейных систем. Фазовый портрет идеализированной системы ФАПЧ. Определение устойчивости по фазовому портрету. Статические характеристики системы ФАПЧ и их построение по фазовому портрету. Временной масштаб на фазовых траекториях. Переходные процессы в идеализированной системе ФАПЧ в режимах удержания и биений.</p> <p>Метод гармонической линеаризации. Анализ периодического режима в релейной системе частотной автоподстройки ча-</p>

	<p>стоты методом гармонической линеаризации. Метод статистической линеаризации. Расчет ошибок слежения методом статистической линеаризации.</p>
Импульсные, цифровые и дискретные САР	<p>Понятие о дискретных системах. Импульсные и цифровые системы. Решетчатые функции, разности и разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа в форме D-преобразования и Z-преобразования. Дискретные передаточные функции и частотные характеристики. Связь обычной и дискретной частотных характеристик непрерывной системы.</p> <p>Решение разностного уравнения как прямой метод анализа устойчивости. Требование к корням характеристического уравнения для устойчивой дискретной системы. Критерий устойчивости Гурвица. Переходная характеристика дискретной системы, методы расчета. Связь вида переходной характеристики с положением корней характеристического уравнения. Ошибки в дискретной системе. Динамическая ошибка при полиномиальном задающем воздействии. Ошибка по возмущению при случайном воздействии. Условие близости процессов в непрерывной и дискретной системах.</p> <p>Дискретная модель импульсной САР с АИМ второго рода. Приведенная непрерывная часть и ее характеристики. Дискретная передаточная функция замкнутой системы. Влияние квантования по уровню на процессы в системе авторегулирования. Шумы квантования. Дискретная модель полностью цифровой системы. Дискретная модель цифро-аналоговой системы. Системы слежения за задержкой импульсного сигнала. Дискретная САР с двумя интеграторами. Устойчивость системы. Переходная характеристика дискретной САР с двумя интеграторами.</p>
Оптимальные САР	<p>Постановка задачи синтеза оптимальной системы, обеспечивающей наилучшее качество регулирования при случайных воздействиях. Оптимальная фильтрация Винера-Колмогорова. Оптимальная фильтрация Калмана.</p>

## 5.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

### Очная форма обучения

№ п/п	Раздел	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции и	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Системы радиоавтоматики и их модели	4	2	2			2
2	Статическая модель и анализ	9	4	2		2	5

	установившегося режима системы АПЧ гетеродина						
3	Линейная модель систем авторегулирования	4	2	2			2
4	Устойчивость и качество регулирования линейных непрерывных САР	39	16	10		6	23
5	Коррекция линейных непрерывных САР	4	2	2			2
6	Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	17	8	6		2	9
7	Импульсные, цифровые и дискретные САР	26	12	8		4	14
8	Оптимальные САР	5	2			2	3
		<b>108</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	-	<b>16</b>	<b>60</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Гришаев Ю.Н. Радиоавтоматика: Компьютерный лабораторный практикум. Рязань, 2013 – 60 с..
2. Гришаев Ю.Н. Синтез частотных характеристик линейных систем автоматического регулирования: Методические указания. – Рязань, 2000 – 12 с.
3. Материалы в электронной форме:
  - 3.1 Презентация РАДИОАВТОМАТИКА (16 лекций) в среде Microsoft Office Power Point 2003.
  - 3.2 Лекции по радиоавтоматике (Комментарии к презентации)

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Радиоавтоматика»

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлен в Приложении к программе «Оценочные материалы».

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- а) Основная литература:
  1. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. 2-е изд. – М.: Радиотехника, 2005.
  2. Гришаев Ю.Н. Радиоавтоматика: Компьютерный лабораторный практикум. Рязань, 2013.
  3. Гришаев Ю.Н. Синтез частотных характеристик линейных систем автоматического регулирования: Методические указания. – Рязань, 2000.
- б) Дополнительная литература
  1. Первачев С.В. Радиоавтоматика: Учебное пособие. – М.: Радио и связь, 1982.
  2. Радиоавтоматика: Учебное пособие / Под ред. В.А.Бесекерского. – М.: Высшая школа, 1985.

## **9. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины**

1. [www.ahtp.rusoil.net/htm](http://www.ahtp.rusoil.net/htm) - Клиначев Н.В. Теория систем автоматического регулирования (с использованием пакета VisSim).

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Эффективное освоение дисциплины предполагает постоянную работу с лекционным материалом и рекомендованной литературой. Целесообразно перед каждой лекцией просмотреть конспект предыдущей лекции с целью вспомнить изученный материал и быть готовым к восприятию нового. После лекции нужно проработать конспект, поправить неясные места, при необходимости дополнить. Полное понимание лекционного материала – залог успешного освоения дисциплины. При появлении трудностей не откладывать работу по их преодолению и обратиться за помощью к лектору.

Изучение лекций необходимо при подготовке к лабораторным работам, выполнению необходимых расчетов к ним и оформлению отчетов. Учебный график по дисциплине составлен так, что параллельно происходит изучение одного и того же материала на лекциях и в лабораторных работах. Материал, изучаемый на лабораторном занятии, может следовать за лекционным, а может и опережать его. В первом случае сначала нужно проработать лекцию, чтобы иметь более широкое представление, а потом изучить методические указания к лабораторной работе. Во втором случае основным источником информации являются методические указания к лабораторной работе. В разделе "Основные сведения" кратко изложено все, что необходимо знать для выполнения лабораторной работы. Этот раздел нужно внимательно проработать. Это будет способствовать в дальнейшем и лучшему восприятию лекции.

После завершения лекционного материала по линейным системам следует в течение одной – двух недель выполнить индивидуальное задание по синтезу частотных характеристик линейных систем автоматического регулирования по заданным показателям качества с целью закрепления навыков использования аппарата логарифмических частотных характеристик при исследовании линейных САП. При выполнении индивидуального задания используются методические указания (Основная литература[4]).

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В преподавании дисциплины используются:

в лекционном курсе – презентация в среде PowerPoint 2003 Microsoft Office;  
в лабораторном практикуме – имитационное моделирование в среде VisSim.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий используются лекционные аудитории РГРТУ, оборудованные компьютерным проектором: ауд. 324, 358 в главном учебном корпусе, ауд. 413, 525 в лабораторном корпусе.

Для лабораторных работ используются компьютерные классы 501 – 503 в лабораторном корпусе с установленным ППП VisSim.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.03.01 “Радиотехника” (квалификация «бакалавр»).

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. РТС

\_\_\_\_\_

(Гришаев Ю.Н.)

Программа рассмотрена и  
одобрена на заседании  
кафедры РТС

06 июня 2019 г

(протокол № 14)

Зав. кафедрой РТС, проф. \_\_\_\_\_ В.И.Кошелев