МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоавтоматика

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
5	Самостоятельная работа	76	76	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 25283

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	В. Ю. Куприц
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Ст. преподававтель кафедры РТС	_____	Д. О. Ноздреватых
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 25283

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение основных качественных показателей устройств РА: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах радиоавтоматики, оценивать реальные и предельные возможности систем радиоавтоматики, например, устойчивости и других.

– В курсе «Радиоавтоматики» принят единый методологический подход к анализу и синтезу современных систем радиоавтоматики с использованием математического аппарата. Предусмотренные программой курса РА знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для формирования специалистов по по направлению подготовки «Радиоэлектронные системы и комплексы»,

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиоавтоматика» (Б1.Б.28) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Основы теории цепей, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей;

– ПК-8 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • структуру, состав и назначение основных систем радиоавтоматики; • принципы построения и классификации систем радиоавтоматики; • методы создания математических моделей систем радиоавтоматики. • методы определения качественных показателей систем радиоавтоматики: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость; • методы проектирования оптимальных систем радиоавтоматики.

– **уметь** • проводить анализ линейных, нелинейных и дискретных систем радиоавтоматики при детерминированных и случайных воздействиях; • исследовать системы радиоавтоматики на устойчивость.

– **владеть** • методами использования способов практической оценки и обеспечения необходимых качественных показателей устройств РА: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68
Лекции	36	36

Согласована на портале № 25283

Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	76	76
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	33	33
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	31	31
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Основные понятия и определения	2	0	0	3	5	ОПК-7, ПК-8
2 Конкретные системы радиоавтоматики	2	0	0	3	5	ОПК-7, ПК-8
3 Математические методы описания линейных непрерывных систем радиоавтоматики	2	2	0	6	10	ОПК-7, ПК-8
4 Основные элементы систем радиоавтоматики	2	0	0	4	6	ОПК-7, ПК-8
5 Анализ устойчивости систем радиоавтоматики	4	2	0	8	14	ОПК-7, ПК-8
6 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	4	2	5	10	21	ОПК-7, ПК-8
7 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях	4	2	5	9	20	ОПК-7, ПК-8
8 Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	2	2	6	11	21	ОПК-7, ПК-8
9 Синтез оптимальных систем радиоавтоматики методом пространства состояний	4	2	0	5	11	ОПК-7, ПК-8
10 Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	2	1	0	5	8	ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 25283

11 Дискретные системы радиоавтоматики	4	1	0	7	12	ОПК-7, ПК-8
12 Цифровые системы радиоавтоматики	4	2	0	5	11	ОПК-7, ПК-8
Итого за семестр	36	16	16	76	144	
Итого	36	16	16	76	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основные понятия и определения	Понятие системы радиоавтоматики и принципы ее построения. Определение объекта управления, устройства управления, системы управления. Замкнутые и разомкнутые системы радиоавтоматики. Основные элементы структурной схемы радиоавтоматики. Возможные принципы классификации систем радиоавтоматики.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
2 Конкретные системы радиоавтоматики	Системы автоматической подстройки частоты. Системы фазовой автоподстройки частоты. Системы автоматического сопровождения по дальности движущихся объектов. Системы автоматического сопровождения по направлению движущихся объектов. Системы автоматической регулировки усиления. Обобщенные функциональная и структурная схемы радиотехнической следящей системы.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
3 Математические методы описания линейных непрерывных систем радиоавтоматики	Описание системы радиоавтоматики с помощью дифференциального уравнения. Передаточная функция. Импульсная характеристика. Определение отклика системы как интеграла свёртки входного воздействия и импульсной характеристики системы. Комплексный коэффициент передачи и логарифмические характеристики системы.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Основные элементы систем радиоавтоматики	Частотные дискриминаторы. Фазовые дискриминаторы. Угловые дискриминаторы. Временные дискриминаторы. Типовые звенья. Логарифмические частотные характеристики типовых звеньев.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
5 Анализ устойчивости	Постановка задачи устойчивости. Анализ устой-	4	ОПК-7,

Согласована на портале № 25283

систем радиоавтоматики	чиво-сти с помощью алгебраических критериев. Критерий Гурвица. Анализ устойчивости с помощью частотных критериев. Оценка устойчивости по логарифмической частотной характеристике. Абсолютно устойчивые и условно устойчивые системы.		ПК-8
	Итого	4	
6 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	Методы анализа детерминированных процессов в линейных стационарных системах радиоавтоматики. Исследование переходного и установившегося режимов в системах радиоавтоматики. Показатели качества переходного процесса. Анализ точности работы систем. Ошибки типовых систем радиоавтоматики.	4	ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
7 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях	Определение характеристик случайных процессов в установившемся режиме. Определение характеристик случайных процессов в переходном режиме. Память следящих систем. Примеры расчета дисперсии ошибки в радиотехнических следящих системах. Анализ линейных нестационарных систем радиоавтоматики.	4	ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
8 Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	Постановка задачи оптимального синтеза. Оптимизация параметров радиотехнической следящей системы. Интегральные уравнения оптимальных фильтров. Решение интегрального уравнения без учета физической реализуемости. Синтез оптимальной физически реализуемой системы	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
9 Синтез оптимальных систем радиоавтоматики методом пространства состояний	Особенности фильтров Калмана. Векторное описание случайного процесса.	4	ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
10 Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	Нелинейные режимы радиотехнических следящих систем и методы их анализа. Анализ нелинейных систем на основе теории марковских случайных процессов. Анализ нелинейных следящих систем методом статистической линеаризации.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
11 Дискретные системы радиоавтоматики	Математическое описание дискретных импульсных систем. Устойчивость дискретных следящих систем. Анализ детерминированных процессов в дискретных системах. Анализ случайных процессов в дискретных системах.	4	ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
12 Цифровые системы радиоавтоматики	Общая характеристика систем. Цифровые дискриминаторы. Цифровые фильтры. Цифровые генераторы опорного сигнала. Примеры построения	4	ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 25283

	цифровых следящих систем. Анализ цифровых следящих систем.		
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												
1 Математика			+			+	+					
2 Основы теории цепей		+		+								
3 Физика		+		+								
Последующие дисциплины												
1 Основы теории радиолокационных систем и комплексов		+		+								+
2 Основы теории радионавигационных систем и комплексов		+		+								+
3 Основы теории радиосистем и комплексов управления		+		+								+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-7	+	+	+	+	Домашнее задание, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Домашнее задание, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

Согласована на портале № 25283

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
6 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	Исследование следящих систем при детерминированных воздействиях	5	ОПК-7, ПК-8
	Итого	5	
7 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях	Исследование следящих систем при случайных воздействиях	5	ОПК-7, ПК-8
	Итого	5	
8 Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	Оптимизация параметров следящей системы	6	ОПК-7, ПК-8
	Итого	6	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Математические методы описания линейных непрерывных систем радиоавтоматики	Изучение математических методов описания линейных непрерывных систем радиоавтоматики	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
5 Анализ устойчивости систем радиоавтоматики	Анализ устойчивости систем радиоавтоматики с помощью алгебраических и частотных критериев.	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
6 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
7 Анализ линейных	Анализ линейных стационарных систем радиоав-	2	ОПК-7,

Согласована на портале № 25283

стационарных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях	томатики при случайных воздействиях		ПК-8
	Итого	2	
8 Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
9 Синтез оптимальных систем радиоавтоматики методом пространства состояний	Синтез оптимальных систем радиоавтоматики методом пространства состояний	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
10 Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	1	ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
11 Дискретные системы радиоавтоматики	Дискретные системы радиоавтоматики	1	ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
12 Цифровые системы радиоавтоматики	Цифровые системы радиоавтоматики	2	ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основные понятия и определения	Проработка лекционного материала	3	ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
2 Конкретные системы радиоавтоматики	Проработка лекционного материала	3	ОПК-7, ПК-8	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
3 Математические методы описания линейных непрерывных систем радиоавтоматики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ОПК-7	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
4 Основные элементы систем радиоавтоматики	Проработка лекционного материала	4	ОПК-7, ПК-8	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	4		
5 Анализ устойчивости систем радиоавтоматики	Подготовка к практическим занятиям, семина-	5	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Собе-

Согласована на портале № 25283

	рам			седование, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
6 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
7 Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
8 Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
9 Синтез оптимальных систем радиоавтоматики методом пространства состояний	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
10 Анализ нелинейных систем радиоавтоматики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
11 Дискретные системы радиоавтоматики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		

Согласована на портале № 25283

	Итого	7		
12 Цифровые системы радиоавтоматики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		112		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Собеседование	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 25283

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиоавтоматика: Учебное пособие / Якушевич Г. Н. - 2012. 238 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2103, дата обращения: 11.05.2018.

2. Радиоавтоматика : Учебное пособие для вузов / А. С. Бернгардт, А. С. Чумаков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2006. - 185[3] с. : ил. - Библиогр.: с. 187. - ISBN 5-86889-287-9: Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Первачев, Сергей Владимирович. Радиоавтоматика : Учебник для вузов. - М. : Радио и связь , 1982. - 294[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 55 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник лабораторных работ по радиоавтоматике: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ / Куприц В. Ю. - 2018. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7204, дата обращения: 11.05.2018.

2. Радиоавтоматика: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Чумаков А. С., Бернгардт А. С. - 2012. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1745, дата обращения: 11.05.2018.

3. Радиоавтоматика: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ / Чумаков А. С. - 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1741, дата обращения: 11.05.2018.

4. Радиоавтоматика: Учебное методическое пособие / Пушкарёв В. П., Пелявин Д. Ю. - 2012. 85 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1510, дата обращения: 11.05.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 25283

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- LibreOffice
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Visual Studio
- Microsoft Windows 7 Pro
- Opera
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 25283

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- LibreOffice
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Visual Studio
- Microsoft Windows 7 Pro
- Opera
- Scilab

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 25283

лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1 Типовым линейным звеном называют:

1) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами

2) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше второго порядка

3) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с переменными коэффициентами

4) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше третьего порядка

2 Безынерционным усилительным звеном системы называют звено

1) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна входной величине

2) У которого выходная величина в любой момент времени равна входной величине

3) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна интегралу от входной величины

4) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна производной от входной величины

3 Интегрирующим называется звено

1) В котором в котором выходная величина пропорциональна интегралу во времени от входной величины

2) В котором скорость изменения выходной величины пропорциональна входной

3) В котором выходная величина при подаче на вход единичного скачка линейно зависит от времени

4) В котором при подаче на вход гармонического сигнала фаза выходного сигнала сдвигается на 90 градусов

4 Дифференцирующим называется звено

1) В котором в котором выходная величина пропорциональна производной во времени от входной величины

2) В котором скорость изменения выходной величины пропорциональна входной величине

3) В котором выходная величина при подаче на вход единичного скачка линейно зависит от времени

4) В котором при подаче на вход гармонического сигнала фаза выходного сигнала сдвигается на 90 градусов

5 Выберите верный ответ

1) Передаточная функция представляет собой дифференциальный оператор, выражающий

Согласована на портале № 25283

связь между входом и выходом линейной стационарной системы

2) Передаточная функция представляет собой систему уравнений линейной стационарной системы.

3) Передаточная функция представляет собой алгебраическое уравнение

4) Передаточная функция представляет собой интегральное уравнение

6 Выберите верный ответ

1) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью алгебраических и частотных критериев

2) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью интегральных критериев

3) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью дифференциальных критериев

4) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью линейных критериев

7 Алгебраический критерий устойчивости системы радиоавтоматики

1) Гурвица
2) Найквиста
3) Котельникова
4) Чебышева

8 Частотный критерий устойчивости системы радиоавтоматики

1) Гурвица
2) Найквиста
3) Котельникова
4) Чебышева

9 Система ФАПЧ отличается от системы АПЧ наличием

1) интегратора
2) ФНЧ
3) ФВЧ
4) усилителя

10 Степень астатизма системы радиоавтоматики можно определить по числу

1) усилителей
2) интеграторов
3) ФНЧ
4) ФВЧ

11 Передаточную функцию системы радиоавтоматики можно получить из

1) Дифференциального уравнения, связывающего входные и выходные параметры
2) Интегрального уравнения, связывающего входные и выходные параметры
3) Алгебраического уравнения, связывающего входные и выходные параметры
4) Тригонометрического уравнения, связывающего входные и выходные параметры

12 ФНЧ в системе радиоавтоматики необходим для

1) Выделения быстрых изменений входного параметра
2) Выделения медленных изменений входного параметра
3) Выделения быстрых изменений выходного параметра
4) Выделения медленных изменений выходного параметра

13 Варикап в системе АПЧ используется для

1) Изменения частоты сигнала гетеродина
2) Изменения фазы сигнала гетеродина

Согласована на портале № 25283

3) Изменения амплитуды сигнала гетеродина
4) Изменения задержки сигнала гетеродина

14 Система АРУ необходима для поддержания
1) Постоянного уровня выходного сигнала
2) Постоянной фазы выходного сигнала
3) Постоянной задержки выходного сигнала
4) Постоянной частоты выходного сигнала

15 Импульсную характеристику системы радиоавтоматики можно получить из передаточной функции путем
1) Замены входного воздействия на дельта функцию
2) Замены дифференциального уравнения на интегральное
3) Замены интегрального уравнения на дифференциальное уравнение
4) Замены выходного отклика системы на дельта функцию

16 Система АПЧ предназначена для
1) Стабилизации фазы выходного сигнала приемника
2) Стабилизации амплитуды выходного сигнала приемника
3) Стабилизации задержки выходного сигнала приемника
4) Стабилизации промежуточной частоты приемника

17 Ошибки статической системы радиоавтоматики состоят из
1) Ошибок связанных с начальными условиями, ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
2) Ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
3) Ошибок связанных с изменением ускорения
4) Ошибок связанных с уровнем задающего воздействия

18 Ошибки системы радиоавтоматики с астатизмом первого порядка состоят из
1) Ошибок связанных с начальными условиями, ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
2) Ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
3) Ошибок связанных с изменением ускорения
4) Ошибок связанных с уровнем задающего воздействия

19 Ошибки системы радиоавтоматики с астатизмом второго порядка состоят из
1) Ошибок связанных с начальными условиями, ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
2) Ошибок связанных с изменением скорости и ошибок связанных с изменением ускорения
3) Ошибок связанных с изменением ускорения
4) Ошибок связанных с уровнем задающего воздействия

20 Математической моделью системы называется совокупность элементов
1) пространство состояний, пространство входных сигналов , пространство выходных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния
2) пространство выходных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния
3) пространство состояний и пространство входных сигналов
4) пространство входных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Первые вопросы
1. Классификация систем радиоавтоматики (РА).

Согласована на портале № 25283

2. Системы автоматической подстройки частоты. Структурная схема, принцип работы.

3. Системы фазовой автоподстройки частоты. Структурная схема, принцип работы.

4. Система автоматического сопровождения по направлению. Структурная схема, принцип работы.

5. Система автоматической регулировки усиления. Структурная схема, принцип работы.

6. Обобщенная структурная схема системы радиоавтоматики. Дискриминационная характеристика.

8. Импульсная переходная характеристика системы.

9. Условия устойчивости систем радиоавтоматики. Анализ устойчивости систем РА.

10. Анализ устойчивости с помощью алгебраического критерия. Критерий устойчивости Гурвица.

11. Анализ устойчивости с помощью частотных критериев. Запас устойчивости по фазе и усилению.

12. Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить устойчива система или неустойчива.

13. Что такое частота среза и критическая частота? Как они определяются по амплитудно-фазовой характеристике. разомкнутой системы.

14. Что такое запасы устойчивости по фазе и усилению? Каким образом они определяются по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы.

15. Основные показатели качества переходного процесса в системе радиоавтоматики.

16. Статические и астатические системы управления. Понятие астатизма системы, порядка астатизма.

17. Ошибки систем с астатизмом нулевого, первого и второго порядков в установившемся режиме.

18. Принципы построения систем радиоавтоматики.

Вторые вопросы:

1. Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей задающее воздействие и управляемую величину.

2. Что является объектом управления в системе АПЧ?

3.Составьте нелинейное дифференциальное уравнение для ошибки слежения системы радиоавтоматики.

4. Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить устойчива система или неустойчива.

5. Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей задающее воздействие и ошибку слежения.

6. Что является управляемой величиной в системе ФАПЧ?

7. Как по комплексному коэффициенту передачи определить АЧХ и ФЧХ системы радиоавтоматики.

8. Что такое частота среза и критическая частота? Как они определяются по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы.

9. Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей шум на выходе дискриминатора и ошибку слежения.

10. Что является задающим воздействием в системе автоматического сопровождения по направлению.

11. Какие звенья систем радиоавтоматики называются типовыми?

12. Охарактеризуйте основные показатели качества переходного процесса в системе радиоавтоматики.

13. Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей шум на выходе дискриминатора и управляемую величину y(t).

14. Что является управляемой величиной в радиолокационном импульсном дальномере сле-

Согласована на портале № 25283

дящего типа.

15. Если известно, что ошибка слежения в установившемся режиме является постоянной величиной, то, как найти ее численное значение.

16. Запишите передаточную функцию звена запаздывания и изобразите его амплитудно-фазовую характеристику.

17. Как классифицируются системы радиоавтоматики по характеру задающего воздействия?

18. С какой целью в систему АРУ подают напряжение задержки.

19. Как определить передаточную функцию, связывающую процессы в двух произвольных точках системы радиоавтоматики?

20. Что такое запасы устойчивости по фазе и усилению? Каким образом они определяются по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы.

21 . Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей задающее воздействие и управляемую величину.

22. Что является объектом управления в системе АПЧ?

23. Составьте нелинейное дифференциальное уравнение для ошибки слежения системы радиоавтоматики.

24. Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить, устойчива система или неустойчива.

25. Рассматривается структурная схема типовой системы радиоавтоматики. Напишите выражение для передаточной функции, связывающей шум на выходе дискриминатора и ошибку слежения.

26. Что является задающим воздействием в системе автоматического сопровождения по направлению.

27. Какие звенья систем радиоавтоматики называются типовыми?

28. Охарактеризуйте основные показатели качества переходного процесса в системе радиоавтоматики.

14.1.3. Вопросы на собеседование

1. Основные понятия и определения

1.1. В чем заключается задача управления в системах радиоавтоматики ?
1.2. В каком соотношении должны находиться задающее воздействие и управляемая величина в процессе управления?
1.3. Что называется ошибкой системы управления?
1.4. Какую задачу решает дискриминатор автоматической системы?
1.5. Какие преимущества имеют замкнутые автоматические системы по сравнению с разомкнутыми?
1.6. Как классифицируются системы радиоавтоматики по виду задающего воздействия?
1.7. Как классифицируются системы радиоавтоматики по виду параметра, выступающего в качестве задающего воздействия?
1.8. Как классифицируются системы РА по характеру уравнений, описывающих процессы в системе?

2. Конкретные системы радиоавтоматики

2.1. Какую задачу решает частотная автоподстройка в супергетеродинном приемнике?
2.2. Что является задающим воздействием, управляемой величиной и объектом управления в системах АПЧ?
2.3. Зависимость между какими величинами характеризует дискриминационная характеристика частотного дискриминатора?
2.4. Что является исполнительным устройством в системах АПЧ?
2.5. В чем отличие функциональной и структурной схем системы автоматического управления?

Согласована на портале № 25283

2.6. Зависимость между какими величинами устанавливает характеристика фазового дискриминатора?
2.7. Укажите отличительные особенности системы фазовой автоподстройки от системы АПЧ.
2.8. Перечислите устройства, входящие в состав системы автоматического сопровождения по направлению (АСН).
2.9. Какую роль играет пеленгационное устройство в системе АСН?
2.10. Какое направление внутри диаграммы направленности антенны называется равносигнальным?
2.11. Охарактеризуйте амплитудный и фазовый способы пеленгации.
2.12. Опишите функциональную схему суммарно-разностного метода моноимпульсной пеленгации.
2.13. Как формируется суммарная и разностная диаграммы направленности антенны?
2.14. Что является задающим воздействием, управляемой величиной и объектом управления в системе сопровождения по направлению?
2.15. Опишите функциональную схему системы слежения за временным положением импульсного сигнала.
2.16. Что является задающим воздействием, управляемой величиной и объектом управления в системе слежения за временным положением импульсного сигнала?
2.17. Опишите работу временного дискриминатора.
2.18. Приведите функциональную схему системы автоматической регулировки усиления и поясните принцип ее работы.
2.19. Опишите функциональную схему обобщенной радиотехнической следящей системы и принцип ее функционирования.
2.20. Опишите обобщенную структурную схему системы радиоавтоматики.
4
2.21. Из каких устройств состоит эквивалент дискриминатора?
2.22. Запишите стохастическое дифференциальное уравнение, связывающее задающее воздействие, управляемую величину и флуктационное напряжение на выходе дискриминатора.

3. Математические методы описания линейных непрерывных систем Радиоавтоматики

3.1. Укажите условия, которым должна удовлетворять линейная система.
3.2. Запишите в краткой форме дифференциальное уравнение, связывающее задающее воздействие и управляемую величину.
3.3. Как по заданному дифференциальному уравнению найти передаточную функцию системы?
3.4. Как по заданной передаточной функции восстановить дифференциальное уравнение системы?
3.5. Запишите выражение передаточной функции замкнутой системы.
3.6. Как записать передаточную функцию, связывающую процессы в замкнутой системе, минуя промежуточные преобразования.
3.6. Как найти импульсную характеристику системы по заданным дифференциальному уравнению и передаточной функции?
3.7. Найдите комплексный коэффициент передачи по заданному дифференциальному уравнению.
3.8. Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики по заданному комплексному коэффициенту передачи.
3.9 Как изображается комплексный коэффициент передачи на комплексной плоскости?
3.10 Что называется амплитудно-фазовой характеристикой системы?
3.11. Как определяются логарифмические амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.

Согласована на портале № 25283

4. Основные элементы систем радиоавтоматики

4.1. Какие звенья систем радиоавтоматики называются типовыми?
4.2. Запишите дифференциальное уравнение, передаточную функцию, комплексный коэффициент передачи и частотные характеристики апериодического звена первого порядка.
4.2 Какое звено называется безынерционным и запишите его характеристики.
4.3.Запишите дифференциальное уравнение, передаточную функцию, комплексный коэффициент передачи и частотные характеристики идеального интегрирующего звена.
4.4. Запишите передаточную функцию, АЧХ и ФЧХ форсирующего звена Приведите возможный вариант реализации форсирующего звена.
4.5. Запишите передаточную функцию и частотные характеристики звена временного запаздывания.
4.6. Опишите построение асимптотических логарифмических характеристик на примере апериодического звена первого порядка.

5. Анализ устойчивости систем радиоавтоматики

5.1. Сформулируйте условие устойчивости системы.
5.2 Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить устойчива система или неустойчива?
5.2. Сформулируйте необходимое и достаточное условия устойчивости системы по алгебраическому критерию. Критерий устойчивости Гурвица.
5.3. Каким образом по критерию Гурвица вычисляется критический коэффициент усиления.
5.4. Сформулируйте частотный критерий устойчивости (критерий Найквиста).
5
5.5. Что такое частота среза и критическая частота? Каким образом определяются эти частоты по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы?
5.6. Что такое запасы устойчивости? Каким образом они определяются по графику комплексного коэффициента разомкнутой системы?

6. Анализ линейных стационарных систем радиоавтоматики при детерминированных воздействиях

6.1. Опишите порядок решения задачи анализа, если задано дифференциальное уравнение, связывающее интересующие нас процессы. Рассмотрите случаи нулевых и ненулевых начальных условий.
6.2. Решите задачу из предыдущего пункта, если известна структурная схема системы.
6.3.Чем определяется характер переходного процесса? При каких условиях переходной процесс будет апериодическим, а при каких - колебательным?
6.4. Перечислите показатели качества переходного процесса в системе.
6.5. Как связаны, запас устойчивости и величина перерегулирования?
6.6. Как найти значение ошибки системы в установившемся режиме, если известно, что она постоянна во времени?
6.7. Как найти значение ошибки системы в установившемся режиме, если известно, что она изменяется во времени?
6.8. Как определить коэффициенты ошибок по заданной передаточной функции?
6.9 Пусть воздействие на систему описывается полиномом степени относительно времени. При каком порядке астатизма системы ошибка слежения в установившемся режиме будет постоянной и при каком равна нулю.
6.10. Как определить порядок астатизма системы по коэффициентам ошибок и по количеству интеграторов в контуре управления?

Согласована на портале № 25283

6.11. Чему равно установившееся значение ошибки слежения для статической системы, систем с астатизмом первого и второго порядка при задающем воздействии, описанном полиномом второй степени относительно времени?

7. Анализ линейных систем радиоавтоматики при случайных воздействиях

7.1. Как определить ковариационную функцию отклика линейной системы в установившемся режиме на воздействие с известной ковариационной функцией?
7.2. Как связаны спектры мощности процессов на входе и выходе линейной системы?
7.3. Как определить ковариационную функцию отклика линейной системы в переходном режиме на воздействие с известной ковариационной функцией?
7.4. Как определить дисперсию отклика системы в переходном режиме, если на входе действует белый шум?
7.5. Как определить ковариационную функцию составляющей отклика системы, обусловленной случайными ненулевыми начальными условиями?
7.6. Охарактеризуйте метод замороженных коэффициентов при анализе линейных нестационарных систем.
7.7. Укажите, чем отличаются импульсная характеристика и передаточная функция нестационарной системы по сравнению со стационарной.

8. Синтез фильтров следящих систем методами оптимальной линейной фильтрации и методом пространства состояний.

8.1. Как оптимизировать параметры следящей системы по критерию минимума среднего квадрата ошибки, если задающее воздействие описывается детерминированной функцией, а возмущение случайной функцией?
8.2. Как оптимизировать параметры следящей системы, если задающее воздействие и возмущение представляют случайные процессы?
8.3. Сформулируйте постановку задачи синтеза оптимального фильтра следящей си с-темы. Какой исходной информацией надо располагать для решения этой задачи?
8.4. Опишите порядок решения задачи синтеза оптимального фильтра следящей сис-темы.
8.5. От каких характеристик задающего воздействия и действующей помехи зависит импульсная характеристика оптимального фильтра?
8.6. Перечислите характерные черты, которые отличают оптимальную фильтрацию по Калману от фильтрации по Винеру.
8.7. С какой целью вводится векторное описание случайного процесса?
8.8. Приведите функциональную схему моделирования случайного процесса в пр о-странстве состояний.
8.9. Запишите уравнение состояния и выходное уравнение в векторно – матричном обозначении и поясните смысл матриц, входящих в выражение.
8.10. Как определить переходную матрицу состояния процесса через матрицу уравнения состояния?
8.11. Опишите один цикл рекуррентной процедуры оценивания вектора состояния.

9. Анализ нелинейных систем радиоавтоматики.

9.1 Дайте общую характеристику метода статистической линеаризации.
9.2. Какие критерии статистической эквивалентности нелинейного элемента и лине й-ного эквивалента обычно применяются?
9.3 Как находятся коэффициенты статистической линеаризации по первому и второму критерию эквивалентности?
9.4. Как применяется метод статистической линеаризации для анализа нелинейной следящей системы?

Согласована на портале № 25283

10. Дискретные системы радиоавтоматики

10.1. Какие системы называются импульсными?
10.2. Какие системы называются цифровыми?
10.3. Изобразите структурную схему импульсной следящей системы и укажите какую функцию в ней выполняет импульсный элемент?
10.4 Какую функцию выполняют в импульсной следящей системе идеальный и м-пульсный элемент и формирующий элемент?
10.5 Что называется приведенной непрерывной частью импульсной системы?
10.6 Как определяется передаточная функция дискретной замкнутой следящей сист е-мы?
10.7 Как записать разностное уравнение, связывающее дискретные процессы на входе и выходе, по заданной передаточной функции системы?
10.8 Дайте определение комплексного коэффициента передачи дискретной системы?
10.9 Дайте определение условия устойчивости дискретной системы.
10.10 Как использовать критерий Гурвица для проверки устойчивости дискретной си с-темы?
10.11 Как оценить устойчивость дискретной системы по критерию Найквиста?
10.12 Опишите схему определения отклика дискретной системы на детерминирован-ное воздействие.

11. Цифровые системы радиоавтоматики

11.1 Перечислите достоинства цифровых систем радиоавтоматики по сравнению с аналоговыми.
11.2 Поясните работу аналого-цифрового преобразователя в цифровой системе.
11.3 Опишите функцию, выполняемую цифровым фильтром.
11.4 Поясните работу цифро-аналогового преобразователя.
11.5 Поясните принцип работы цифрового временного дискриминатора.
11.6 Изобразите схему цифрового дискриминатора в системе слежения по дальности. Поясните принцип работы.
11.7 Изобразите схему и поясните принцип работы цифрового фазового детектора.
11.8 Изобразите схему и поясните принцип работы цифрового частотного дискриминатора.
11.9 Как определить передаточную функцию цифрового фильтра по передаточной функции аналогового прототипа?
11.10 Изобразите каноническую схему построения цифрового фильтра.
11.11 Поясните принцип работы цифрового генератора опорного сигнала в системах частотной и фазовой автоподстройки.
11.12 Поясните принцип работы цифрового управляемого фазовращателя.
11.13 Поясните порядок анализа цифровых систем при детерминированных и случайных воздействиях.

14.1.4. Темы домашних заданий

1 Что является объектом управления в системе АПЧ?

2. Составьте нелинейное дифференциальное уравнение для ошибки слежения системы радиоавтоматики.
3. Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить устойчива система или неустойчива.

14.1.5. Темы опросов на занятиях

Понятие системы радиоавтоматики и принципы ее построения. Определение объекта управления, устройства управления, системы управления. Замкнутые и разомкнутые системы радиоавтоматики. Основные элементы структурной схемы радиоавтоматики. Возможные принципы классификации систем радиоавтоматики.

Системы автоматической подстройки частоты. Системы фазовой автоподстройки частоты. Системы автоматического сопровождения по дальности движущихся объектов. Системы автомати-

Согласована на портале № 25283

ческого сопровождения по направлению движущихся объектов. Системы автоматической регулировки усиления. Обобщенные функциональная и структурная схемы радиотехнической следящей системы.

Описание системы радиоавтоматики с помощью дифференциального уравнения. Передаточная функция. Импульсная характеристика. Определение отклика системы как интеграла свёртки входного воздействия и импульсной характеристики системы. Комплексный коэффициент передачи и логарифмические характеристики системы.

Частотные дискриминаторы. Фазовые дискриминаторы. Угловые дискриминаторы. Временные дискриминаторы. Типовые звенья. Логарифмические частотные характеристики типовых звеньев.

Постановка задачи устойчивости. Анализ устойчиво-сти с помощью алгебраических критериев. Критерий Гурвица. Анализ устойчивости с помощью частотных критериев. Оценка устойчивости по логарифмической частотной характеристике. Абсолютно устойчивые и условно устойчивые системы.

Методы анализа детерминированных процессов в линейных стационарных системах радиоавтоматики. Исследование переходного и установившегося режимов в системах радиоавтоматики. Показатели качества переходного процесса. Анализ точности работы систем. Ошибки типовых систем радиоавтоматики.

Определение характеристик случайных процессов в установившемся режиме. Определение характеристик случайных процессов в переходном режиме. Память следящих систем. Примеры расчета дисперсии ошибки в радиотехнических следящих системах. Анализ линейных нестационарных систем радиоавтоматики.

Постановка задачи оптимального синтеза. Оптимизация параметров радиотехнической следящей системы. Интегральные уравнения оптимальных фильтров. Решение интегрального уравнения без учета физической реализуемости. Синтез оптимальной физически реализуемой системы

Особенности фильтров Калмана. Векторное описание случайного процесса.

Нелинейные режимы радиотехнических следящих систем и методы их анализа. Анализ нелинейных систем на основе теории марковских случайных процессов. Анализ нелинейных следящих систем методом статистической линеаризации.

Математическое описание дискретных импульсных систем. Устойчивость дискретных следящих систем. Анализ детерминированных процессов в дискретных системах. Анализ случайных процессов в дискретных системах.

Общая характеристика систем. Цифровые дискриминаторы. Цифровые фильтры. Цифровые генераторы опорного сигнала. Примеры построения цифровых следящих систем. Анализ цифровых следящих систем.

14.1.6. Зачёт

1. Классификация систем радиоавтоматики (РА).
2. Системы автоматической подстройки частоты. Структурная схема, принцип работы
3. Системы фазовой автоподстройки частоты. Структурная схема, принцип работы
4. Система автоматического сопровождения по направлению. Структурная схема, принцип работы
5. Система автоматической регулировки усиления. Структурная схема, принцип работы
6. Обобщенная структурная схема системы радиоавтоматики. Дискриминационная характеристика
7. Передаточная функция системы РА. Комплексный коэффициент передачи
8. Импульсная переходная характеристика системы
9. Условия устойчивости систем радиоавтоматики. Анализ устойчивости систем РА
10. Анализ устойчивости с помощью алгебраического критерия. Критерий устойчивости Гурвица
11. Анализ устойчивости с помощью частотных критериев. Запас устойчивости по фазе и усилению
12. Как по заданной передаточной функции замкнутой системы определить устойчива система или неустойчива
13. Что такое частота среза и критическая частота? Как они определяются по амплитудно-

Согласована на портале № 25283

фазовой характеристике разомкнутой системы

14. Что такое запасы устойчивости по фазе и усилению? Каким образом они определяются по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы

15. Основные показатели качества переходного процесса в системе радиоавтоматики

16. Статические и астатические системы управления. Понятие астатизма системы, порядка астатизма

17. Ошибки систем с астатизмом нулевого, первого и второго порядков в установившемся режиме

18. Принципы построения систем радиоавтоматики

14.1.7. Темы лабораторных работ

Исследование следящих систем при детерминированных воздействиях

Исследование следящих систем при случайных воздействиях

Оптимизация параметров следящей системы

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоро-

Согласована на портале № 25283

вья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 25283