

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Теория автоматического управления»

Направление подготовки бакалавров 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Типы задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский, сервисно-эксплуатационный

Форма обучения – очная, заочная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 2021 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ _____ Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки _____ О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теория автоматического управления» является приобретение студентами знаний в области управления техническими объектами и процессами, изучения математических и инженерных методов описания, анализа и синтеза непрерывных, дискретных, нелинейных, стохастических и оптимальных систем автоматического управления (САУ).

Задачами дисциплины являются:

- **изучение** моделей, типов и основных характеристик элементов и систем управления;
- **приобретение** знаний по общим принципам и методам построения автоматических систем управления техническими объектами, анализа и синтеза САУ;
- **овладение** методами математического описания и моделирования элементов и систем управления техническими объектами;
- **формирование** умений и практических приемов разработки модельного, алгоритмического и программного обеспечения для исследования систем управления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика», «Теоретическая механика», «Электротехника», «Электроника», «Программирование и основы алгоритмизации».

Знания, полученные при освоении курса, используются при изучении дисциплин: «Технические средства автоматизации и управления», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Моделирование систем управления», «Проектирование автоматизированных систем», «Методы оптимального управления», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Основные принципы системного анализа технических объектов и систем.

Уметь:

У1. Применять принципы системного анализа к управлению техническими объектами и системами.

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-6.1. Реализует намеченные цели с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Основные принципы технического образования и развивать свои навыки в области математики, программирования, моделирования систем управления.

Уметь:

У2. Применять полученные знания для прохождения производственных практик и получения практических навыков в области автоматизации и управления.

ОПК-1. Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний, положений, законов и методов естественных наук и математики.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.2. Использует математический аппарат и знания математики при анализе, синтезе и моделировании работы средств, отдельных частей и подсистем АСУТП.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Аналитические и экспериментальные методы математического описания систем управления, методы обработки экспериментальных данных.

32. Методы определения устойчивости, переходных процессов и показателей качества динамических систем.

Уметь:

У1. Получать математические модели объектов управления.

ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, умений и навыков по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.2. Формулирует задачи управления в технических системах в соответствии с профильными разделами математических дисциплин.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Методы анализа и синтеза систем автоматического управления, корректирующих и регулирующих устройств в САУ.

Уметь:

У1. Обосновывать выбор структурной схемы системы управления.

У2. Производить структурные преобразования многоконтурных систем.

ОПК-7. Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные

средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-7.1. Производит необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Методы расчета настроек корректирующих и регулирующих устройств в системах автоматического управления.

Уметь:

У1. Использовать методы моделирования, анализа, синтеза и оптимизации работы блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления в среде Octave.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических и лабораторных занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя, выполнение курсовой работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	9	324
Аудиторные занятия (всего)		150
В том числе:		
Лекции		60
Практические занятия (ПЗ)		45
Лабораторные работы (ЛР)		45
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		138+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		35
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- контрольные работы		30
- подготовка к практическим занятиям		25
- подготовка к защите лабораторных работ		25
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		23
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	9	324
Аудиторные занятия (всего)		20
В том числе:		
Лекции		8
Практические занятия (ПЗ)		8
Лабораторные работы (ЛР)		4
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		291+9 (экз.)+4 (зач.)
В том числе:		
Курсовая работа		91
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- контрольные работы		100
- подготовка к практическим занятиям		70
- подготовка к защите лабораторных работ		30
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен, зачет)		9 (экз.)+4 (зач.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение, основные понятия и определения ТАУ	14	2			8+6 (экз.)
2	Фундаментальные принципы построения и функционирования САУ	38	4	3	6	17+10 (экз.)
3	Математическое описание элементов и линейных систем автоматического управления	69	12	7	12	26+10 (экз.)
4	Расчет устойчивости, переходных процессов и анализ качества регулирования в САУ	59	12	5	12	18+10 (экз.)
	Всего часов за 5-й семестр	180	30	15	30	69+36(экз)
5	Методы расчета корректирующих устройств в линейных непрерывных САУ	48	12	14	7	24

6	Элементы теории нелинейных и дискретных систем управления	53	8	8	4	25
7	Случайные процессы в САУ	22	5	4	2	10
8	Методы оптимального управления	21	5	4	2	10
	Всего часов за 6-й семестр	144	30	30	15	69
	Всего на дисциплину	324	60	45	45	138+36(экз.)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение, основные понятия и определения ТАУ	14	1			11+2 (экз.)
2	Фундаментальные принципы построения и функционирования САУ	38	1	1	1	33+2 (экз.)
3	Математическое описание элементов и линейных систем автоматического управления	69	1	2	1	63+2 (экз.)
4	Расчет устойчивости, переходных процессов и анализ качества регулирования в САУ	59	1	1	2	52+3 (экз.)
	Всего часов за 5,6-й семестр	180	4	4	4	159+9(экз.)
5	Методы расчета корректирующих устройств в линейных непрерывных САУ	48	1	1		44+2 (зач.)
6	Элементы теории нелинейных и дискретных систем управления	53	1	1		50+1 (зач.)
7	Случайные процессы в САУ	22	1	1		20
8	Методы оптимального управления	21	1	1		18+1 (зач.)
	Всего часов за 7-й семестр	144	4	4		132+4 (зач.)
	Всего на дисциплину	324	8	8	4	291+9(экз.)+4 (зач.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Введение, основные понятия и определения ТАУ»

Автоматическое управление и регулирование. Динамическая система и режимы ее работы. Функциональная схема процесса управления и ее элементы. Управление и информация. Управление и моделирование. Виды моделей. Управление и ЭВМ. Функции ЭВМ в системах управления.

Модуль 2 «Фундаментальные принципы построения и функционирования САУ»

Основные принципы построения САУ. Алгоритмы функционирования САУ. Программы и законы управления и регулирования. Статическое и астатическое регулирование. Статическая и динамическая ошибки САУ. Классификация САУ по характеру внутренних динамических процессов. Примеры непрерывных, дискретных, линейных, нелинейных автоматических систем. Принцип суперпозиции в линейных САУ (ЛСАУ). Функциональные схемы САУ. Следящие системы. САУ, ее элементы и терминология. Основные требования к поведению САУ в динамике. Типичные воздействия на САУ. Основные типы переходных процессов в САУ.

Модуль 3 «Математическое описание элементов и линейных систем автоматического управления»

Линеаризация дифференциальных уравнений САУ. Динамическое звено. Передаточная функция. Структурная схема САУ. Типовые динамические звенья. Статические характеристики, передаточные функции, дифференциальные уравнения. Временные и частотные характеристики динамических звеньев. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики звеньев. Усилительное, инерционное, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее звенья. Составление дифференциальных уравнений САУ. Моделирование САУ по структурной схеме. Передаточные функции последовательного, параллельного соединений и звена, охваченного обратной связью. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ. Характеристическое уравнение САУ. Преобразование многоконтурной САУ к одноконтурной. Передаточная функция по возмущению. Частотные характеристики замкнутых САУ.

Модуль 4 «Расчет устойчивости, переходных процессов и анализ качества регулирования в САУ»

Понятие об устойчивости САУ. Свойства корней характеристического уравнения, необходимые и достаточные для устойчивости САУ. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста. Статические и астатические системы. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Расчет переходных процессов в САУ с использованием преобразования Лапласа. Построение кривой переходного процесса по вещественной частотной характеристике. Оценка точности САУ в типовых режимах. Теорема о предельном значении оригинала. Показатели качества переходного процесса: время, перерегулирование, показатель колебательности. Коэффициенты ошибок. Интегральные критерии качества.

Модуль 5 «Методы расчета корректирующих устройств в линейных непрерывных САУ»

Улучшение качества процессов регулирования. Типы корректирующих устройств. Синтез последовательного корректирующего устройства методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Синтез корректирующего устройства типа обратной связи. Синтез параллельного корректирующего устройства, обеспечивающего П-, И-, ПИ-, ПИД-законы регулирования. Синтез двух корректирующих устройств (последовательного и в цепи обратной связи). Методы повышения точности САУ. Принцип инвариантности. Комбинированные САУ.

Модуль 6 «Элементы теории нелинейных и дискретных систем управления»

Нелинейные САУ (НСАУ). Основные типы нелинейных элементов. Составление уравнений НСАУ. Особенности процессов управления в НСАУ (устойчивость в большом, малом, целом, автоколебательный режим). Метод фазовой плоскости. Скользящий режим в САУ. Метод изоклин. Устойчивость НСАУ по Ляпунову. Частотный критерий абсолютной устойчивости Попова. Метод гармонической линеаризации. Исследование устойчивости состояния равновесия НСАУ с использованием критерия Михайлова и метода Гольдфарба. Понятие об импульсных САУ (ИСАУ). Виды квантования и модуляции. Структурная схема САУ с амплитудно-импульсной модуляцией. Теорема Котельникова. Решетчатая функция. Разностное уравнение ИСАУ. Z-преобразование. Дискретная передаточная функция замкнутой ИСАУ. Передаточные функции экстраполяторов. Устойчивость ИСАУ. Определение переходных процессов в ИСАУ. САУ с ЦВМ: структурная схема, передаточные функции, переходный процесс.

Модуль 7 «Случайные процессы в САУ»

Характеристики случайных процессов. Белый шум. Прохождение случайного процесса через линейную САУ. Определение передаточных функций формирующих фильтров. Определение дисперсии ошибки на выходе ЛСАУ. Синтез ЛСАУ. Статистическая линеаризация нелинейных элементов.

Модуль 8 «Методы оптимального управления»

Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Синтез закона управления по интегральному критерию качества. Адаптивные САУ. Расчет оптимальной по быстродействию САУ.

5.3. Лабораторные работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ.	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость в часах
Модуль 2 Цель: овладение знаниями по фундаментальным принципам управления	Принципы управления и обратные связи в системах управления	6
Модуль 3 Цель: формирование умений по моделированию динамических звеньев и исследованию их переходных и частотных характеристик	Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев САУ	12

Модуль 4 Цель: овладение знаниями по расчету переходных процессов в системах управления	Расчет переходных процессов в САУ	12
Модуль 5 Цель: освоение метода синтеза регулирующих устройств с использованием ЛАЧХ	Синтез регулятора с заданным законом регулирования методом ЛАЧХ	7
Модуль 6 Цель: овладение методами исследования НСАУ	Исследование НСАУ методами фазовой плоскости и гармонической линеаризации	2
Модуль 6 Цель: формирование знаний по исследованию цифровых систем на основе Z-преобразования	Моделирование и исследование цифровых систем управления	2
Модуль 7 Цель: формирование знаний по оценке качества функционирования автоматических систем в реальных условиях	Случайные процессы в системах автоматического регулирования и управления	2
Модуль 8 Цель: формирование знаний по методам оптимального управления	Синтез закона управления по интегральному критерию качества	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ.	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: овладение знаниями по фундаментальным принципам управления	Принципы управления и обратные связи в системах управления	1
Модуль 3 Цель: формирование умений по моделированию динамических звеньев и исследованию их переходных и частотных характеристик	Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев САУ	1
Модуль 4 Цель: овладение знаниями по расчету переходных процессов в системах управления	Расчет переходных процессов в САУ	2

5.4. Практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий.	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: овладение знаниями по фундаментальным принципам построения САУ	Фундаментальные принципы построения систем управления	3
Модуль 3 Цель: овладение методами расчета передаточных функций многоконтурных систем управления	Составление, преобразование структурных схем САУ и определение передаточных функций систем	7

Модуль 4 Цель: овладение методами применения критериев устойчивости для расчета САУ	Исследование устойчивости и критериев качества переходных процессов в САУ	5
Модуль 5 Цель: овладение методами синтеза корректирующих устройств в следящих системах	Определение вида и параметров последовательного корректирующего устройства в САУ	14
Модуль 6 Цель: формирование знаний по методам исследования устойчивости НСАУ	Исследование устойчивости НСАУ	4
Модуль 6 Цель: овладение знаниями по импульсным САУ и Z-преобразованию	Исследование импульсных САУ	4
Модуль 7 Цель: овладение практическими навыками исследования случайных процессов в системах управления	Формирование случайного процесса и определение ошибки в линейной САУ	4
Модуль 8 Цель: овладение методами оптимального управления	Расчет оптимальной по быстродействию САУ	4

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий.	Примерная тематика занятий и форма их проведений	Трудоем- кость в часах
Модуль 2 Цель: овладение знаниями по фундаментальным принципам построения САУ	Фундаментальные принципы построения систем управления	1
Модуль 3 Цель: овладение методами расчета передаточных функций многоконтурных систем управления	Составление, преобразование структурных схем САУ и определение передаточных функций систем	2
Модуль 4 Цель: овладение методами применения критериев устойчивости для расчета САУ	Исследование устойчивости и критериев качества переходных процессов в САУ	1
Модуль 5 Цель: освоение метода синтеза регулирующих устройств с использованием ЛАЧХ	Синтез регулятора с заданным законом регулирования методом ЛАЧХ	1
Модуль 6 Цель: овладение методами исследования нелинейных систем	Исследование НСАУ методами фазовой плоскости и гармонической линеаризации	1
Модуль 7 Цель: формирование знаний по оценке качества функционирования автоматических систем в реальных условиях	Случайные процессы в системах автоматического регулирования и управления	1
Модуль 8 Цель: формирование знаний по методам оптимального управления	Синтез закона управления по интегральному критерию качества	1

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий в области анализа и синтеза систем управления техническими объектами.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, текущему контролю успеваемости, контрольным работам, экзамену, зачету.

В рамках дисциплины выполняется: 8 по очной и 3 по заочной форме обучения лабораторных работ, охватывающих соответственно модули 2-8 и 2-4. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные лабораторные занятия в часы, отведенные на консультирование с преподавателем. Работы защищаются устным опросом.

В рамках дисциплины проводится 8 по очной и 7 по заочной форме обучения практических занятий, охватывающих модули 2-8.

В последнем семестре студенты выполняют курсовую работу. Возможная тематическая направленность курсовых работ представлена в таблице 5.

Таблица 5. Темы курсовых работ

№ п/п	Модули	Возможная тематика курсовой работы
1.	Модуль 5	Синтез последовательного корректирующего устройства следящего электропривода
2	Модуль 5	Синтез последовательного корректирующего устройства (регулятора с заданным законом регулирования) методом ЛАЧХ
3.	Модуль 5	Синтез корректирующих устройств, включаемых одновременно в прямую цепь и цепь обратной связи следящего привода
4.	Модуль 6	Определение корректирующего устройства в цепи стабилизирующей обратной связи следящего электропривода
5.	Модуль 6	Расчет и моделирование системы управления приводом степени подвижности манипулятора

Контрольные работы выполняются по модулям 2-4 на темы:

1. Расчет передаточных функций САУ.
2. Расчет переходных процессов в САУ.
3. Расчет частотных характеристик звеньев и систем.
4. Критерии устойчивости и качества систем автоматического регулирования.

Контрольные работы выполняются письменно и оцениваются от 3 до 5 баллов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Калининченко, В.С. Основы теории систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1: Теория линейных систем автоматического регулирования и управления / В.С. Калининченко; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2006. - 196 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 193. - Текст: непосредственный. - 50 р. - (ID=61611-5)

2. Калининченко, В.С. Основы теории систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие. Ч. 2: Статистическая теория, нелинейные и импульсные системы / В.С. Калининченко, Е.Ю. Гибина; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - 125 с.: ил. - Библиогр.: с. 193. - Текст: непосредственный. - 100 р. - (ID=66276-8)

3. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования: учеб. пособие по курсу "Компьютерные технологии в области автоматизации и управления" для магистров напр. 550200 - "Автоматизация и управление"/Б.И. Марголис. -Тверь: ТвГТУ, 2006. - Сервер. - Текст: электронный.- 0- 00.- (ID=61227-1)

4. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования: учеб. пособие по курсу "Компьютер. технологии в области автоматизации и упр." для магистров напр. 550200 - "Автоматизация и упр.": в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Марголис. - Тверь: ТвГТУ, 2006. - 100 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7995-0348-1: 95 р. - (ID=64106-98)

5. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110258>. - (ID=110258-1)

6. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 92 с.: ил. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: [б. ц.]. - (ID=110065-74)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Калининченко, В.С. Учебное пособие к лабораторным работам по курсу "Теория автоматического управления": для спец. 210200 - Автоматизация технол. процессов и пр-в. Ч. 2: Теория нелинейных и дискретных систем автоматического регулирования и управления. Случайные процессы в САР и У / В.С. Калининченко; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2005. - 36 с.: ил. - Библиогр.: с. 36. - Текст: непосредственный. - 25 р. - (ID=22932-5)

2. Калининченко, В.С. Учебное пособие к лабораторным работам по курсу "Теория автоматического управления". Ч. 2: Теория нелинейных и дискретных систем автоматического регулирования и управления. Случайные процессы в САР и У / В.С. Калининченко; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ,

2010. - 50 с.: ил. - Библиогр.: с. 36. - Текст: непосредственный. - 21 р. 20 к. - (ID=84614-7)

7.3. Методические материалы

1. Васильев, В.Г. Численные методы моделирования систем автоматического управления в программной среде LabVIEW: учебное пособие / В.Г. Васильев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-1046-6: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/135267>. - (ID=135267-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Свободно распространяемая среда программирования Octave.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен:

<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/{docId}/121051>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Теория автоматического управления» используются современные средства обучения: наглядные пособия, стенды. Возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора.

Практические занятия и лабораторные работы проводятся в компьютерных классах ХТ-201 на персональных компьютерах с лицензионным программным обеспечением Microsoft Windows и Microsoft Office 2007.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 1. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Автоматическое управление и регулирование. Динамическая система и режимы ее работы.

2. Функциональная схема процесса управления и ее элементы.

3. Основные принципы построения САУ. Алгоритмы функционирования САУ.

4. Статическое и астатическое регулирование. Статическая и динамическая ошибки САУ.

5. Функциональные схемы САУ. Следящие системы.

6. Типичные воздействия на САУ. Основные типы переходных процессов в САУ.

7. Динамическое звено. Передаточная функция. Структурная схема САУ.

8. Моделирование САУ по структурной схеме.

9. Передаточная функция по возмущению.

10. Передаточные функции последовательного, параллельного соединений и звена, охваченного обратной связью.

11. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ.

12. Характеристическое уравнение САУ. Преобразование многоконтурной САУ к одноконтурной.

13. Типовые динамические звенья. Передаточные функции, дифференциальные уравнения.

14. Составление дифференциальных уравнений САУ.
15. Нахождение переходных процессов для элементарных звеньев.
16. Расчет переходных процессов в САУ с использованием преобразования Лапласа.
17. Построение кривой переходного процесса по вещественной частотной характеристике.
18. Оценка точности САУ в типовых режимах. Теорема о предельном значении оригинала.
19. Нахождение переходных процессов методом разложения на простейшие дроби.
20. Нахождение переходных процессов с использованием теоремы разложения.
21. Нахождение переходных процессов систем для случаев действительных, комплексных, кратных корней характеристического уравнения САУ.
22. Понятие об устойчивости САУ. Свойства корней характеристического уравнения, необходимые и достаточные для устойчивости САУ.
23. Критерии качества переходных процессов САУ.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных, ГОСТов, методических указаний по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной

работы с преподавателем, выполнения практических и контрольных работ, защиты лабораторных работ, курсовой работы.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении 2);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Частотные характеристики динамических звеньев. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики звеньев.

2. Частотные характеристики элементарных звеньев.

3. Частотные характеристики регуляторов.

4. Логарифмические частотные характеристики звеньев и систем.

5. Критерий устойчивости Гурвица.

6. Критерий устойчивости Михайлова.

7. Критерий устойчивости Найквиста.

8. Построение асимптотических ЛАЧХ и ЛФЧХ систем.

9. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.

10. Вещественная и мнимая частотные характеристики системы.

11. Показатели качества переходного процесса: время, перерегулирование, степень колебательности.

12. Показатель колебательности замкнутой системы.

13. Построение запретной зоны по заданному показателю колебательности в области обычных и логарифмических АЧХ и ФЧХ.

14. Улучшение качества процессов регулирования. Типы корректирующих устройств.

15. Синтез корректирующих устройств в САУ методом ЛАЧХ с использованием приближенных методов.

16. Синтез корректирующих устройств в САУ методом ЛАЧХ методом приведения замкнутой системы к колебательному звену с заданными характеристиками качества.

17. Синтез регуляторов в САУ методом ЛАЧХ.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время зачета билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом по дисциплине предусмотрена курсовая работа.

1. Шкала оценивания курсовой работы (проекта) – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Темы курсовой работы приведены в разделе 6.2.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 6. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение, структурная схема исследуемой САУ	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Расчет корректирующего или регулирующего устройства	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Построение ЛАЧХ исходной, желаемой систем и корректирующего устройства, запретной зоны	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Программа расчета	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Заключение, список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
6	Оформление работы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
7	Защита	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:
«отлично» – при сумме баллов от 12 до 14;
«хорошо» – при сумме баллов от 10 до 11;
«удовлетворительно» – при сумме баллов от 7 до 9;
«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 7.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных, курсовых работ и всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Теория автоматического управления»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Автоматическое управление и регулирование. Динамическая система и режимы ее работы.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Привести пример структурной схемы замкнутой САУ и написать фрагмент программы в среде Octave, позволяющей ее описать.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Найти переходный процесс для инерционного звена 2-го порядка с $K=3$; $T_1=2$; $T_2=4$ с использованием преобразования Лапласа.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: зав. кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Теория автоматического управления»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Частотные характеристики динамических звеньев. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики звеньев.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 1 балл:

Написать фрагмент программы в среде Octave, позволяющей строить амплитудно-частотную характеристику системы.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Привести формулы и построить логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики для системы 3-го порядка, состоящей из последовательно соединенных колебательного звена с $K=2$; $T=3$; $\xi=0,4$ и инерционного звена 1-го порядка с $K=3$; $T=0,7$.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: зав. кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис