

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
РАДИОАВТОМАТИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 8 часов;
Практические занятия	8 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	8 семестр - 1,2 часа;
включая: Домашнее задание Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Силаева Е.В.
	Идентификатор	R6dcd8849-SilayevaYV-70915102

Е.В. Силаева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskikhVV-f1575360

В.В. Крутских

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

Р.С. Куликов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов построения, функциональных и структурных схем аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики и освоение математических методов анализа устойчивости, детерминированных и случайных процессов в линейных и нелинейных системах радиоавтоматики, оптимального синтеза.

Задачи дисциплины

- изучение принципов функционирования конкретных аналоговых систем радиоавтоматики;
- освоение методов анализа линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных систем радиоавтоматики;
- изучение принципов функционирования типовых цифровых систем радиоавтоматики;
- изучение методов синтеза линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных систем радиоавтоматики.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических устройств	ИД-З _{ОПК-1} Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем	знать: - принципы функционирования конкретных аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики. уметь: - проводить исследования характеристик систем автоматического управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Беспроводные технологии и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать для изучения дисциплины необходимо знать основы теории вероятностей и мат. статистики (понятие вероятности, матожидания, дисперсии, условной и совместной плотности вероятности, выборочного среднего и выборочной дисперсии, формулу Байеса) - по факту знаний не наблюдается
- знать для изучения дисциплины необходимо знать физику
- знать для изучения дисциплины необходимо знать дифференцирование и интегрирование функций
- знать для изучения дисциплины необходимо знать дифференциальные уравнения
- знать для изучения дисциплины необходимо знать основы теории функций комплексной переменной
- знать для изучения дисциплины необходимо знать частотные характеристики линейных цепей
- уметь рассчитывать корреляционный интеграл
- уметь пользоваться преобразованием Лапласа

- уметь рассчитывать спектральную плотность мощности, корреляционную функцию и дисперсию исследуемого процесса
- уметь дифференцировать и интегрировать функцию

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем	25.5	8	2	-	1	-	0.5	-	-	-	22	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 1-10
1.1	Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем	25.5		2	-	1	-	0.5	-	-	-	22	-	
2	Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы	29.0		3	-	1.5	-	0.5	-	-	-	24	-	

	радиоавтоматики и их линеаризация													выдается студентам по изученному в разделе "Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 1-10 [3], стр. 1-20
2.1	Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация	29.0		3	-	1.5	-	0.5	-	-	-	24	-	
3	Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ	28.25		2.5	-	1.2 5	-	0.5	-	-	-	24	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 21-40
3.1	Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ	28.25		2.5	-	1.2 5	-	0.5	-	-	-	24	-	
4	Оптимальная	25.25		0.5	-	0.2	-	0.5	-	1.2	-	22.8	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u>

	фильтрация, фильтры Калмана				5									Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
4.1	Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана	25.25		0.5	-	0.2 5	-	0.5	-	1.2	-	22.8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 40-60
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	4.0 0	-	2.0	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	4.0 0	2.0		1.2	0.3		128.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

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

1.1. 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 2 Радиотехнические следящие системы. Обобщенная радиотехническая следящая система. Функциональная и структурная схемы 3 Дискриминаторы радиотехнических следящих систем и их статистические эквиваленты 4 Дифференциальные уравнения, описывающие поведение непрерывных нелинейных и линейных систем радиоавтоматики (РА) 5 Определение операторных коэффициентов передачи. Правила структурных преобразований.

2. Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация

2.1. 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 2 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 3 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 4 Анализ нелинейных систем РА. Нелинейные режимы работы следящей системы. Режимы захвата и срыва сопровождения. Методы анализа. Метод статистической линеаризации.

3. Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ

3.1. 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 2 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 3 Анализ дискретных систем РА. Методы анализа. Анализ устойчивости. Анализ детерминированных процессов. Анализ случайных процессов.

4. Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана

4.1. Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана

Синтез оптимальных фильтров систем РА - постановка задачи. Методы синтеза. Синтез фильтров методом пространства состояний 2 Уравнения оптимальных линейных фильтров

3.3. Темы практических занятий

1. 1. Определение операторного коэффициента передачи СРА. Правила структурных преобразований. Устойчивость линейных следящих систем: алгебраический и частотный критерий устойчивости (1 час).;
2. 2. Анализ переходных процессов. Анализ характеристик линейной следящей системы в установившемся режиме при детерминированных воздействиях. Понятие астатизма линейной следящей системы. Анализ воздействия белого гауссовского шума на линейную следящую систему. Анализ воздействия случайного воздействия с дробно рациональным спектром на линейную следящую систему Оптимизация параметров следящей системы (1,5 часа).;
3. 3. Анализ переходных процессов. Анализ характеристик дискретных линейной следящей системы в установившемся режиме при детерминированных воздействиях. Анализ воздействия дискретного белого гауссовского шума на дискретную линейную следящую систему (1,25 часа).;
4. 4. Оптимальная линейная фильтрация (синтез фильтра Калмана и Калмана-Бьюси) (0,25 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
принципы функционирования конкретных аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики	ИД-З _{ОПК-1}	+		+		Домашнее задание/Домашняя работа №1 и №2 Домашнее задание/Домашняя работа №3, №4 и №5 Решение задач/Домашняя работа №6 и №7
Уметь:						
проводить исследования характеристик систем автоматического управления	ИД-З _{ОПК-1}		+		+	Домашнее задание/Домашняя работа №3, №4 и №5 Решение задач/Домашняя работа №6 и №7 Решение задач/Домашняя работа №8

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Домашняя работа №1 и №2 (Домашнее задание)
2. Домашняя работа №3, №4 и №5 (Домашнее задание)
3. Домашняя работа №6 и №7 (Решение задач)
4. Домашняя работа №8 (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Перов, А. И. Радиоавтоматика : учебник для вузов по специальности 210601 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / А. И. Перов, В. Н. Замолотчиков, В. М. Чиликин. – М. : Радиотехника, 2014. – 320 с. – ISBN 978-5-88070-366-1.;
2. Коновалов Г. Ф.- "Радиоавтоматика", (3-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (356 с.)
<https://e.lanbook.com/book/209945>;
3. Куликов, Р. С. Системы автоматического слежения за параметрами сигнала : лабораторный практикум по курсу "Радиоавтоматика" по направлению "Радиотехника" и специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы" и по курсу "Управление в биотехнических системах" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Р. С. Куликов, Е. В. Захарова, Д. В. Царегородцев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 64 с. – ISBN 978-5-7046-2042-6.
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=10328>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Libre Office;
4. ОС Linux;
5. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для	Ж-417 /2а,	стеллаж для хранения инвентаря, экран,

хранения оборудования и учебного инвентаря	Помещение для инвентаря	указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования
---	----------------------------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоавтоматика

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Домашняя работа №1 и №2 (Домашнее задание)
 КМ-2 Домашняя работа №3, №4 и №5 (Домашнее задание)
 КМ-3 Домашняя работа №6 и №7 (Решение задач)
 КМ-4 Домашняя работа №8 (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем					
1.1	Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем		+	+	+	
2	Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация					
2.1	Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация			+	+	+
3	Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ					
3.1	Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ		+	+	+	
4	Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана					
4.1	Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана			+	+	+
Вес КМ, %:			25	35	25	15