

**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: Автоматизированные системы управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	Вариативная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.В.01.10
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 6;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	216 часов
<b>Лекции</b>	8 семестр - 12 часов;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 12 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	8 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 187,9 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 1,8 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,30 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Елисеев В.Л.
	Идентификатор	R37a37292-YeliseevVL-9b2e3978

(подпись)

В.Л. Елисеев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Бородкин А.А.
	Идентификатор	R2a2cc3a1-BorodkinAA-1ae5255b

(подпись)

А.А. Бородкин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение теоретических основ и практических методов анализа и синтеза нелинейных и импульсных систем автоматического управления (САУ), особенностей взаимодействия элементов таких систем, характера динамических процессов и особенностей статических режимов.

### Задачи дисциплины

- формирование навыков расчета динамических и статических характеристик технических систем различной физической природы;
- формирование навыков решения задач анализа устойчивости и оценки качества управления такими системами.

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-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат		знать: - основные понятия автоматики, типы систем.  уметь: - классифицировать системы управления.
ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления		знать: - математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования.  уметь: - применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов управления.
ПК-6 способностью производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования		знать: - принципы математического описания импульсных САУ.  уметь: - определять уравнения статики систем и строить их статические характеристики; - решать задачи аналитического характера при поиске наиболее приемлемого подхода к проектированию САУ.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием		

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ 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	Импульсные системы автоматического управления	34.85	8	2.0	-	2.0	-	0.55	-	0.3	-	30	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], п.4</p>
1.1	Виды квантования в дискретных системах	11.35		0.5	-	0.5	-	0.25	-	0.1	-	10	-	
1.2	Классификация дискретных систем управления	12.35		1	-	1	-	0.25	-	0.1	-	10	-	
1.3	Типовая структура импульсных систем	11.15		0.5	-	0.5	-	0.05	-	0.1	-	10	-	
2	Математическое описание импульсных систем автоматического управления	35.85		2	-	2	-	0.45	-	0.30	-	31.1	-	
2.1	Дискретные передаточные функции	12.40	1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.2 [2], п. 4-6 [4], стр. 23-27</p>	
2.2	Временные и частотные характеристики импульсных систем автоматического управления	23.45	1	-	1	-	0.20	-	0.15	-	21.1	-		
3	Анализ и синтез импульсных систем	24.40	2	-	2	-	0.10	-	0.30	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам</p>	
3.1	Устойчивость импульсных систем	12.20	1	-	1	-	0.05	-	0.15	-	10	-		

3.2	Синтез импульсных систем	12.20	1	-	1	-	0.05	-	0.15	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 55-58
4	Нелинейные САУ и их исследование методом фазовой плоскости	35.70	2	-	2	-	0.30	-	0.30	-	31.1	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам
4.1	Понятие о нелинейных системах управления	23.30	1	-	1	-	0.05	-	0.15	-	21.1	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 7-9 [3], п.5-7
4.2	Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости	12.40	1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	10	-	
5	Гармоническая линеаризация и исследование нелинейных систем методом гармонического баланса	24.40	2	-	2	-	0.10	-	0.30	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], п.8
5.1	Исследование нелинейных систем методом гармонического баланса	12.20	1	-	1	-	0.05	-	0.15	-	10	-	
5.2	Определение свободных периодических колебаний методом гармонического баланса	12.20	1	-	1	-	0.05	-	0.15	-	10	-	
6	Устойчивость нелинейных систем	24.80	2	-	2	-	0.50	-	0.30	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам
6.1	Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического управления	12.40	1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], п.9

6.2	Обобщения критерия абсолютной устойчивости	12.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	10	-	
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	35.70	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.00</b>		<b>12.0</b>	-	<b>12.0</b>	-	<b>2.00</b>	-	<b>1.80</b>	<b>0.30</b>	<b>152.2</b>	<b>35.70</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.00</b>		<b>12.0</b>	-	<b>12.0</b>		<b>2.00</b>		<b>1.80</b>	<b>0.30</b>		<b>187.90</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Импульсные системы автоматического управления

1.1. Виды квантования в дискретных системах  
Дискретизация сигнала. 2. Период квантования. 3. Интервал квантования по уровню. 4. Виды квантования в дискретных системах управления..

1.2. Классификация дискретных систем управления  
Классификация от вида квантования. 2. Виды модуляции.

1.3. Типовая структура импульсных систем  
Основные параметры импульсного элемента. 2. Функциональная блок-схема замкнутой ИСАУ.

#### 2. Математическое описание импульсных систем автоматического управления

2.1. Дискретные передаточные функции  
Дискретное преобразование Лапласа и его свойства. 2. Дискретные передаточные функции. 3. Структурные схемы и их преобразования. 4. Получение дискретных передаточных функций по непрерывным передаточным функциям.

2.2. Временные и частотные характеристики импульсных систем автоматического управления  
Переходная и весовая функции. 2. Спектр сигнала при амплитудно-импульсной модуляции. 3. Частотные характеристики разомкнутой ИСАУ.

#### 3. Анализ и синтез импульсных систем

3.1. Устойчивость импульсных систем  
Критерии устойчивости. 2. Прямые показатели качества 3. Оценка точности.

3.2. Синтез импульсных систем  
Постановка задачи синтеза. 2. Основные уравнения аналитического синтеза. 3. Синтез корректирующих устройств на основе ЛАЧХ.

#### 4. Нелинейные САУ и их исследование методом фазовой плоскости

4.1. Понятие о нелинейных системах управления  
Классификация нелинейных элементов. 2. Структурные схемы нелинейных систем. 3. Особенности нелинейных систем.

4.2. Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости  
Фазовые траектории, виды фазовых портретов и типы особых точек. 2. Исследование динамики релейных систем. 3. Методы стабилизации нелинейных систем.

#### 5. Гармоническая линеаризация и исследование нелинейных систем методом гармонического баланса

5.1. Исследование нелинейных систем методом гармонического баланса  
Эквивалентный комплексный коэффициент усиления. 2. Методика определения ЭККУ.



5.2. Определение свободных периодических колебаний методом гармонического баланса Автоколебания в нелинейных системах. 2. Критерий Гольдфарба. 3. Определение параметров автоколебаний.

### 6. Устойчивость нелинейных систем

6.1. Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического управления Устойчивость по Ляпунову. 2. Первый и второй методы Ляпунова. 3. Критерий абсолютной устойчивости Попова.

6.2. Обобщения критерия абсолютной устойчивости Параболический критерий Попова. 2. Критерий Чо-Нарендры. 3. Критерии Гелига и Цыпкина.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Исследование нелинейных систем методом гармонической линеаризации;
2. Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости;
3. Устойчивость импульсных систем автоматического управления;
4. Математическое описание импульсных систем автоматического управления.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Классификация систем. Описание и анализ непрерывных линейных систем

### **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	
<b>Знать:</b>								
основные понятия автоматике, типы систем	ОПК-2(Компетенция)	+						Решение задач/Передаточные функции формирователей импульсов
математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования	ПК-2(Компетенция)						+	Решение задач/Устойчивость нелинейных систем
принципы математического описания импульсных САУ	ПК-6(Компетенция)						+	Решение задач/Устойчивость нелинейных систем
<b>Уметь:</b>								
классифицировать системы управления	ОПК-2(Компетенция)					+		Решение задач/Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса
применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов управления	ПК-2(Компетенция)				+			Решение задач/Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск.
решать задачи аналитического характера при поиске наиболее приемлемого подхода к проектированию САУ	ПК-6(Компетенция)			+				Решение задач/Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления
определять уравнения статики систем и строить их статические характеристики	ПК-6(Компетенция)		+					Решение задач/Структурные схемы и характеристики ИСАУ

## **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. Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса (Решение задач)
2. Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск. (Решение задач)
3. Передаточные функции формирователей импульсов (Решение задач)
4. Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления (Решение задач)
5. Структурные схемы и характеристики ИСАУ (Решение задач)
6. Устойчивость нелинейных систем (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

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. В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Д.А. Проскурин, А.Л. Коннов- "Технические средства автоматизации и управления" 1, Издательство: "ОГУ", Оренбург, 2016 - (110 с.)  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469723>;
2. Рогов, В. А. Средства автоматизации и управления : учебник для академического бакалавриата вузов по инженерно-техническим направлениям, по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков . – 2-е изд. испр. и доп . – М. : Юрайт, 2018 . – 404 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-534-03031-0 .;
3. Смирнов Ю. А.- "Технические средства автоматизации и управления", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (456 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/140779>;
4. Страшун Ю. П.- "Технические средства автоматизации и управления на основе IoT/ИТ", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (76 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/143701>;
5. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие для вузов по техническим направлениям / О. В. Шишов . – М. : ИНФРА-М, 2014 . – 397 с. + CD-R . – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-16-005130-7 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Dr.Web.

## 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 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	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол письменный,

самостоятельной работы	Компьютерный читальный зал	вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория автоматического управления

(название дисциплины)

#### 8 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Передаточные функции формирователей импульсов (Решение задач)
- КМ-2 Структурные схемы и характеристики ИСАУ (Решение задач)
- КМ-3 Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления (Решение задач)
- КМ-4 Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск. (Решение задач)
- КМ-5 Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса (Решение задач)
- КМ-6 Устойчивость нелинейных систем (Решение задач)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15	18
1	Импульсные системы автоматического управления							
1.1	Виды квантования в дискретных системах		+					
1.2	Классификация дискретных систем управления		+					
1.3	Типовая структура импульсных систем		+					
2	Математическое описание импульсных систем автоматического управления							
2.1	Дискретные передаточные функции			+				
2.2	Временные и частотные характеристики импульсных систем автоматического управления			+				
3	Анализ и синтез импульсных систем							
3.1	Устойчивость импульсных систем				+			
3.2	Синтез импульсных систем				+			
4	Нелинейные САУ и их исследование методом фазовой плоскости							
4.1	Понятие о нелинейных системах управления					+		

4.2	Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости				+		
5	Гармоническая линеаризация и исследование нелинейных систем методом гармонического баланса						
5.1	Исследование нелинейных систем методом гармонического баланса					+	
5.2	Определение свободных периодических колебаний методом гармонического баланса					+	
6	Устойчивость нелинейных систем						
6.1	Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического управления						+
6.2	Обобщения критерия абсолютной устойчивости						+
Вес КМ, %:		10	10	30	20	20	10