

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Мехатроника и робототехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

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


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.20</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5; 6 семестр - 4; всего - 9</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>324 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 113,5 часов; 6 семестр - 85,5 часа; всего - 199,0 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,0 час</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

(подпись)


И.В. Меркурьев

(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	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620


(подпись)

Б.И. Адамов

(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	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ автоматического управления техническими системами позволяющих решить проблемы устойчивости, качества переходных процессов, статической и динамической точности систем управления

### Задачи дисциплины

- изучение понятий и законов автоматического управления;
- овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области управления;
- изучение основных алгоритмов математического моделирования процессов управления и;
- изучение основных алгоритмов функционирования систем с учётом внешних возмущений.

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 применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub> Применяет аппарат теории автоматического управления для исследования объектов управления	знать: - методы описания линейных систем автоматического управления; - методы описания нелинейных систем автоматического управления; - методы исследования устойчивости линейных САУ; - методы исследования устойчивости режимов нелинейных САУ; - методы исследования линейных САУ в частотной области; - методы исследования линейных САУ во временной области.  уметь: - исследовать особые точки нелинейных САУ; - исследовать нелинейные САУ на предельные циклы; - составлять передаточные функции линейных САУ; - проводить анализ частотных характеристик САУ и применять их для исследования устойчивости; - исследовать динамику линейных САУ во временной области.
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Применяет современные математические пакеты для моделирования и исследования динамики систем, управляемого движения мехатронных и робототехнических	уметь: - проводить анализ САУ, используя математические пакеты; - проводить анализ динамики нелинейных САУ в математических пакетах.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
деятельности	устройств	
<p>ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ИД-1<sub>ОПК-11</sub> Способен проводить синтез алгоритмов управления мехатронными и робототехническими устройствами по заданным характеристикам качества регулирования</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы управления нелинейными САУ.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ функционирования САУ по результатам экспериментов;</li> <li>- исследовать устойчивость САУ и подбирать параметры из условия устойчивости;</li> <li>- проводить синтез законов управления некоторыми классами нелинейных систем.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Мехатроника и робототехника (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы математического анализа, теории дифференциальных уравнений
- знать основы теории функций комплексного переменного и преобразования Лапласа
- знать основы теорий, описывающих физические процессы в системах управления
- уметь проводить простейшие расчёты в математических пакетах

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 9 зачетных единиц, 324 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	Описание систем автоматического управления	61	5	14	6	6	-	-	-	-	-	35	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка части 1 РГР</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Описание систем автоматического управления" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Описание систем автоматического управления и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Описание систем автоматического управления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 1, 2</p>
1.1	Описание систем автоматического управления во временной области	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Методы передаточных функций и структурных схем	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
1.3	Переходные процессы в САУ	25		6	2	2	-	-	-	-	-	15	-	
2	Устойчивость САУ	33		6	6	6	-	-	-	-	-	15	-	
2.1	Устойчивость САУ	33		6	6	6	-	-	-	-	-	15	-	

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Устойчивость САУ" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Устойчивость САУ и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость САУ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п. 4.1, 4.4	
3	Метод частотных характеристик	50		12	4	4	-	-	-	-	-	30	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка части 3 РГР
3.1	Частотные характеристики	25		6	2	2	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Метод частотных характеристик"
3.2	Частотные критерии устойчивости	25		6	2	2	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 3, п. 4.2, 4.3
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	16	16	2		-		0.5	113.5		
4	Математические модели нелинейных САУ	32	6	8	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка части 1 РГР
4.1	Математические модели нелинейных САУ	32		8	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Математические модели нелинейных САУ и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Математические модели нелинейных САУ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 2

5	Анализ устойчивости нелинейных САУ	34		10	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка части 2 РГР
5.1	Анализ устойчивости нелинейных САУ	34		10	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Анализ устойчивости нелинейных САУ и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ устойчивости нелинейных САУ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 3
6	Основы управления нелинейными системами	42		10	6	6	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка части 3 РГР
6.1	Основы управления нелинейными системами	42		10	6	6	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы управления нелинейными системами" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы управления нелинейными системами" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 8
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	14	14	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	14	14	2	-	-	-	0.5	85.5		
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	-	-	-	<b>1.0</b>	<b>199.0</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. Описание систем автоматического управления

#### 1.1. Описание систем автоматического управления во временной области

Основные понятия и определения; принципы регулирования при построении систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Общие принципы составления уравнений автоматических систем; математические модели. Линеаризация уравнений динамики; линейные математические модели. Анализ статических режимов систем автоматического управления. Составление и линеаризация уравнений системы автоматического управления движением мобильного, манипуляционного робота, вибрационного гироскопа.

#### 1.2. Методы передаточных функций и структурных схем

Применение преобразования Лапласа и Фурье для решения линейных дифференциальных уравнений и анализа процессов в системах автоматического управления. Передаточная функция. Передаточные функции простейших звеньев. Теоремы операционного исчисления: теорема разложения, теорема об установившемся значении, теорема о начальном значении, теорема смещения (передаточная функция звена запаздывания). Структурные схемы, их преобразование.

#### 1.3. Переходные процессы в САУ

Основные параметры переходного процесса. Переходная функция. Переходные функции элементарных звеньев. Импульсная переходная функция. Импульсные переходные функции элементарных звеньев. Реакция САУ при произвольном входном воздействии. Интеграл Дюамеля. Примеры вычисления интеграла Дюамеля.

### 2. Устойчивость САУ

#### 2.1. Устойчивость САУ

Определение устойчивости по Ляпунову. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий Гурвица для случаев  $n=2,3,4$ . Необходимое условие устойчивости САУ (критерий Стодолы). Область устойчивости в пространстве параметров – гипербола Вышнеградского для охваченных отрицательной обратной связью трёх последовательно соединённых звеньев: двух апериодических и одного интегрирующего. Метод D-разбиения по одному и по двум параметрам; его применение к задаче Вышнеградского. z-преобразование. Анализ устойчивости и точности дискретных систем управления.

### 3. Метод частотных характеристик

#### 3.1. Частотные характеристики

Виды частотных характеристик. Частотные характеристики интегрирующего звена. Частотные характеристики апериодического звена. Логарифмические частотные характеристики САУ. Логарифмические частотные характеристики интегрирующего звена. Логарифмические частотные характеристики апериодического звена.

#### 3.2. Частотные критерии устойчивости

Критерий устойчивости Михайлова. Кривые Михайлова для устойчивых САУ различного порядка. Критерий устойчивости Найквиста. Критерий устойчивости Найквиста на примере неустойчивого апериодического звена. Синтез корректирующих устройств.

#### 4. Математические модели нелинейных САУ

##### 4.1. Математические модели нелинейных САУ

Метод фазового пространства. Типы состояний равновесия, особые траектории, скользящие режимы. Типы особых точек фазовых портретов нелинейных систем: правила классификации. Особая точка типа узел: устойчивый, неустойчивый, вырожденный. Особые точки типа седло и фокус. Особая точка типа фокус: устойчивый и неустойчивый. Особая точка типа центр. Особые точки фазовых портретов нелинейных систем. Определение типа изолированных особых точек. Линеаризация нелинейных систем вблизи особых точек. Общие правила построения фазовых портретов нелинейных систем. Метод припасовывания при нахождении переходного процесса в нелинейных системах.

#### 5. Анализ устойчивости нелинейных САУ

##### 5.1. Анализ устойчивости нелинейных САУ

Метод точечного преобразования. Типы диаграмм точечного преобразования в явном виде. Типы диаграмм точечного преобразования в параметрической форме. Метод гармонической линеаризации. Коэффициенты гармонической линеаризации. Вычисление таких коэффициентов для различного вида нелинейностей. Нахождение предельного цикла методом гармонической линеаризации. Устойчивость предельного цикла, найденного методом гармонической линеаризации. Частотный метод определения симметричных автоколебаний. Анализ устойчивости нелинейных систем управления методом Ляпунова, методом Лурье. Частотный критерий Попова.

#### 6. Основы управления нелинейными системами

##### 6.1. Основы управления нелинейными системами

Метод скоростного градиента. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Релейный и пропорциональный закон регулирования. Управление первыми интегралами динамической системы. Основы управления многочастотными колебательными системами. Метод осреднения Крылова – Боголюбова. Нормализация переменных состояния. Решение порождающей системы. Замена переменных для перехода к медленно изменяющимся переменным состояния. Элементы орбиты. Процедура усреднения уравнений колебаний маятника с двумя степенями свободы на подвижном основании. Метод осреднения скалярной функции Лагранжа. Уравнения Гамильтона. Управление движением чувствительного элемента гироскопа класса обобщённого маятника Фуко.

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

1. Метод D-разбиения.;
2. Переходные процессы при различных управляющих сигналах;
3. Устойчивость САУ. Критерий Гурвица.;
4. Синтез устойчивых САУ.;
5. Логарифмические частотные характеристики;
6. Преобразование Лапласа;
7. Критерии Михайлова и Найквиста;
8. Нахождение предельных циклов методом Гармонической Линеаризации;
9. Определение типов особых точек в нелинейных системах;
10. Построение Фазовых портретов методом изоклин для релейного типа нелинейностей;
11. Частотные характеристики: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ.;
12. Структурные схемы и их свертывание;

13. Нахождение переходной функции.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Фазовые портреты нелинейных систем.;
2. Метод гармонической линеаризации.;
3. Исследование зависимости устойчивости от параметров ЛОСАУ;
4. Построение ЛОСАУ с заданными характеристиками.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Описание систем автоматического управления"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость САУ"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Метод частотных характеристик"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математические модели нелинейных САУ"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Анализ устойчивости нелинейных САУ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы управления нелинейными системами"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Описание систем автоматического управления"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость САУ"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Метод частотных характеристик"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математические модели нелинейных САУ"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ устойчивости нелинейных САУ"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы управления нелинейными системами"

### **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>								
методы исследования линейных САУ во временной области	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>	+						Контрольная работа/Контрольная работа: «Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа»
методы исследования линейных САУ в частотной области	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>			+				Расчетно-графическая работа/Выполнение части 3 РГР "Линейные САУ"
методы исследования устойчивости режимов нелинейных САУ	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>					+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Метод гармонической линеаризации»
методы исследования устойчивости линейных САУ	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>		+					Контрольная работа/Контрольная работа: «Критерии устойчивости ЛОСАУ»
методы описания нелинейных систем автоматического управления	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>				+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Фазовые портреты нелинейных систем»
методы описания линейных систем автоматического управления	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>	+						Контрольная работа/Контрольная работа: «Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки»
основные методы управления нелинейными САУ	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>						+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы управление нелинейными системами
<b>Уметь:</b>								
исследовать динамику линейных САУ во временной области	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>	+						Расчетно-графическая работа/Выполнение части 1 РГР "Линейные САУ" Контрольная работа/Контрольная работа: «Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа»
проводить анализ частотных характеристик САУ и применять их для исследования устойчивости	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>			+				Расчетно-графическая работа/Выполнение части 3 РГР "Линейные САУ"
составлять передаточные функции	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>	+						Расчетно-графическая работа/Выполнение части 1

линейных САУ								РГР "Линейные САУ" Контрольная работа/Контрольная работа: «Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки»
исследовать нелинейные САУ на предельные циклы	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>					+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Метод гармонической линеаризации»
исследовать особые точки нелинейных САУ	ИД-14 <sub>ОПК-1</sub>				+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Фазовые портреты нелинейных систем»
проводить анализ динамики нелинейных САУ в математических пакетах	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>						+	Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: «Построение системы управления нелинейной САУ»
проводить анализ САУ, используя математические пакеты	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>	+	+	+				Лабораторная работа/Защита ЛР по блоку "Линейные САУ"
проводить синтез законов управления некоторыми классами нелинейных систем	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>						+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы управление нелинейными системами Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: «Построение системы управления нелинейной САУ»
исследовать устойчивость САУ и подбирать параметры из условия устойчивости	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>		+					Расчетно-графическая работа/Выполнение части 2 РГР "Линейные САУ" Контрольная работа/Контрольная работа: «Критерии устойчивости ЛОСАУ»
проводить анализ функционирования САУ по результатам экспериментов	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>						+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы управление нелинейными системами

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **5 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа: «Критерии устойчивости ЛОСАУ» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа: «Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа: «Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение части 1 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение части 2 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)
3. Выполнение части 3 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита ЛР по блоку "Линейные САУ" (Лабораторная работа)

###### **6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы «Фазовые портреты нелинейных систем» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы «Метод гармонической линеаризации» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчетное задание: «Построение системы управления нелинейной САУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы управление нелинейными системами (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### Экзамен (Семестр №5)

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

###### Экзамен (Семестр №6)

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

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Адамов, Б. И. Исследование линейных стационарных систем автоматического управления : учебное пособие по курсу "Теория автоматического управления" по направлениям "Прикладная механика", "Мехатроника и робототехника" / Б. И. Адамов, А. Б. Гавриленко, И. В. Меркурьев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1833-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9188;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9188)

2. Д. П. Ким- "Теория автоматического управления", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2007 - (440 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280)

### 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. Антиплагиат ВУЗ;
6. Scilab.

### 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

5. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-415, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	С-200, Компьютерный класс каф.	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный

	"РМДиПМ"	
	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Б-420, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория автоматического управления

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа: «Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа: «Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа: «Критерии устойчивости ЛОСАУ» (Контрольная работа)
- КМ-4 Выполнение части 1 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Выполнение части 2 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Выполнение части 3 РГР "Линейные САУ" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Защита ЛР по блоку "Линейные САУ" (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	7	11	12	13	14	15
1	Описание систем автоматического управления								
1.1	Описание систем автоматического управления во временной области		+	+		+			+
1.2	Методы передаточных функций и структурных схем		+			+			+
1.3	Переходные процессы в САУ			+		+			
2	Устойчивость САУ								
2.1	Устойчивость САУ				+		+		+
3	Метод частотных характеристик								
3.1	Частотные характеристики							+	+
3.2	Частотные критерии устойчивости							+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	10	10	10	10

#### 6 семестр

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

- КМ-8 Защита лабораторной работы «Фазовые портреты нелинейных систем» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Защита лабораторной работы «Метод гармонической линеаризации» (Лабораторная работа)

- работа)
- КМ-10 Защита лабораторной работы управление нелинейными системами (Лабораторная работа)
- КМ-11 Расчетное задание: «Построение системы управления нелинейной САУ» (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11
		Неделя КМ:	7	7	11	13
1	Математические модели нелинейных САУ					
1.1	Математические модели нелинейных САУ		+			
2	Анализ устойчивости нелинейных САУ					
2.1	Анализ устойчивости нелинейных САУ			+		
3	Основы управления нелинейными системами					
3.1	Основы управления нелинейными системами				+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	40