

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

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Системы и технические средства автоматизации и управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ЧАСТЬ 2

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.25
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Нет	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сидорова Е.Ю.
	Идентификатор	R0dee6ce9-SidorovaYY-923dc6a8

Е.Ю. Сидорова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шилин Д.В.
	Идентификатор	R495daf18-ShilinDV-59db3f0e

Д.В. Шилин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение теории импульсных систем управления и систем управления при случайных воздействиях для последующего использования на практике при решении задач проектирования, анализа и синтеза систем автоматического управления

Задачи дисциплины

- освоение основных положений теории импульсных систем и систем управления при случайных воздействиях;
- обучение проведению расчетов по оценке качества управления и синтезу импульсных систем и систем при случайных воздействиях;
- приобретение навыков обоснования конкретных технических решений при проектировании изучаемых систем управления.

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-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-3} Демонстрирует способность решать профессиональные задачи с использованием фундаментальных знаний	знать: - статистические характеристики случайных процессов. уметь: - применять свойства и теоремы дискретного преобразования Лапласа для определения дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления.
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	ИД-1 _{ОПК-4} Применяет типовые критерии оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	знать: - методику синтеза осуществимой и работоспособной импульсной системы. уметь: - осуществлять расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации.
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	ИД-2 _{ОПК-4} Определяет критерии оценки эффективности разработанных систем управления	знать: - влияние квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления. уметь: - оценивать устойчивость и точность работы импульсной системы автоматического управления.
ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных	ИД-2 _{ОПК-9} Осуществляет постановку задач исследования, проведение экспериментов и обработку их результатов с использованием современных	знать: - методику проведения и обработки результатов экспериментальных исследований на реальных объектах при наличии случайных воздействий на систему управления.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
технологий и технических средств	информационных технологий и технических средств	уметь: - проводить экспериментальные исследования на действующих объектах по заданной методике с использованием современных программно-аппаратных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы и технические средства автоматизации и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Для освоения дисциплины необходимо знание алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, электротехники, теории автоматического управления

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	Основные положения дискретных систем управления	13	7	5	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 3-19 [4], стр. 340-347 [5], стр. 210-211, 215, 228, 251-252</p>	
1.1	Основные положения дискретных систем управления	13		5	4	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Основные характеристики импульсных систем автоматического управления	27		5	2	-	-	-	-	-	-	20	-		<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение пунктов 1-3 расчетного задания «Анализ линейных импульсных систем автоматического управления» <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 2 <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе «Нахождение дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 19-53 [4], стр. 348-356, 364-373 [5], стр. 212-215, 225-237</p>
2.1	Основные характеристики импульсных систем автоматического управления	27		5	2	-	-	-	-	-	-	20	-		
3	Устойчивость и синтез импульсных систем управления	32		10	2	-	-	-	-	-	-	20	-		<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение пунктов 4-6 расчетного задания «Анализ линейных импульсных систем автоматического</p>
3.1	Устойчивость и	32		10	2	-	-	-	-	-	-	20	-		

	синтез импульсных систем управления												управления» <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 54-88 [4], стр. 383-394, 408-427 [5], стр. 258-302
4	Характеристики случайных процессов	20	8	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях»
4.1	Характеристики случайных процессов	20	8	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 4-38
5	Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях	10	2	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 4 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях"
5.1	Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях	10	2	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 38-45, 61-74
6	Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 3 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях"
6.1	Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 348-377 [3], стр. 46-61
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	

	Всего за семестр	144.0		32	16	-	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5		

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. Основные положения дискретных систем управления

1.1. Основные положения дискретных систем управления

Виды квантования сигнала. Классификация дискретных систем управления. Структурная схема импульсной системы. Дискретное преобразование Лапласа и его свойства.

2. Основные характеристики импульсных систем автоматического управления

2.1. Основные характеристики импульсных систем автоматического управления

Дискретные передаточные функции. Разностные уравнения, временные и частотные характеристики. Импульсная теорема Котельникова. Условия, при которых импульсную систему можно исследовать как непрерывную. Определение значений временных сигналов. Представление в пространстве состояний.

3. Устойчивость и синтез импульсных систем управления

3.1. Устойчивость и синтез импульсных систем управления

Необходимые и достаточные условия устойчивости. Критерии устойчивости по частотным характеристикам и характеристическому уравнению. Анализ качества управления по переходной характеристике замкнутой системы. Системы с конечной длительностью переходного процесса. Условия грубости системы. Аналитический синтез импульсных систем в частотной области, синтез импульсных систем с запаздыванием.

4. Характеристики случайных процессов

4.1. Характеристики случайных процессов

Вероятностные характеристики случайных процессов. Стационарные и эргодические процессы. Определение вероятностных характеристик при усреднении по времени. Прохождение случайного сигнала через линейное звено.

5. Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях

5.1. Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях

Дисперсия ошибки системы управления – основной показатель точности ее работы. Способы вычисления дисперсии стационарных сигналов. Влияние взаимосвязи задающего сигнала и возмущения на точность работы системы управления. Оценка точности в нелинейных системах управления. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации.

6. Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях

6.1. Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях

Задача синтеза системы управления и обоснованность определения оптимальной передаточной функции. Метод определения оптимальной физически реализуемой передаточной функции (вывод уравнения). Оптимальный фильтр Винера.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование случайных процессов в линейных системах автоматического управления;
2. Анализ нелинейных систем автоматического управления при случайных воздействиях;
3. Исследование влияния квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления;
4. Исследование линейных импульсных систем автоматического управления.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Основные положения дискретных систем управления"
2. Обсуждение материалов раздела "Основные характеристики импульсных систем автоматического управления"
3. Обсуждение материалов раздела "Устойчивость и синтез импульсных систем управления"
4. Обсуждение материалов раздела "Характеристики случайных процессов"
5. Обсуждение материалов раздела "Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях"
6. Обсуждение материалов раздела "Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях"

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	5	6	
Знать:								
статистические характеристики случайных процессов	ИД-1 _{ОПК-3}				+			Нет/Тест «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях» и выполнение лабораторных работ № 3 и № 4
методику синтеза осуществимой и работоспособной импульсной системы	ИД-1 _{ОПК-4}	+	+	+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 «Исследование линейных импульсных систем автоматического управления»
влияние квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления	ИД-2 _{ОПК-4}	+	+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 "Исследование влияния квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления"
методику проведения и обработки результатов экспериментальных исследований на реальных объектах при наличии случайных воздействий на систему управления	ИД-2 _{ОПК-9}				+		+	Нет/Тест «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях» и выполнение лабораторных работ № 3 и № 4
Уметь:								
применять свойства и теоремы дискретного преобразования Лапласа для определения дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления	ИД-1 _{ОПК-3}	+	+					Контрольная работа/Контрольная работа "Нахождение дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления"
осуществлять расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации	ИД-1 _{ОПК-4}				+	+		Нет/Тест «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях» и выполнение лабораторных работ № 3 и № 4
оценивать устойчивость и точность работы импульсной системы автоматического управления	ИД-2 _{ОПК-4}	+	+	+				Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Анализ линейных импульсных систем автоматического управления»

<p>проводить экспериментальные исследования на действующих объектах по заданной методике с использованием современных программно-аппаратных средств</p>	<p>ИД-2_{ОПК-9}</p>	<p>+</p>	<p>+</p>				<p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 "Исследование влияния квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления"</p>
---	-----------------------------	----------	----------	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания «Анализ линейных импульсных систем автоматического управления» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Нахождение дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления" (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Тест «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях» и выполнение лабораторных работ № 3 и № 4 (Нет)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 "Исследование влияния квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 «Исследование линейных импульсных систем автоматического управления» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для академического бакалавриата вузов по инженерно-техническим направлениям, по направлению "Автоматизация и управление" / Д. П. Ким . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2016 . – 441 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-9916-8602-0 .;
2. Коломейцева, М. Б. Основы теории импульсных и цифровых систем : учебное пособие по курсам "Теория управления", "Теория автоматического управления", "Основы теории цифрового управления" по направлениям "Автоматизация и управление", "Информатика и вычислительная техника", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. Б.

- Коломейцева, В. М. Беседин, Т. В. Ягодкина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 120 с. - ISBN 978-5-383-00120-2 .;
3. Коломейцева, М. Б. Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие по курсу "Теория автоматического управления" / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – Москва : Изд-во МЭИ, 1996 . – 87 с. : 1500.00 .;
4. Цыпкин, Я. З. Основы теории автоматических систем : учебное пособие для вузов / Я. З. Цыпкин . – М. : Наука, 1977 . – 560 с.;
5. Д. П. Ким- "Теория автоматического управления", Издательство: "Физматлит", Москва, 2007 - (312 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. SimInTech.

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-304а/1, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал	сервер, кондиционер

	ИВЦ	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-305, Преподавательская каф. "УиИ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления, часть 2

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа "Нахождение дискретной передаточной функции импульсной системы автоматического управления" (Контрольная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы № 1 "Исследование влияния квантования по времени на качество работы линейной импульсной системы автоматического управления" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы № 2 «Исследование линейных импульсных систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита расчетного задания «Анализ линейных импульсных систем автоматического управления» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Тест «Исследование систем автоматического управления при случайных воздействиях» и выполнение лабораторных работ № 3 и № 4 (Нет)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	13	15
1	Основные положения дискретных систем управления						
1.1	Основные положения дискретных систем управления		+	+	+	+	
2	Основные характеристики импульсных систем автоматического управления						
2.1	Основные характеристики импульсных систем автоматического управления		+	+	+	+	
3	Устойчивость и синтез импульсных систем управления						
3.1	Устойчивость и синтез импульсных систем управления				+	+	
4	Характеристики случайных процессов						
4.1	Характеристики случайных процессов						+
5	Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях						
5.1	Оценка точности работы систем управления при случайных воздействиях						+
6	Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях						
6.1	Синтез систем автоматического управления при случайных воздействиях						+

Bec KM, %:	5	10	30	25	30
------------	---	----	----	----	----