

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.

«__» _____ 20__ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

_____/ Корячко А.В.

«__» _____ 20__ г

Заведующий кафедрой РТС

_____/ Кошелев В.И.

«__» _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 «РАДИОАВТОМАТИКА»

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 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.

Разработчики

доцент кафедры «Радиотехнических систем»

Гришаев Юрий Николаевич

(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 2020 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

Радиотехнических систем

Кошелев Виталий Иванович

(подпись) (Ф.И.О.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

		разрабатываемых проектов и технической документации. стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	
	проектный	<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 проек-</p>	<p>Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.</p>

		тов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	
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; Рас-</p>	Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.

		<p>чет 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>	
--	--	--	--

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;
- уметь пользоваться аппаратом логарифмических частотных характеристик для анализа устойчивости и оценки качества регулирования линейных непрерывных систем;
- владеть методами моделирования систем радиоавтоматики в среде VisSim.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Радиоавтоматика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока №1 дисциплин основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения» по направлению подготовки академического бакалавриата 11.03.01 Радиотехника. Дисциплина изучается на третьем курсе в пятом семестре по очной форме 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

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

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: научно-исследовательский				
<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</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-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>

результатов исследований и разработок.				
Тип задач профессиональной деятельности: проектный				
<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 проек-</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>06.005 Инженер-радиоэлектронщик</p> <p>25.027 Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.</p>

тов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.				
--	--	--	--	--

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
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	50,35
Лекции	16
Лабораторные работы	16
Практические занятия	16
Консультации в семестре	2
ИКР	0,35
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	22
Самостоятельные занятия	22
Контроль	35,65
Вид промежуточной аттестации обучающихся	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

	<p>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.</p>
<p>Статическая модель и анализ установившегося режима системы АПЧ гетеродина</p>	<p>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.</p>
<p>Линейная модель систем авторегулирования</p>	<p>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.</p>
<p>Устойчивость и качество регулирования линейных непрерывных САР</p>	<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</p>

	<p>параметров системы, обеспечивающих минимум дисперсии суммарной ошибки. Оценка качества регулирования САР по ЛАХ и ЛФХ разомкнутой системы.</p>
<p>Коррекция линейных непрерывных САР</p>	<p>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.</p>
<p>Анализ нелинейных систем радиоавтоматики</p>	<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 частоты методом гармонической линеаризации. Метод статистической линеаризации. Расчет ошибок слежения методом статистической линеаризации.</p>
<p>Импульсные, цифровые и дискретные САР</p>	<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. Влия-</p>

	<p>ние квантования по уровню на процессы в системе авторегулирования. Шумы квантования. Дискретная модель полностью цифровой системы. Дискретная модель цифро-аналоговой системы.</p> <p>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)

№ п/п	Раздел	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Системы радиоавтоматики и их модели	8	6	2	2	2	2
2	Статическая модель и анализ установившегося режима системы АПЧ гетеродина	10	6	2	2	2	4
3	Линейная модель систем авторегулирования	8	6	2	2	2	2
4	Устойчивость и качество регулирования линейных непрерывных САР	10	6	2	2	2	4
5	Коррекция линейных непрерывных САР	8	6	2	2	2	2
6	Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	10	6	2	2	2	4
7	Импульсные, цифровые и дискретные САР	8	6	2	2	2	2
8	Оптимальные САР	8	6	2	2	2	2
		70	48	16	16	16	22

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обуча-

ющихся 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.ahp.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:

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 САР. 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.

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. РТС

(Гришаев Ю.Н.)

Программа рассмотрена и
одобрена на заседании
кафедры РТС

«__» _____ 2020 г

(протокол № __)

Зав. кафедрой РТС, проф

(Кошелев В.И.)