Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.10.2023 15:32:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1a8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоавтоматика

Специальность
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Профиль
Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Преподаватель  /А. Н. Ушков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 8
4.2 Основная литература ... 8
4.3 Дополнительная литература ... 8
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5 Материально-техническое обеспечение ... 9
6 Методические рекомендации ... 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7 Фонд оценочных средств ... 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 12
7.3 Оценочные средства ... 16

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Задачами дисциплины являются:

1. Формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах радиоавтоматики.

2. Оценивать реальные и предельные возможности систем радиоавтоматики, такие как устойчивость, точность и другие.

Обучение по дисциплине «Радиоавтоматика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ОПК-3. Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ИОПК-3.1 Понимает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования; ИОПК-3.2 Анализирует, моделирует и прогнозирует поведение радиоэлектронных систем и комплексов; ИОПК-3.3 Работает на современном измерительном и диагностическом оборудовании.	**Знать:** - модели взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; - способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов. **Уметь:** -разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики; - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики. **Владеть:** - навыками моделирования систем радиоавтоматики - навыками анализа систем радиоавтоматики.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Автоматизированные системы контроля и управления радиоэлектронными средствами;
Высшая математика;
Кодирование и шифрование информации в радиоэлектронных системах;
Основы теории радиосистем передачи информации;
Прикладная радиофизика;
Программируемые микроконтроллеры;
Радиоматериалы и радиокомпоненты;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Физика;
Физические основы микроэлектроники;
Цифровая обработка сигналов;
Цифровые устройства и микропроцессоры;
Численные методы в электронной технике;
Электроника;
Электропреобразовательные устройства РЭС.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 8
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Работа с конспектом лекций	18	18
2.2	Подготовка к контрольным работам	18	18
2.3	Выполнение расчетно-графических работ	18	18
2.4	Подготовка к зачету	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		диф.зачет
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Принципы построения систем радиоавтоматики.**	**35**	**9**	**4**	**4**	**0**	**18**
1.1	Тема 1. Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем		9	4	4	0	18
2	**Раздел 2. Анализ линейных систем радиоавтоматики.**	**35**	**9**	**4**	**4**	**0**	**18**
2.1	Тема 1. Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация		9	4	4	0	18
3	**Раздел 3. Цифровые системы радиоавтоматики**	**37**	**9**	**5**	**5**	**0**	**18**
3.1	Тема 1. Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ		9	5	5	0	18
4	**Раздел 4. Оптимальная фильтрация**	**37**	**9**	**5**	**5**	**0**	**18**
4.1	Тема 1. Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана		9	5	5	0	18
	Итого	**144**	**36**	**18**	**18**	**0**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Принципы построения систем радиоавтоматики.

Тема 1. Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем

Принципы построения и классификация систем радиоавтоматики. Системы радиоавтоматики как важный вид систем автоматического управления. Роль систем радиоавтоматики в радиотехнических устройствах и системах. Радиотехнические следящие системы. Обобщенная радиотехническая следящая система. Функциональная и структурная схемы. Дискриминаторы радиотехнических следящих систем и их статистические эквиваленты. Дифференциальные уравнения, описывающие поведение непрерывных нелинейных и линейных систем радиоавтоматики (РА). Определение операторных коэффициентов передачи. Правила структурных преобразований.

Раздел 2. Анализ линейных систем радиоавтоматики.

Тема 1. Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация

Анализ устойчивости линейных систем РА (СРА). Понятие устойчивости. Анализ устойчивости алгебраическим и частотным методами. Сравнение методов. Оценка запаса устойчивости. Анализ детерминированных процессов в линейных системах РА в переходном и установившемся режимах при нулевых и ненулевых начальных условиях. Методы анализа. Показатели качества переходного процесс. Понятие астатизма следящей системы. Анализ случайных процессов в линейных стационарных системах РА. Определение характеристик случайных процессов в установившемся режиме. Определение дисперсии процессов в установившемся и переходном режимах. Определение эквивалентной шумовой полосы пропускания системы. Анализ точности работы линейной системы РА с учетом динамических и флуктуационных ошибок. Оптимизация параметров системы. Анализ нелинейных систем РА. Нелинейные режимы работы следящей системы. Режимы захвата и срыва сопровождения. Методы анализа. Метод статистической линеаризации.

Раздел 3. Цифровые системы радиоавтоматики

Тема 1. Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ

Аналого-цифровые системы РА. Функциональная схема. Математическое описание АЦП и ЦАП. Цифровые фильтры. Дискретные фильтры и их математическое описание. Структурная схема аналого-цифровой следящей системы. Полностью цифровая система ФАП. Цифровые дискриминаторы, цифровые генераторы опорного сигнала. Дискретные системы РА. Сведение аналого-цифровой и полностью цифровой системы к линейной дискретной системе РА. Математическое описание дискретных систем РА. Определение передаточных функций, комплексных коэффициентов передачи, разностных уравнений. Анализ дискретных систем РА. Методы анализа. Анализ устойчивости. Анализ детерминированных процессов. Анализ случайных процессов.

Раздел 4. Оптимальная фильтрация

Тема 1. Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана

Синтез оптимальных фильтров систем РА - постановка задачи. Методы синтеза. Синтез фильтров методом пространства состояний. Уравнения оптимальных линейных фильтров Калмана и Калмана-Бьюси. Уравнения оптимального нелинейного фильтра – «расширенного» фильтра Калмана.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Семинар 1. Анализ воздействия дискретного белого гауссовского шума на дискретную линейную следящую систему;

Семинар 2. Определение операторного коэффициента передачи СРА. Правила структурных преобразований;

Семинар 3. Устойчивость линейных следящих систем: алгебраический и частотный критерий устойчивости;

Семинар 4. Анализ переходных процессов. Анализ характеристик линейной следящей системы в установившемся режиме при детерминированных воздействиях. Понятие астатизма линейной следящей системы;

Семинар 5. Анализ воздействия белого гауссовского шума на линейную следящую систему. Анализ воздействия случайного воздействия с дробно рациональным спектром на линейную следящую систему;

Семинар 6. Оптимизация параметров следящей системы;

Семинар 7. Анализ переходных процессов. Анализ характеристик дискретных линейной следящей системы в установившемся режиме при детерминированных воздействиях;

Семинар 8-9. Оптимальная линейная фильтрация (синтез фильтра Калмана и Калмана-Бьюси).

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Нелинейная дискретная система слежения за фазой;
Лабораторная работа 2. Нелинейные режимы работы системы слежения за частотой;
Лабораторная работа 3. Угловой дискриминатор;
Лабораторная работа 4. Система слежения за задержкой сигнала.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены УП.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 01.05.2019 г. № 90-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О связи" и Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации»
2. Федеральный закон от 07.07.2003 г. № 126-ФЗ "О связи"
3. Постановление Правительства РФ от 31.12.2021г. № 2606 "Об утверждении Правил оказания услуг связи по передаче данных"
4. Постановление Правительства РФ от 29.06.2021г. № 1045 "Положение о федеральном государственном контроле (надзоре) в области связи".
5. Постановление Правительства РФ от 12.10.2004 г. № 539 "О порядке регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств

4.2 Основная литература

1. Коновалов, Г. Ф. Радиоавтоматика : учебное пособие / Г. Ф. Коновалов. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-2549-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209945;
2. Якушевич, Г. Н. Радиоавтоматика : учебное пособие / Г. Н. Якушевич. — Москва : ТУСУР, 2019. — 237 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/313652.
3. Малышев, И. В. Прикладные системы радиоавтоматики : учебное пособие / И. В. Малышев, Н. В. Паршина. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-9275-3586-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170317.

4.3 Дополнительная литература

1. Пушкарёв, В. П. Радиоавтоматика : учебное пособие / В. П. Пушкарёв, Д. Ю. Пелявин. — Москва : ТУСУР, 2018. — 182 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/313655.
2. Крутских, В. В. Моделирование в LabVIEW : учебное пособие для вузов / В. В. Крутских. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 171 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13681-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/519681.
3. Костромицкий, С. М. Вопросы радиоавтоматики адаптивных антенных решеток : монография / С. М. Костромицкий, И. Н. Давыденко. — Минск : Белорусская наука, 2021. —

174 с. — ISBN 978-985-08-2744-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/215483.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. PTC-MathCAD
3. Microsoft-Windows
4. Arduino IDE
5. Python

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru
2. Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru
3. Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
5. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/
6. База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata
7. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф
8. Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: осциллографы, комплект типового лабораторного оборудования "Основы электроники"; ОЭ1-С-Р (стендовое исполнение, ручная версия).

3. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов

требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Радиоавтоматика» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических и лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение расчетно-графических работ;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- дифференцированный зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции выпускника
ОПК-3.	Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Радиоавтоматика»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Контрольная работа состоит из трёх заданий по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов.
2	Текущий	Расчетно-графическая работа	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд расчетно-графических работ по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов.

			Далее проводится защита расчетно-графической работы каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Промежуточный	Дифференцированный зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме "Дифференцированный зачет" проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Дифференцированный зачет проводится в письменной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения Дифференцированного зачета его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Длительность Дифференцированного зачета 1 час (60 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Радиоавтоматика» (выполнили и успешно защитили лабораторные, контрольные работы и расчетно-графические работы)

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: модели взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие модели взаимодействия открытых систем, современные решения построения модели	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: модели взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: модели взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: модели взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные

практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов;	взаимодействия в системах радиоавтоматики, современные решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов;	решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов; Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	решения построения систем радиоавтоматики, применяемые при практической реализации сетевых устройств, и тенденции их развития; способы передачи информации в радиотехнических системах и комплексах с помощью различных интерфейсов; Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики. применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики .	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики. применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики .	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики. применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики. применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики . Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать и анализировать процессы в системах радиоавтоматики. применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств радиоавтоматики . Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

		ситуации.		
владеть: - навыками моделирования систем радиоавтоматики - навыками анализа систем радиоавтоматики	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками моделирования систем радиоавтоматики - навыками анализа систем радиоавтоматики	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - навыками моделирования систем радиоавтоматики - навыками анализа систем радиоавтоматики Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: - навыками моделирования систем радиоавтоматики - навыками анализа систем радиоавтоматики Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: - навыками моделирования систем радиоавтоматики - владеть навыками анализа систем радиоавтоматики Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: Дифференцированный зачет

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Расчетно-графическая работа по теме раздела	Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат. Хорошо - -расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания.	Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа

	выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Расчетно-графическая работа №1 по теме "

Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем *"*

1. Постройте обобщённую структурную схему следящей системы радиоавтоматики. Укажите допущения, при которых обобщённая структурная схема описывает работу системы, тип которой указан в графе 1 приведённой ниже таблицы.
2. Убедитесь в том, что рассматриваемая система при использовании фильтра, операторный коэффициент передачи которого приведён в графе 2, устойчива.
3. Полагая, что параметры системы удовлетворяют соотношению, приведённому в графе 3, получите выражение для изменения ошибки слежения $x(t)$ при воздействии $\lambda(t) = 1(t)$ и нулевых начальных условиях.
4. Постройте график полученной зависимости $x(t)$. Для заданий 2, 5, 10, 13 и 19 найти не процесс $x(t)$, а процесс $y(t)$.
5. Укажите, как меняется характер переходного процесса, если соотношение, указанное в графе 3, не выполняется.
6. При выполнении этого соотношения выясните, как влияет на длительность переходного процесса в системе значение параметра фильтра, приведённого в графе 4.
7. Определите, пользуясь графой 5 таблицы, является ли воздействие $\lambda(t)$ в вашем задании случайной или детерминированной функцией времени. В случае детерминированного воздействия найдите значение ошибки слежения $x_{\text{уст}}(t)$ в установившемся режиме, прияв, что $\lambda(t)$ описывается выражением, приведённым в графе 6. Если воздействие является случайной функцией времени, найдите дисперсию ошибки слежения в установившемся режиме, полагая, что спектральная плотность $S_\lambda(\omega)$ воздействия описывается выражением, приведённым в графе 7.
8. Найдите в установившемся режиме дисперсию ошибки слежения, вызванную действием на выходе дискриминатора белого шума $\xi(t)$ со спектральной плотностью $S_\xi(0)$.
9. Используя результаты, полученные при выполнении пунктов 7 и 8 задания, определите средний квадрат ошибки слежения в установившемся режиме $\bar{x^2}$ с учётом действия процессов $\lambda(t)$ и $\xi(t)$. Проведите оптимизацию параметров фильтра, указанных в графе 8 таблицы, по критерию получения $\bar{x^2} = \min$. Поясните, можно ли остальные параметры фильтра (если они есть) оптимизировать по этому критерию. Учтите при этом влияние указанных параметров на другие характеристики системы: длительность переходного процесса, величину ошибки слежения в переходном режиме.
10. Выясните, сохраняется ли устойчивость рассматриваемой системы при включении в её состав дополнительного звена с коэффициентом передачи, приведённом в графе 9. Используйте при этом метод, указанный в графе 10 и значения параметров системы, помещённые в графе 11.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ФАП	А	$\sqrt{S_д K T_1} = 2$	K	дет	βt	—	T_1	$1/(1+pT_2)$	част	$S_д = 1\text{В}/рад$; $K = 25\,рад/В\cdot с^2$; $T_1 = 0.4с$; $T_2 = 0.1с$
2	ФАП	Б	$1 + S_д K T_1 = 2\sqrt{S_д K T}$	T	дет	βt	—	T_1	$1/(1+pT_2)(1+pT_3)$	алгебр	$S_д = 2\text{В}/рад$; $K = 125\,рад/В\cdot с$; $T_1 = 0.036с$; $T = 0.1с$; $T_2 = 0.01с$; $T_3 = 0.15с$
3	ФАП	В	$S_д K T = 0.25$	T	дет	βt	—	K	$1/(1+pT_2)$	алгебр	$S_д = 1.5\text{В}/рад$; $K = 5\,рад/В\cdot с$; $T = 0.033с$; $T_2 = 0.05с$
4	ФАП	А	$\sqrt{S_д K T_1} = 2$	K	дет	βt	—	K, T_1	$1/(1+pT_2)(1+pT_3)$	алгебр	$S_д = 0.5\text{В}/рад$; $K = 32\,рад/В\cdot с^2$; $T_1 = 0.5с$; $T_2 = 0.05с$; $T_3 = 0.2с$
5	ВС	Б	$1 + S_д K T_1 = 2\sqrt{S_д K K}$	K	дет	βt	—	T_1	$1/(1+pT_2)$	алгебр	$S_д = 0.4\text{В}/\text{мкс}$; $K = 200\,мкс/В\cdot с$; $T_1 = 0.5с$; $T_2 = 0.09с$; $T = 0.1с$
6	ВС	В	$S_д K T = 0.25$	K	сл	—	b^2/ω^2	K, T	$1/(1+pT_2)$	част	$S_д = 1\text{В}/\text{мкс}$; $K = 5\,мкс/В\cdot с$; $T_2 = 0.01с$; $T = 0.05с$
7	ВС	А	$\sqrt{S_д K T_1} = 2$	K	сл	—	c^2/ω^4	K, T	$1/(1+pT_2)$	алгебр	$S_д = 10\text{В}/\text{мкс}$; $K = 10\,мкс/В\cdot с^2$; $T_1 = 0.2с$; $T_2 = 0.3с$
8	ВС	Г	—	K	сл	—	b^2/ω^2	K	$1/(1+pT_2)(1+pT_3)$	част	$S_д = 0.8\text{В}/\text{мкс}$; $K = 25\,мкс/В\cdot с$; $T_2 = T_3 = 0.5с$

9	ВС	А	$\sqrt{S_д K T_1} = 2$	K	дет	βt	—	T_1	$1/(1+pT_2)(1+pT_3)$	алгебр	$S_д = 2\text{В/мкс}$; $K = 200 мкс/В \cdot с^2$; $T_1 = 0.1с$; $T_2 = 0.15с$; $T_3 = 0.05с$
10	ВС	Б	$1 + S_д K T_1 = 2\sqrt{S_д K T}$	T	дет	βt	—	T_1	$1/(1+pT_2)$	алгебр	$S_д = 0.5\text{В/мкс}$; $K = 50 мкс/В \cdot с^2$; $T_1 = 0.16с$; $T_2 = 0.1с$; $T = 0.25с$
11	ВС	В	$S_д K T = 0.25$	T	дет	βt	—	K	$1/(1+pT_2)$	алгебр	$S_д = 0.5\text{В/мкс}$; $K = 20 мкс/В \cdot с$; $T_2 = 0.01с$; $T = 0.025с$
12	ВС	А	$\sqrt{S_д K T_1} = 2$	K	дет	γt^2	—	K, T_1	$1/(1+pT_2)$	част	$S_д = 0.5\text{В/мкс}$; $K = 50 мкс/В \cdot с^2$; $T_1 = 0.4с$; $T_2 = 0.2с$
13	ЧАП	Б	$1 + S_д K T_1 = 2\sqrt{S_д K K}$	K	дет	$\alpha 1(t)$	—	T_1	$1/(1+pT_2)$	част	$S_д = 1\text{В/кГц}$; $K = 10 кГц/В \cdot с$; $T_1 = 0.5с$; $T_2 = 1с$; $T = 0.9с$

Типы фильтров: $А - K(p) = \dfrac{K(1+pT_1)}{p^2}$; $Б - K(p) = \dfrac{K(1+pT_1)}{p(1+pT)}$; $В - K(p) = \dfrac{K}{p(1+pT)}$; $Г - K(p) = \dfrac{K}{p}$

Расчетно-графическая работа №2 по теме " Анализ дискретных систем радиоавтоматики "

1. В соответствии со своим вариантом определить тип фильтра, полагая ДХ линейной и безразмерной.
2. Определить условия устойчивости в общем виде, как соотношения между параметрами сглаживающего фильтра k_u и $T_ф$, периодом дискретизации T и крутизной ДХ $S_д$. На основе полученных результатов свободно выбрать и зафиксировать следующие численные значения параметров фильтра, периода дискретизации и крутизны ДХ:
   - k_{u0} и $T_{ф0}$,T_0 и $S_{д0}$ обеспечивающие устойчивый режим работы;
   - k_{u1} и $T_{ф1}$,T_1 и $S_{д1}$ обеспечивающие неустойчивый режим работы;
   - k_{u2} и $T_{ф2}$,T_2 и $S_{д2}$ обеспечивающие работу на границе устойчивости;

3. По теореме о конечном значении оригинала рассчитать значение в установившемся режиме матожидания ошибки слежения $M\{x(kT)_{k\to\infty}\}$
4. и при k_{u0} и $T_{\phi 0}$, T_0 и $S_{д0}$. Тип динамического воздействия определить в соответствии со своим вариантом. Записать разностное уравнение системы для матожидания ошибки слежения $M\{x(kT)\}$ и построить графики изменения ошибки слежения во времени при а) k_{u0} и $T_{\phi 0}$,T_0 и $S_{\partial 0}$; б) k_{u1} и $T_{\phi 1}$,T_1 и $S_{\partial 1}$; в) k_{u2} и $T_{\phi 2}$,T_2 и $S_{\partial 2}$
5. Полагая, что на выходе дискриминатора действует белый дискретный гауссовский шум $\xi(kT)$ с дискретной спектральной плотностью $S_{\xi}(0)$, рассчитать дисперсию σ_x^2 флуктуационной составляющей ошибки слежения $x_{\text{фл}}(kT)$ в установившемся режиме в общем виде.

Порядковый номер студента в списке группы	Тип фильтра	Тип динамического воздействия
1, 13	А	А
2, 14	А	А
3, 15	А	А
4, 16	А	Б
5, 17	А	Б
6, 18	А	Б
7, 19	Б	А
8, 20	Б	А
9, 21	Б	А
10, 22	Б	Б
11, 23	Б	Б
12, 24	Б	Б

Фильтры:

– А $K(z)=\dfrac{k_u T}{z-1}\dfrac{z(1-d)}{z-d}$

– Б $K(z)=\dfrac{k_u T}{z-1}\left(\dfrac{T}{z-1}+T_{\text{ф}}\right)$

Динамические воздействия:

– А $\lambda(kT)=\alpha 1(kT)$, $\alpha=1$

– Б $\lambda(kT)=\alpha kT$, $\alpha=1\,{}^{1}\!/_{\text{сек}}$

Типовое задание для контрольной работы №1 по теме: " Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем "

1. Для системы фазовой автоподстройки найдите операторный коэффициент передачи, связывающий нестабильность собственной частоты подстраиваемого генератора и ошибку, полагая $F(\varphi)=S_д\varphi$.

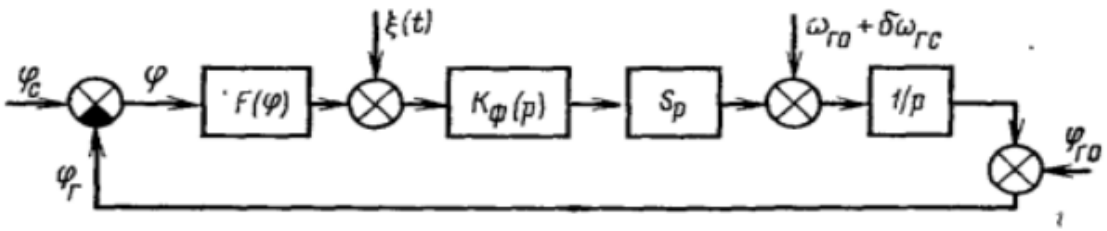


Рисунок 1

2. Найдите операторный коэффициент передачи, связывающий процессы и в системе углового сопровождения, Структурная схема:

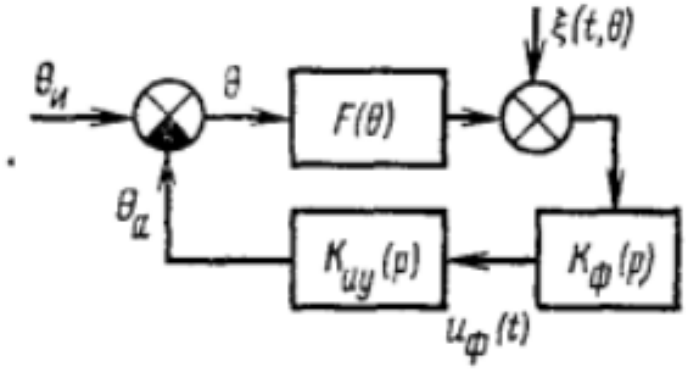


Рисунок 2

Типовое задание для контрольной работы №2 по теме: " Анализ линейных систем радиоавтоматики. "

1. Найдите изменение ошибки $x(t)$ и выходного процесса y(t) в системе ЧАП с фильтром $К_ф(р) = \frac{k}{1+pT_ф}$ при подаче на ее вход воздействия:

а) λ(t) = α·1(t):

б) λ(t) = $α_1$·t 1(t). Начальные условия в системе нулевые.

2. Найдите изменение ошибки $x(t)$ в системе углового сопровождения с фильтром $K_ф(p) = \frac{K_u}{p(1+pT_ф)}$ при воздействии $\lambda(t) = \theta(t) = \alpha_0 \cdot 1(t)$. Начальные условия нулевые, $4S_д K_u T_ф = 1$.

Типовое задание для контрольной работы №3 по теме: " Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация "

1. Для системы, структурная схема которой изображена на рисунке 3 найдите в установившемся режиме дисперсию ошибки слежения, вызванную шумом.

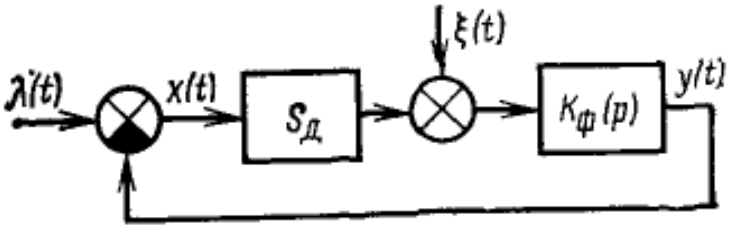


Рисунок 3

Типовое задание для контрольной работы №4 по теме: " Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ "

1. Используя метод пространства состояний, синтезировать непрерывную систему ФАП, если динамическая модель доплеровской частоты $\omega_д(t) = K_ф(p) \cdot \chi(t)$, где $\chi(t)$ - формирующий БГШ,

$K_ф(p) = \frac{1}{1 + p \cdot T_ф}$ - ОКП формирующего фильтра,

$\varphi(t) = \frac{d\omega_д(t)}{dt}$ - модель изменения фазы.

Принять, что на вход системы действует аддитивная смесь информативного процесса (фазы) и БГШ наблюдения $r(t) = \varphi(t) + n(t)$. Получить систему дифференциальных уравнений, описывающую синтезированный фильтр Калмана – Бьюси и структурную схему.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Общая характеристика систем радиоавтоматики.	ОПК-3.
2. Примеры систем радиоавтоматики.	ОПК-3.
3. Описание систем радиоавтоматики как систем автоматического регулирования (следящих систем).	ОПК-3.
4 . Структурная схема обобщенной СРА	ОПК-3.
5. Линейные и нелинейные следящие системы, непрерывные, дискретные и цифровые следящие системы..	ОПК-3.
6. Описание непрерывных линейных следящих систем дифференциальными уравнениями.	ОПК-3.
7. Передаточные функции, частотные характеристики.	ОПК-3.
8. Определение операторного коэффициента передачи СРА.	ОПК-3.
9. Правила структурных преобразований.	ОПК-3.
10. Устойчивость линейных следящих систем: алгебраический и частотный критерии устойчивости.	ОПК-3.
11. Анализ линейной непрерывной СРА при детерминированных воздействиях.	ОПК-3.
12. Понятие астатизма линейной следящей системы.	ОПК-3.
13. Анализ линейной непрерывной СРА при случайных воздействиях.	ОПК-3.
14. Шумовая полоса	ОПК-3.
15. Типы дискриминаторов систем радиоавтоматики: временной, частотный, фазовый.	ОПК-3.
16. Типы сглаживающих фильтров в контуре типовых следящих систем радиоавтоматики (с одним, двумя и тремя интеграторами, RC-фильтр).	ОПК-3.
17. Статистический эквивалент дискриминатора.	ОПК-3.
18. Работа СРА в нелинейном режиме (на примере нелинейной ЧАП).	ОПК-3.
19. Описание дискретных линейных следящих систем разностными уравнениями.	ОПК-3.
20. Передаточные функции дискретных линейных систем, частотные характеристики.	ОПК-3.
21. Устойчивость линейных дискретных СРА.	ОПК-3.
22. Анализ процессов в линейной дискретной СРА при детерминированных воздействиях.	ОПК-3.
23. Анализ случайных процессов в дискретной линейной следящей системе.	ОПК-3.
24. Дискриминатор, накопление отсчетов в дискриминаторе	ОПК-3.
25. Типы дискриминаторов дискретных систем радиоавтоматики: временной частотный, фазовый	ОПК-3.
26 Дискретный сглаживающий фильтр	ОПК-3.
27. Типы сглаживающих фильтров в контуре типовых следящих систем радиоавтоматики (с одним, двумя и тремя дискретными интеграторами и др.).	ОПК-3.
28. Общая характеристика цифровых СРА.	ОПК-3.
29. Цифровые дискриминаторы.	ОПК-3.
30. Цифровые фильтры.	ОПК-3.
31. Цифровые генераторы опорного сигнала.	ОПК-3.