

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ 1


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.11.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 12 часов;
Практические занятия	5 семестр - 12 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 117,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Интервью Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)


Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e


(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении 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, основными алгоритмами математического моделирования процессов управления и функционирования систем с учётом внешних возмущений;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений автоматического управления при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий;
- ознакомление с историей и логикой развития автоматического 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
ПК-11 способностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов		знать: - методы и средства моделирования процессов управления. уметь: - проводить синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств; - проводить расчёт и выбор исполнительных элементов, вести анализ устойчивости, точности и качества процессов управления, проводить регулировочные расчёты.
ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин		знать: - параметры и характеристики различных схем управления робототехническими и мехатронными системами; - строить механическую модель робототехнической системы. уметь: - проводить моделирование и анализ переходных процессов систем управления; - составлять структурные схемы систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Линейную алгебру и аналитическую геометрию
- знать Высшую математику
- знать Математический анализ
- знать Теоретическую механику
- знать Электротехнику и электронику
- знать Информатику

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	Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)	10	5	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к устному опросу по разделу "Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 1 [2], 6-38 [3], 15-41</p>
1.1	Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	Составление уравнений, описывающих поведение САУ	22		2	-	2	-	-	-	-	-	18	-	
2.1	Составление уравнений, описывающих поведение САУ	22		2	-	2	-	-	-	-	-	18	-	

														поведение САУ и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Составление уравнений, описывающих поведение САУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл.2 [2], 43-99 [3], 44-50 [4], 65-70
3	Интегральное преобразование Лапласа и Фурье	22	2	-	2	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Интегральное преобразование Лапласа и Фурье и подготовка к контрольной работе
3.1	Интегральное преобразование Лапласа и Фурье	22	2	-	2	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Интегральное преобразование Лапласа и Фурье" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 3 [3], 50-58 [4], 71-78
4	Устойчивость САУ	24	2	-	2	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u>
4.1	Устойчивость САУ	24	2	-	2	-	-	-	-	-	-	20	-	Изучение материалов по разделу Устойчивость САУ и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Устойчивость САУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 5

														[2], 104-127 [3], 84-102 [4], 231-256
5	Частотные характеристики САУ	30	4	-	4	-	-	-	-	-	-	22	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Расчётное задание предполагает построение частотных характеристик САУ. Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Устойчивость САУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 6 [3], 59-64 [4], 91-95
5.1	Частотные характеристики САУ	30	4	-	4	-	-	-	-	-	-	22	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	12	-	12	-	2	-	-	0.5	84	33.5		
	Итого за семестр	144.0	12	-	12		2		-	0.5		117.5		

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. Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)

1.1. Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)

Основные понятия и определения. Принципы регулирования при построении систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления.

2. Составление уравнений, описывающих поведение САУ

2.1. Составление уравнений, описывающих поведение САУ

Общие принципы составления уравнений автоматических систем. Математические модели. Линеаризация уравнений динамики; линейные математические модели. Анализ статических режимов систем автоматического управления.

3. Интегральное преобразование Лапласа и Фурье

3.1. Интегральное преобразование Лапласа и Фурье

Применение преобразования Лапласа и Фурье для решения линейных дифференциальных уравнений и анализа процессов в системах автоматического управления. Составление и линеаризация уравнений системы автоматического управления движением мобильного, манипуляционного робота, вибрационного гироскопа. Передаточная функция. Передаточные функции простейших звеньев.. Структурные схемы, их преобразование. Основные параметры переходного процесса. Переходная функция. Переходные функции элементарных звеньев. Импульсная переходная функция. Импульсные переходные функции элементарных звеньев.. Теоремы операционного исчисления: теорема разложения, теорема об установившемся значении, теорема о начальном значении, теорема смещения (передаточная функция звена запаздывания).. Реакция САУ при произвольном входном воздействии. Интеграл Дюамеля. Примеры вычисления интеграла Дюамеля.

4. Устойчивость САУ

4.1. 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.

5. Частотные характеристики САУ

5.1. Частотные характеристики САУ

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

3.3. Темы практических занятий

1. Преобразование Лапласа;
2. Структурные схемы и их свертывание;
3. Нахождение переходной функции;
4. Переходные процессы при различных управляющих сигналах;
5. Устойчивость САУ. Критерий Гурвица;
6. Синтез устойчивых САУ;
7. Метод D-разбиения;
8. Частотные характеристики: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ.;
9. Логарифмические частотные характеристики;
10. Критерии Михайлова и Найквиста.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Составление уравнений, описывающих поведение САУ"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Интегральное преобразование Лапласа и Фурье"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость САУ"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Частотные характеристики САУ"

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	
Знать:							
методы и средства моделирования процессов управления	ПК-11(Компетенция)	+		+		+	Интервью/КМ-1. Общие сведения о системах автоматического управления
строить механическую модель робототехнической системы	ПК-12(Компетенция)		+		+	+	Контрольная работа/КМ-3. Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа, построение АЛАЧХ
параметры и характеристики различных схем управления робототехническими и мехатронными системами	ПК-12(Компетенция)		+	+	+	+	Контрольная работа/КМ-2. Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки
Уметь:							
проводить расчёт и выбор исполнительных элементов, вести анализ устойчивости, точности и качества процессов управления, проводить регулировочные расчёты	ПК-11(Компетенция)		+		+	+	Контрольная работа/КМ-4. Критерии устойчивости ЛОСАУ
проводить синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств	ПК-11(Компетенция)			+			Контрольная работа/КМ-3. Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа, построение АЛАЧХ
составлять структурные схемы систем управления	ПК-12(Компетенция)		+				Расчетно-графическая работа/КМ-5. Частотные характеристики САУ
проводить моделирование и анализ переходных процессов систем управления	ПК-12(Компетенция)		+		+	+	Контрольная работа/КМ-2. Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки

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. КМ-2. Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки (Контрольная работа)
2. КМ-3. Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа, построение АЛАЧХ (Контрольная работа)
3. КМ-4. Критерии устойчивости ЛОСАУ (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-5. Частотные характеристики САУ (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-1. Общие сведения о системах автоматического управления (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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 5 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. Анхимюк, В. Л. Теория автоматического управления : Учебное пособие для электротехнических специальностей вузов / В. Л. Анхимюк, О. Ф. Опейко, Н. Н. Михеев . – 2-е изд., испр . – Мн. : Дизайн ПРО, 2002 . – 352 с. - ISBN 985-452-054-4 .;

3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов . – 4-е изд., перераб. и доп . – СПб. : Профессия, 2007 . – 747 с. – (Специалист) . - ISBN 5-93913-035-6 .;

4. Кудинов Ю. И., Пащенко Ф. Ф., Келина А. Ю.- "Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK). Практикум", Издательство: "Лань", Санкт-

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. SemiSel.

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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. 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	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления 1

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Общие сведения о системах автоматического управления (Интервью)
 КМ-2 КМ-2. Линеаризация, преобразование структурных схем универсальным методом и методом свертки (Контрольная работа)
 КМ-3 КМ-3. Решение линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразований Лапласа, построение АЛАЧХ (Контрольная работа)
 КМ-4 КМ-4. Критерии устойчивости ЛОСАУ (Контрольная работа)
 КМ-5 КМ-5. Частотные характеристики САУ (Расчетно-графическая работа)

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	15	16
1	Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)						
1.1	Общие сведения о системах автоматического управления (САУ)		+				
2	Составление уравнений, описывающих поведение САУ						
2.1	Составление уравнений, описывающих поведение САУ			+	+	+	+
3	Интегральное преобразование Лапласа и Фурье						
3.1	Интегральное преобразование Лапласа и Фурье		+	+	+		
4	Устойчивость САУ						
4.1	Устойчивость САУ			+	+	+	
5	Частотные характеристики САУ						
5.1	Частотные характеристики САУ		+	+	+	+	
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30