


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиотехнические системы»


СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ


Холопов И.С.
« 25 » 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД


Корячко А.В.
« 25 » 06 2020 г.



Руководитель ОПОП


Кириллов С.Н.
« 25 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.01.03 «Радиоавтоматика»

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радиосистемы и комплексы управления»

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры РТС


Гришаев Ю.Н.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 2 » 09 20 20г., протокол № 1

Заведующий кафедрой РТС


Кошелев В.И., д.т.н., проф.

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

Рабочая программа по дисциплине «Радиоавтоматика» является составной частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки специалистов 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (уровень специалитета), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. №1031.

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.

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать построение систем радиоавтоматики (амплитудных, частотных, фазовых): непрерывных, импульсных и цифровых, методов их исследования. Уметь определить устойчивость систем радиоавтоматики и качество регулирования (ошибки).
ПК-8	Способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Знать математические модели систем радиоавтоматики Уметь составить математическую модель конкретной системы радиоавтоматики Владеть моделированием систем радиоавтоматики в среде VisSim.

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-5);
- уметь пользоваться аппаратом логарифмических частотных характеристик для анализа устойчивости и оценки качества регулирования линейных непрерывных систем (ОПК-5);
- владеть методами моделирования систем радиоавтоматики в среде VisSim (ПК-8).

2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Радиоавтоматика» входит в базовую часть профессионального цикла подготовки специалиста. Дисциплина изучается на третьем курсе в пятом семестре.

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», «Телевизионные системы и устройства», «Основы теории радиолокационных систем и комплексов», «Основы теории радио- систем и комплексов управления» и для курсового проектирования.

3. 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).
Дисциплина изучается в пятом семестре.

Семестр	5		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Консультирование перед экзаменом	-	-	-	-
Лабораторные работы	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Итого ауд.	48,35	48,35	48,35	48,35
Контактная работа	-	-	-	-
Сам. Работа	22,3	22,3	22,3	22,3
Часы на контроль	35,35	35,35	35,35	35,35
Итого	108	108	108	108

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

4.1 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

	<p>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 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</p>

	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 частоты 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.</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>

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

5. 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)

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Радиоавтоматика»

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

7. 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.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины

1. 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/>.

9. 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.

Примерно половина материала изучается самостоятельно во время практических занятий. При самостоятельном изучении необходимо составить конспект на основании презентации. Добивайтесь полного понимания изложенного в презентации, обязательно пользуйтесь комментарием к презентации. Если не удастся достигнуть понимания самостоятельно, обращайтесь за помощью к преподавателю.

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]).

10. 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.

11. 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 практических занятий и 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 11.05.01 “Радиоэлектронные системы и комплексы” (квалификация «специалист»).

Программу составил:

к.т.н., доцент каф РТС _____ Ю.Н.Гришаев