

Документ подписан простой электронной подписью.
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 24.02.2023 13:17:07
Уникальный программный ключ:
Восстановление оригинала: 8a460937749c6752632aa7b29f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ
Протокол №3 от 24.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория автоматического управления»

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки: «Электропривод и автоматика»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: Очно-заочная

Новоуральск 2023

	Очно-заочная форма обучения		
Семестр	6	7	6,7
Трудоемкость, ЗЕТ	5	5	10
Трудоемкость, ч.	180 ч.	180	360
Аудиторные занятия, в т.ч.:	52 ч.	52 ч.	104
- лекции	18 ч.	18 ч.	36
-лабораторные занятия	16	16	32
- практические занятия	18ч.	18ч.	36
Самостоятельная работа	128ч.	128ч.	256
Занятия в интерактивной форме	-	-	-
Форма итогового контроля	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	

Автор: Посконный
Г.И. профессор кафедры «Промышленная электроника» НТИ
НИЯУ МИФИ

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа составлена в соответствии с образовательным стандартом (ФГОС-3+) высшего образования, по подготовке бакалавров по направлению : 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Курс «Теория автоматического управления» одним из важнейших в общетеоретической подготовке по профилю «Электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов» и направлен не только на получения знаний, но и выработку определенных навыков и умений. Студент в результате изучения курса должен: приобрести навыки анализа линейных систем автоматического управления (САУ) и компьютерного моделирования; освоить методику математического описания САУ; знать динамические характеристики САУ, типовые звенья линейных систем, критерии устойчивости, влияние параметров системы на устойчивость, основные показатели качества процессов управления и методы их исследования, основные подходы к анализу дискретно-непрерывных систем автоматического управления; быть подготовленными к решению практических задач. Важность изучения теории заключается также и в том, что рассматриваемые принципы построения систем связаны с общими законами управления, значение которых выходят далеко за рамки технических задач. Они имеют более широкий общий смысл и могут быть использованы при изучении процессов управления, например в биологии, экономике и др.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Курс «Теория автоматического управления» входит в состав образовательного профессионального цикла раздел «Б1». Изучение курса рекомендуется осуществлять в шестом, седьмом семестрах (3/4 курс).

Для успешного освоения теории автоматического управления у студента должны быть сформированы необходимые компетенции после изучения следующих дисциплин:

- **Высшая математика** (разделы: дифференциальное и интегральное исчисление, функции комплексного переменного, ряды Тейлора, Маклорена, теория дифференциальных уравнений);
- **Преобразование Лапласа** (разделы: свойства преобразования Лапласа, способы перехода от изображений к оригиналу, применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений);
- **Теоретические основы электротехники** (разделы: теория линейных электрических цепей; переходные процессы в линейных цепях и методы их расчёта);

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения курса «Теория автоматического управления» (согласно компетентностной модели выпускника, завершившего обучение по программе бакалавриата «Электроэнергетика и электротехника») направлен на формирование:

Таблица 1 Компетенции, реализуемые при изучении дисциплины

Код компетенции	Компетенции
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК -4	способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
Воспитательные компетенции	
В-15	Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) знать

- методы математического описания различных систем электропривода и автоматике ;
- принципы построения автоматических систем и законы управления;
- методы математического описания различных систем автоматического управления;
- динамические характеристики систем;
- типовые звенья линейных систем;
- критерии устойчивости и влияние параметров системы на устойчивость;
- основные показатели качества процессов управления и методы их оценки.

2) уметь

- выполнять математическое описание физических процессов и явлений;
- выполнять математическое описание систем автоматического управления;
- находить динамические характеристики систем;
- оценивать устойчивость систем автоматического управления и выбирать параметры систем, необходимые для обеспечения устойчивости;
- оценивать качество процессов управления;
- экспериментально определять динамические характеристики систем;
- пользоваться учебной и справочной литературой по дисциплине, ресурсами сети Интернет для получения необходимой информации и при выполнении самостоятельной работы;

3) владеть

- методами выполнения математического описания физических процессов и явлений, математического описания систем автоматического управления;
- методами нахождения динамических характеристик систем;
- умениями оценивать устойчивость систем автоматического управления и выбирать параметры систем, необходимые для обеспечения устойчивости;
- умениями оценивать качество процессов управления;

- навыки поиска информации в учебной, справочной, методической литературе (в иных источниках, включая ресурсы сети Интернет) для решения поставленных задач теоретической, практической, экспериментальной направленности;

- методы обработки и анализа результатов эксперимента; навыки оформления текстовой технической документации согласно требованиям СТО и ГОСТ.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение лекционных, практических и лабораторных занятий (в часах) по учебным неделям

4.1.1 лекционные часы

6 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	-	2	-	2	-	2	-	2

7 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	-	2	-	2	-	2	-	2

4.1.2 часы практических занятий

6 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2

7 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2

4.1.3 часы лабораторных занятий

6 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	4	-	4	-

7 семестр

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Часы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	4	-	4	-

4.2 Структура курса «Теория автоматического управления»

Трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 часов)

4.2.1 семестр (180 часа – 5 ЗЕ)

Раздел	Название раздела учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	5	1	1	-	-	-	-
2	Общая характеристика систем автоматического управления. Основные понятия	5	1	3	-	-	1 ч. лек.	-
3	Математические модели объектов управления (ОУ). Структурные схемы	5	2, 3	4	4 (2,4 недели)	-	2 ч. лек. +2 ч.пр.	-
4	Цели, принципы, законы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ)	5	3	2	-	-	1 ч. лек.	-
5	Математическое описание непрерывных САУ. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений ОУ и САУ	5	4, 5	4	4 (6,8 недели)	-	2 ч. лек. +2 ч.пр. +4 ч.ДЗ (5-8 нед.)	ДЗ, КР1
6	Применение преобразования Лапласа для анализа непрерывных САУ. Передаточные функции (К1– преобр-ние структ.схем)	5	5, 6	4	2 (10 нед.)	4 (11 нед.)	2ч. лек. +1 ч.пр. +2 ч.лр. +4 ч.ДЗ (9 - 12 недели) +2 ч.К1	ДЗ, К1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Временные и частотные характеристики САУ	5	7	2	4 (12,14 нед.)	8 (13,15 нед.)	1 ч. лек. +2 ч.пр. +4 ч.лр.	ДЗ
8	Типовые звенья САУ (К2) (самостоятельное изучение)	5	7	2	-	-	1 ч. лек. +8 ч.К2 (7-10нед)	ДЗ, К2
9	Устойчивость САУ. Влияние параметров системы на устойчивость	5	8, 9, 10	8	2 (16 нед)	4 (17 нед.)	4 ч. лек. +1 ч.пр. +2 ч.лр.	ДЗ, КР2
10	Прямые методы исследования качества процессов управления	5	12,14 16	6	2 (16 нед)	-	3 ч. лек. +1 ч.пр.	-
11	Косвенные методы исследования качества процессов управления	5	18	2	-	-	1 ч. лек.	КР3

4.2.2 Семестр (180 часов – 5 ЗЕ)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Статические и астатические САУ	6	1, 2	6	-	-	3 ч.лек.	-
13	Синтез линейных систем автоматического управления	6	3,4,5	10	-	-	5 ч. лек.	-
14	Мат-кое описание САУ в пространстве состояний	6	6-8	8	-	4 часа (11 нед)	4 ч.лек. +2ч.лр.	-
15	Импульсные и цифровые системы автоматического управления	6	9	4	-	4 часа (12 нед)	2ч. лек. +2ч.лр. +20ч.ДЗ (9 –18н)	-
16	Теорема Котельникова. Математическая модель импульсного элемента	6	10,12 14	6	-	4 часа (13 нед)	3 ч.лек. +2ч.лр.	-
17	Передаточные функции цифровых систем без фиксирующего элемента, с фиксирующим элементом	6	16-18	4	-	4 часа (14 нед)	2 ч.лек. +2ч.лр.	-

Примечание: ДЗ - домашнее задание (8 часов); КР – контр–ная работа, выполняемая во время практических занятий; К–конспект самостоятельно изучаемого материала (2 раздела: на раздел К1 – часа, на раздел К2 – 8 часов);

4.3 Календарный план курса «Теория автоматического управления»

4.3.1 – 6 семестр

Неделя	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа				
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Изучение текущего теоретического материала	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	Подготовка к практическим занятиям	Выполнение домашних заданий	Написание реферата, конспекта
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Л1, 2 час.	-	-	-	-	-	-	-
	Л2, 2 час.	-	-	1 час	-	-	-	-
2	Л3, 2 час.	ПР1, 2 часа	-	1 час	-	1 час	-	-
3	Л4, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	-
	Л5, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	-
4	Л6, 2 часа	ПР2, 2 часа	-	1 час	-	1 час	ДЗ	-
5	Л7, 2 часа	-	-	1 час	-	-	1 час	-
	Л8, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К1 (2 часа)
6	Л9, 2 часа	ПР3, 2 часа, КР1	-	1 час	-	1 час	1 час	-
7	Л10, 2 часа	-	-	1 час	-	-	1 час	-
	Л11, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К2 (2 часа)
8	Л12, 2 часа	ПР4, 2 часа	-	1 час	-	1 час	1 час	К2 (2 часа)
9	Л13, 2 час.	-	-	1 час	-	-	1 час	К2 (2 часа)
	Л14, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К2(2 часа)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Л15, часа	ПР5, 2 часа	-	1 час	-	1 час	1 час	-
11	-	-	ЛР1, 4 часа	-	2 час	-	1 час	-
12	Л16, 2 часа	ПР6, 2 часа	-	1 час	-	1 час	1 час	-
13	-	-	ЛР2, 4 часа	-	2 час	-	-	-
14	Л17, 2 часа	ПР7, 2 часа	-	1 час	-	1 час	-	-
15	-	-	ЛР3, 4 часа	-	2 час	-	-	-
16	Л18, 2 часа	ПР8, 2 часа,КР2	-	1 час	-	1 час	-	-
17	-	-	ЛР4, 4 часа	-	2 час	-	-	-
18	Л19, 2 часа	ПР9, 2 часа,КР3	-	1 час	-	1 час	-	-
Всего (час)	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
	Аудиторные занятия – 52 часов			Самостоятельная работа студента в течение се - местра – 128 часов.				

Обозначения:

Л - лекционное занятие,

ПР – практическое занятие;

ДЗ - домашнее задание;

КР – контрольная работа, проводится во время практических занятий;

К – конспект самостоятельно изучаемого материала.

4.3.2 7семестр

Неделя	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа				
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Изучение текущего теоретического материала	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	Подготовка к практическим занятиям	Выполнение домашних заданий	Написание реферата, конспекта
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Л1, 2 час.	-	-	-	-	-	-	-
	Л2, 2 час.	-	-	1 час	-	-	-	-
2	Л3, 2 час.	ПР1, 2 часа	-	1 час	-	1 час	-	-
3	Л4, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	-
	Л5, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	-
4	Л6, 2 часа	ПР2, 2 часа	-	1 час	-	1 час	ДЗ	-
5	Л7, 2 часа	-	-	1 час	-	-	1 час	-
	Л8, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К1 (4 часа)
6	Л9, 2 часа	ПР3, 2 часа, КР1	-	1 час	-	1 час	1 час	-
7	Л10, 2 часа	-	-	1 час	-	-	1 час	-
	Л11, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К2 (4 часа)
8	Л12, 2 часа	ПР4, 2 часа	-	1 час	-	1 час	1 час	К2 (4 часа)
9	Л13, 2 час.	-	-	1 час	-	-	1 час	К2 (4 часа)
	Л14, 2 часа	-	-	1 час	-	-	-	К2(4 часа)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Л15, часа	ПР5, 2 часа	-	1 час	-	1 час	2 час	-
11	-	-	ЛР1, 4 часа	-	2 час	-	2 час	-
12	Л16, 2 часа	ПР6, 2 часа	-	1 час	-	1 час	2 час	-
13	-	-	ЛР2, 4 часа	-	2 час	-	2 час	-
14	Л17, 2 часа	ПР7, 2 часа	-	1 час	-	1 час	2 час	-
15	-	-	ЛР3, 4 часа	-	2 час	-	2 час	-
16	Л18, 2 часа	ПР8, 2 часа,КР2	-	1 час	-	1 час	2 час	-
17	-	-	ЛР4, 4 часа	-	2 час	-	2 час	-
18	Л19, 2 часа	ПР9, 2 часа,КР3	-	1 час	-	1 час	2 час	-
Всего (час)	18	18	16	18	8	9	8	20
	Аудиторные занятия – 52 часа			Самостоятельная работа студента в течение се - местра – 128 часов (в том числе ДЗ)				

Обозначения:

Л - лекционное занятие,

ПР – практическое занятие;

ДЗ - домашнее задание;

КР – контрольная работа, проводится во время практических занятий;

К – конспект самостоятельно изучаемого материала.

4.4 Содержание лекционных занятий по курсу «Теория автоматического управления»

4.4.1 – 6 семестр (18часов)

Неделя	Часы	Лекции	Темы и разделы лекционных занятий
1	2	3	4
1	2	Л1, Л2	Общая характеристика систем автоматического управления. Основные понятия и определения. Рабочие операции и операции управления; автоматические и автоматизированные системы
2, 3	2	Л3, Л4	Объекты автоматического регулирования и управления. Статические характеристики. Структурные схемы объектов
3	1	Л5	Классификация систем автоматического управления (САУ). Цели, принципы, законы управления. Примеры систем
4, 5	2	Л6, Л7	Математическое описание САУ. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений ОУ и САУ. Операторная форма записи дифференциальных уравнений
5	1	Л8	Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений и анализа непрерывных САУ. Основные теоремы преобразования Лапласа
6	1	Л9	Описание обобщенной системы автоматического управления с обратными связями. Передаточные функции системы по управлению, по возмущению, по ошибке
7	2	Л10, Л11	Временные и частотные характеристики системы. Импульсная весовая функция системы, переходная характеристика, АЧХ, ФЧХ, АФХ, ЛЧХ
8	1	Л12	Типовые звенья системы автоматического управления. Простейшие звенья, звенья первого порядка, второго порядка, их динамические характеристики
9 – 10	3	Л13 – Л15	Устойчивость САУ. Алгебраические критерии устойчивости. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова, Найквиста
12 – 18	4	Л16 – Л19	Качество процессов управления. Прямые и косвенные методы оценки качества процессов управления. Основные показатели

4.4.2 – 7 семестр

Неделя	Часы	Лекции	Темы и разделы лекционных занятий
1	2	3	4
1,2	3	Л1- Л3	Статические и астатические САУ. Коэффициенты ошибок. Линейные и квадратичные интегральные оценки качества управления.
3,4,5	5	Л4-Л8	Синтез линейных систем автоматического управления. Общая характеристика задач синтеза. Синтез путем введения ОС. Корректирующие устройства (КУ). Основные схемы включения. Методы синтеза КУ.
6,7,8	4	Л9-12	Математическое описание САУ в пространстве состояний. Основные понятия.
9	2	Л13,14	Импульсные и цифровые системы автоматического управления. Классификация. Виды модуляции. Преобразование сигналов. Особенности импульсных сигналов.
10,12,14	3	Л15-Л17	Теорема Котельникова. Математическая модель импульсного элемента. Понятие о решетчатых функциях и разностях. Дискретное преобразование Лапласа. Свойства периодичности, линейности, смещения аргумента в области оригинала. Изображение по Лапласу конечных разностей. Теоремы о предельных значениях.
16,18	2	Л18-Л19	Передаточные функции разомкнутых цифровых систем без фиксирующего элемента, с фиксирующим элементом. Передаточные функции замкнутых цифровых систем. Математические модели объектов управления цифровых систем. Устойчивость и критерии устойчивости цифровых систем.

Темы практических занятий

6 семестр (18 часов)

Неделя семестра, количество часов	Раздел курса, порядковый номер занятия	Тема практического занятия	Мероприятие по текущему аудиторному контролю знаний

1	2	3	4
2 2 часа	Раздел 3 ПР1	Математические модели объектов управления (ОУ). Структурные схемы	-
4 2 часа	Раздел 5 ПР2	Математическое описание непрерывных САУ. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений ОУ и САУ	-
6 2 часа	Раздел 5 ПР3	Математическое описание непрерывных САУ. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений ОУ и САУ	-
8 2 часа	Раздел 6 ПР4	Применение преобразования Лапласа для анализа непрерывных САУ. Передаточные функции	КР1
10 2 часа	Раздел 6 ПР5	Применение преобразования Лапласа для анализа непрерывных САУ. Передаточные функции	-
12 2 часа	Раздел ПР6	Временные и частотные характеристики САУ	-
14 2 часа	Раздел 6 ПР7	Временные и частотные характеристики САУ	КР2
16 2 часа	Раздел ПР9	Устойчивость САУ. Влияние параметров системы на устойчивость	-
18 2 часа	Раздел ПР9	Устойчивость САУ. Влияние параметров системы на устойчивость	КР3

4.6 Лабораторный практикум

4.6.1 – 6 семестр (16 часов)

Неделя семестра с учетом деления группы на две	Раздел курса, порядковый номер работы	Название лабораторной работы	Мероприятие по текущему аудиторному контролю знаний

подгруппы			
11 (12)	Раздел ЛР1	Динамические характеристики типовых звеньев систем автоматического управления	T1
13 (14)	Раздел ЛР2	Устойчивость систем. Критерии устойчивости	T2
15 (16)	Раздел ЛР3	Исследование разомкнутых систем автоматического управления	T3
17 (18)	Раздел ЛР4	Исследование замкнутых систем автоматического управления	T4

4.6.1 – 7 семестр (16 часов)

Неделя семестра с учетом деления группы на две подгруппы	Раздел курса, порядковый номер работы	Название лабораторной работы	Мероприятие по текущему аудиторному контролю знаний
11 (12)	13	Синтез системы автоматического управления (4 часа)	T5
13 (14)	13	Синтез системы автоматического управления (4 часа)	T6
15 (16)	14	САУ в пространстве состояний (4 часа)	T7
17 (18)	14	САУ в пространстве состояний (4 часа)	T8

Подготовленность студента к выполнению лабораторных работ осуществляется путем устного опроса (по контрольным вопросам методического пособия к выполнению лабораторных работ и тестам).

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса «Теория автоматического управления» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия (126 часов) проводятся в форме лекционных, практических и лабораторных занятий. Для контроля усвоения студентами разделов данного курса применяются тестовые технологии (на кафедре формируется специальный банк контрольно-измерительных материалов КИМ). Самостоятельная работа студентов (126 часов) включает в себя изучение лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку к практическим занятиям, лабораторному практикуму, выполнение домашних заданий, составление конспекта лекции заданных разделов. Виды самостоятельной работы и их трудоемкость описаны в п. 5.2.

Для повышения уровня знаний студентов по курсу «Теория автоматического управления» в течение семестра организуются консультации преподавателей (согласно графику консультаций кафедры «Промышленная электроника»). Во время консультационных занятий:

- проводится объяснение непонятных для студентов разделов теоретического курса;
- разъясняются алгоритмы решения задач индивидуальных домашних заданий;
- принимаются задолженности по тестовым и контрольным работам и т.д.

Самостоятельная работа – $128+128=256$ часов.

№	Виды самостоятельной работы, трудоемкость	Часы
1	2	3
бсеместр		
1	Проработка текущего лекционного материала	3 час./лек.
2	Подготовка к практическим занятиям	3 час./зан.
3	Подготовка к лабораторным работам	4 час./работу
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	
	«Основные правила преобразования структурных схем»	12 часа

5	Самостоятельное изучение теоретического материала	
	«Типовые звенья САУ»	18 часов
5	Выполнение домашнего задания «Динамические характеристики звеньев и систем»	18 часов
6	Подготовка к сдаче зачета	27 часов
7 семестр		
1	Проработка текущего лекционного материала	4 час./лек.
2	Подготовка к лабораторным работам	4 час./работу
3	Выполнение домашнего задания «Синтез корректирующего устройства САУ для обеспечения заданных показателей качества»	40 часов
	Подготовка к сдаче зачета	30 часов

В домашнем задании «Динамические характеристики звеньев и систем» необходимо выполнить следующее:

- для заданной электрической схемы записать дифференциальное уравнение и составить структурную схему (начальные условия нулевые);
- преобразовать дифференциальное уравнение по Лапласу, найти изображение выхода;
- определить передаточную функцию электрической цепи;
- определить передаточную функцию электрической цепи, применяя правила преобразования структурных схем;
- определить импульсную весовую функцию $w(t)$, переходную характеристику $h(t)$;
- найти частотную характеристику электрической цепи $H(\omega)$, определить АЧХ, ФЧХ, построить в асимптотическом приближении логарифмические частотные характеристики.

Задание оформить в виде пояснительной записки.

Варианты электрических схем приведены в [10.3.2]

В домашнем задании «Синтез корректирующего устройства САУ для обеспечения заданных показателей качества» необходимо для заданной системы автоматического управления синтезировать КУ для обеспечения заданных показателей качества.

5.3.2 Промежуточный контроль успеваемости осуществляется путем контроля:

- выполнения домашнего задания (сроки выдачи и сдачи домашнего задания приведены в календарном плане курса (п.4.2));
- подготовки к контрольным и тестовым работам (сроки проведения аудиторных контрольных мероприятий указаны в календарном плане курса (п.4.2));
- самостоятельно изучаемого материала теоретического курса.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговый контроль по окончании освоения дисциплины «Теория автоматического управления» проводится в форме зачёта и экзамена.

До экзамена допускаются студенты, получившие зачет по данному курсу. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

6.1 Зачёт

Критерии для получения зачёта:

- посещение не менее 85% лекционных и практических занятий; с предоставлением конспекта материала лекций по темам пропущенных занятий;
- своевременное выполнение лабораторных работ ЛР1-ЛР4 предоставление отчетов о проделанных работах и их защита;
- успешное выполнение контрольных аудиторных работ КР1-КР3;
- выполнение домашнего задания;
- предоставление конспекта самостоятельно изученного теоретического материала.

6.2 Экзамен

До экзамена допускаются студенты, получившие зачет по данному курсу.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

Теоретические вопросы, выносимые на экзамен, приведены в разделе 7, а тематика

задач, предлагаемых для решения на экзамене, приведена в разделе 8.

Критерии для получения положительной оценки на экзамене:

– оценка отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно ставится по результатам решения задачи и письменного ответа на теоретические вопросы экзаменационного билета; для получения оценки «удовлетворительно» необходимо в обязательном порядке правильно решить задачу, а «хорошо» и «отлично» выставляются в зависимости от наличия и качества ответов на теоретические вопросы.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

- 1. Общая характеристика систем автоматического управления. Основные понятия и определения:** рабочие операции и операции управления; объекты управления; автоматизированные и автоматические системы; автоматизированные системы управления технологическими процессами; автоматизированные системы управления производством; различие теорий автоматического управления (ТАУ) и регулирования (ТАР).
- 2. Объекты автоматического регулирования (управления) – ОР (ОУ) и системы автоматического регулирования (управления) – САР (САУ).** Статические характеристики (какие?) регулирования и управления. Примеры: гидравлический резервуар, двигатель постоянного тока независимого возбуждения.
- 3. Структурные схемы объектов регулирования и управления.** Понятие «структурная схема» как вид конструкторской документации (пример). Понятие «структурная схема» с позиций теории управления. Структурные элементы. Примеры структурных схем: гидравлический резервуар, двигатель постоянного тока независимого возбуждения.
- 4. Цели, реализуемые САУ, принципы (разомкнутого управления, компенсации, принцип обратной связи) и законы регулирования и управления (пропорциональный – П, пропорционально-интегральный – ПИ, пропорционально-интегрально-дифференциальный – ПИД).**

- 5. Классификация САУ** (аналоговые (непрерывные), цифровые, дискретные).
Примеры непрерывных САУ: поплавковый регулятор уровня жидкости, система стабилизации напряжения генератора постоянного тока.
- 6. Математическое описание САУ.**
 - 6.1 Составление и линеаризация дифференциальных уравнений ОУ и САУ.**
 - 6.2 Символическая (операторная) форма записи дифференциальных уравнений.**
 - 6.3 Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений** (изображение оригиналов и их производных с учетом начальных условий; изображение решения дифференциального уравнения, понятие передаточной функции, теорема разложения).
 - 6.4 Применение преобразования Лапласа для анализа непрерывных САУ**(собственный полином системы, передаточные функции по управлению, возмущению).
 - 6.5 Описание обобщенной системы с ОС через передаточные функции; передаточные функции системы по управлению, возмущению, по ошибке.**
 - 6.6 Временные характеристики системы** (импульсная весовая функция системы, переходная характеристика).
 - 6.7 Частотные характеристики системы** (АЧХ, ФЧХ, АФХ, ЛЧХ).
- 7. Основные правила преобразования структурных схем** (перемещение сумматора через узел разветвления; перемещение звена через узел разветвления, перемещение звена через сумматор).
- 8. Типовые звенья системы автоматического управления** (простейшие звенья, звенья первого порядка, колебательные звенья второго порядка) и их динамические характеристики.
- 9. Частотные характеристики САУ.**
- 10. Общее понятие устойчивости САУ**
- 11. Устойчивость и корни характеристического уравнения** (общая постановка задачи устойчивости по Ляпунову А.М.).

12. Алгебраические критерии устойчивости.

13. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента.

14. Критерий устойчивости Михайлова.

15. Качество процессов регулирования. Прямые методы. Косвенные методы.
Показатели качества.

8 ТЕМАТИКА ЗАДАЧ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

В экзаменационные билеты включены задачи, заимствованные из [11.1.3], а также разработанные автором программы. Предполагается, что студент в процессе самостоятельного изучения теоретического материала, выполнения домашнего задания, выполнения лабораторных работ приобрел для этого соответствующие навыки и умения.

1 тема – дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев.

2 тема – структурные схемы систем и их преобразование, передаточные функции систем.

3 тема – частотные характеристики систем.

4 тема – устойчивость линейных систем.

9 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ» ФОС

9.1. Закрытые задания:

№ п/п	Задание	Ответ
1	2	3
1	Рабочими операциями и операциями управления в теории автоматического управления называются	1. целенаправленные процессы; 2. организованные действия; 3. различные невязанно связанные действия; 4. упорядоченные совокупности действий;
1	2	3

2	Замена труда человека в рабочих операциях является	<ol style="list-style-type: none"> 1. механизацией труда; 2. автоматизацией труда; 3. частичной автоматизацией труда; 4. частичной механизацией труда.
3	Автоматической называют системы, в которых	<ol style="list-style-type: none"> 1. операции управления полностью выполняются техническими устройствами, а рабочие операции – только частично; 2. рабочие операции полностью выполняются техническими средствами – машинами, а операции управления – только частично; 3. операции управления и рабочие операции полностью выполняют технические устройства;
4	Объектами управления являются	<ol style="list-style-type: none"> 1. технические средства – машины и механизмы; 2. орудия труда; 3. средства механизации; 4. средства автоматизации; 5. наиболее ответственные части рабочих операций;

1	2	3
5	Регулированием называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. формирование управляющих воздействий, обеспечивающих требуемый режим работы объекта управления; 2. частный вид управления, когда задачей является обеспечение постоянства какой-либо выходной величины объекта управления; 3. управление, осуществляемое без непосредственного участия человека; 4. процесс формирования воздействия, подаваемого на вход системы или устройства; 5. воздействие, компенсирующее влияние внешней среды на систему

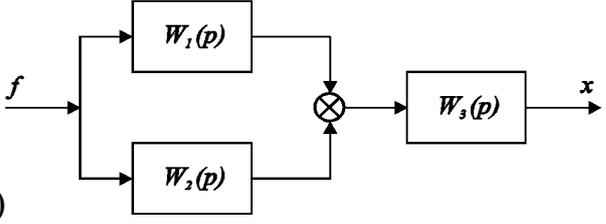
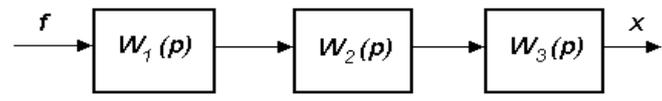
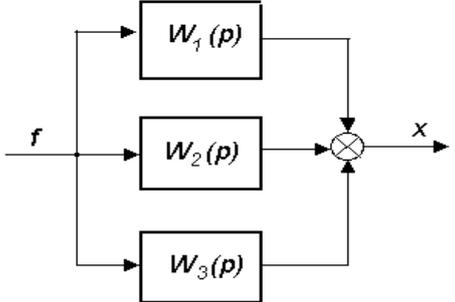
9.2. Открытые задания:

№ п/п	Задание	Ответ
	Задан объект управления (ОУ), на вход которого в общем случае подается входное воздействие $x(t)$, а результате чего на выходе формируется сигнал $y(t)$.	
6	Уравнение статики такого ОУ	$y = f(x)$
7	Статическая характеристика объекта управления является монотонно убывающей, если производная	$\frac{\partial y}{\partial x} < 0$
8	Статическая характеристика объекта управления является экстремальной, если производная	$\frac{\partial y}{\partial x} = 0$ при $x = x_{opt}$ и меняет знак при $x < x_{opt}$ И $x > x_{opt}$
9	Статическая характеристика ОУ является линейной, если уравнение статики имеет	$y = a + kx$

	следующий вид (записать уравнение в общем виде):	
10	Линеаризация нелинейных дифференциальных уравнений и уравнений статики основано на разложении функций в ряд ...	Тейлора

9.3. Тестовые задания на соответствие:

№ п/п	Задание	Ответ
11	<p>Данной структурной схеме системы соответствуют следующие передаточные функции:</p> <p>1. $W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)}$</p> <p>2. $W(p) = \frac{1}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)}$</p>	<p>а) – передаточная функция по ошибке;</p> <p>б) – передаточная функция по управляющему воздействию;</p> <p>в) – передаточная функция по возмущающему воздействию;</p> <p>г) – передаточная функция разомкнутой системы;</p>

12	<p>Для приведенных структурных схем эквивалентные передаточные функции равны:</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$ 2. $W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$ 3. $\frac{W_1(p)W_2(p)}{1 + W_1(p)W_2(p)W_3(p)}$ 4. $(W_1(p) + W_2(p)) \cdot W_3(p)$
13	<p>Приведенные передаточные функции соответствуют следующим типовым звеньям систем автоматического управления:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $W(s) = k$ 2. $W(s) = \frac{k}{s}$ 3. $W(s) = \frac{k}{1 + T \cdot s}$ 4. $W(s) = k \cdot s$ 	<p>а) – дифференцирующее звено; б) – инерционное звено первого порядка; в) – пропорциональное звено; г) – идеальное интегрирующее звено; д) – форсирующее звено; е) – инерционно-форсирующее звено;</p>

9.4. Тестовые задания на упорядочение:

№ п/п	Задание	Ответ
14	<p>Установите правильную последовательность (алгоритм) анализа устойчивости САУ по критерию Михайлова: 1. поиск передаточной функции системы;</p>	3-1-2-4-5

	2. замена в характеристическом полиноме передаточной функции системы переменной Лапласа s на $j\omega$; 3. преобразование дифференциального уравнения системы по Лапласу; 4. построение годографа Михайлова; 5. принятие решения об устойчивости системы	
15	Установите правильную последовательность (алгоритм) анализа устойчивости САУ по критерию Гурвица: 1. составление главного определителя Гурвица; 2. преобразование дифференциального уравнения системы по Лапласу; 3. определение порядка характеристического уравнения n ; 4. поиск передаточной функции системы; 5. нахождение определителей Гурвица низших порядков – $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \dots$; 6. принятие решения об устойчивости системы	2-4-3-1-5-6

10 Учебно-методические материалы

10.1 Основная литература

10.1.1 Теория автоматического управления: Учеб. для вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». В 2-х частях. Ч. 1,2. / Н.А. Бабаков и др.; Под ред. А.А. Воронова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВШ, 1986.

10.1.2 Теория автоматического управления: Учеб. для вузов/ С.Е.Душин, Н.С.Зотов, Д.Х. Ихмаев и др.; Под ред. В.Б.Яковлева.– М.: Высшая школа, 2003.–567 с.: ил.

10.1.3 Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под ред. В.А. Бесекерского. –5-е изд., перераб. – М.: Наука, 1978, 512 стр.

10.2 Дополнительная литература

10.2.1 Математические основы теории автоматического регулирования. Т.Т. 1, 2. / В.А. Иванов, В.С. Медведев, Б.К. Чемоданов, А.С. Ющенко. Под ред. Б.К. Чемоданова – М.: Высш. шк., 1977.

10.2.2 Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. – М., «Солон – Р», 1999. – 506 с., ил.

10.2.3 Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 304 с.: ил.

10.3 Методические материалы

10.3.1 Методические указания по применению системы автоматизированного проектирования электронных схем «Electronics Workbench». Структура окна и система меню. Создание схем. Компоненты Electronics Workbench. Часть 1. – Нововуральск, 2002. – 35 с.

10.3.2 Посконный Г.И. Теория сигналов и систем. Сборник задач и домашних заданий для студентов специальности 210106 «Промышленная электроника» – Новоуральск: 2009. – 29 с.: ил.

10.3.3 Посконный Г.И. Динамические характеристики типовых звеньев систем автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория автоматического управления» для студентов всех форм обучения по специальности 210106 «Промышленная электроника». – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2010. – 14 с.

10.3.4 Посконный Г.И. Исследование разомкнутых систем автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория автоматического управления» для студентов специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2011. – 24 с.

10.3.5 Карякина М.Г. Методическое пособие для выполнения лабораторной работы по теме: «Устойчивость систем. Критерии устойчивости» по курсу «Теория автоматического управления» для специальностей 210100, 200400 дневной и вечерней форм обучения. – Новоуральск: НГТИ, 2005. – 24 с.

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и

материалами. В библиотечном фонде представлены необходимые учебные пособия согласно нормативам ФГОС. Все рекомендуемые методические пособия и материалы по курсу имеются в электронном виде, на бумажных носителях, представлены в УМКД. Пособия хранятся на кафедре «Промышленная электроника» (аудитория 517). Электронные копии пособий также могут индивидуально предоставляться студентам по их запросу на кафедре.

Студенты своевременно обеспечиваются индивидуальными вариантами домашних заданий. Варианты заданий имеются в электронном виде и представлены в УМКД.

Студенты обеспечиваются методическими пособиями и руководствами по выполнению лабораторных работ - не позднее, чем за две недели до проведения лабораторного практикума.

Лабораторные работы по курсу осуществляются в специализированной лаборатории. Студенты проходят первичный инструктаж по технике безопасности.

Автор: Посконный Г.И.
профессор кафедры «Промышленная электроника» НТИ НИЯУ МИФИ

Программа одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника»

Протокол № ____ от «__» _____ 20 ____ г.

Дополнения и изменения

к рабочей программе на 20___/___ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭ

«___»_____20___г.

Зав. кафедрой ПЭ к. т. н., доцент

Г.С. Зиновьев

Дополнения и изменения

к рабочей программе на 20___/___ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭ

«___» _____ 20___ г.

Зав. кафедрой ПЭ к. т. н., доцент

Г.С. Зиновьев

Внесенные изменения утверждаю:

Зам. руководителя по УР

_____ Г.С. Зиновьев

«___» _____ 20___ г.

Программа действительна:

на 20___/___ уч. год _____ (зав. кафедрой ПЭ)

