

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2024 г.

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

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии
Типы задач профессиональной деятельности – производственно-технологический,
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2024

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

Разработчик программы: доцент кафедры АТП _____ П.К. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
«_____» _____ 2024 г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ _____ Е.Э. Наумова

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

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы автоматического управления» является приобретение студентами знаний в области управления техническими объектами и процессами, изучения математических и инженерных методов описания, анализа и синтеза 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», «Электротехника», «Электроника».

Знания, полученные при освоении курса, используются при изучении дисциплин: «Схемотехника измерительных устройств», «Математические основы моделирования», «Основы проектирования приборов и систем», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», 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. Выполняет (осуществляет) поиск и критический анализ необходимой информации, обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Основные принципы технического образования в области математики, программирования, моделирования систем управления.

Уметь:

У1. Применять полученные знания для прохождения производственных практик и получения практических навыков в области автоматизации и управления.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Алгоритмы решения задач оптимального управления.

32. Методы решения задач оптимизации с использованием компьютерных технологий.

Уметь:

У1. Выбирать метод решения задачи оптимизации в зависимости от имеющихся ограничений.

У2. Решать задачи оптимального управления с использованием компьютерных технологий.

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения.

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 приборов и комплексов широкого назначения.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Аналитические и экспериментальные методы математического описания систем управления.

32. Методы определения устойчивости и показателей качества линейных динамических систем.

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

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

Уметь:

У1. Получать математические модели объектов управления.

У2. Обосновывать выбор структурной схемы системы управления.

У3. Производить структурные преобразования многоконтурных систем.

У4. Использовать методы моделирования, анализа, синтеза и оптимизации работы блоков и устройств систем автоматизации и управления в среде Octave.

ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-3.3. Проводит вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

31. Знать методы получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Уметь:

У1. Получать математические модели процессов и объектов автоматизации и управления.

У2. Проводить вычислительные эксперименты и осуществлять обработку полученных экспериментальных данных в среде Octave.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

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

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
Аудиторные занятия (всего)		75
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		69
В том числе:		
Курсовая работа		17
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины; - подготовка к защите лабораторных работ.		37 15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Основные понятия и принципы управления	20	4	2		10+4 (экз.)
2	Типовые динамические звенья и их характеристики	24	4	2	4	10+4 (экз.)
3	Характеристики автоматических систем	24	4	2	4	8+6 (экз.)
4	Расчет устойчивости и анализ качества регулирования САУ	23	4	2	4	8+5 (экз.)
5	Корректирующие устройства	26	4	2	6	10+4 (экз.)

6	Оптимизация автоматических систем	22	2	2	2	11+5 (экз.)
7	Представление САУ в пространстве состояний	21	4	1	4	8+4 (экз.)
8	Особенности нелинейных систем управления	20	4	2	6	4+4 (экз.)
Всего на дисциплину		180	30	15	30	69+36(экз.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Основные понятия и принципы управления»

Основные понятия и определения автоматики. Воздействия и сигналы АС. Принципиальная и функциональная схемы АС. Основные функциональные элементы АС. Классификация АС. Принципы автоматического управления. Классификация элементов АС.

Модуль 2 «Типовые динамические звенья и их характеристики»

Дифференциальные уравнения элементов АС. Преобразование Лапласа. Операторная форма записи дифференциального уравнения. Передаточная функция. Типовые динамические звенья АС. Типовые, или стандартные, входные сигналы. Временные характеристики элементов. Переходная функция. Весовая функция. Частотные характеристики элементов. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ). Амплитудная частотная характеристика (АЧХ). Фазовая частотная характеристика (ФЧХ). Логарифмические частотные характеристики. Типовые соединения звеньев АС. Правила преобразования структурных схем.

Модуль 3 «Характеристики автоматических систем»

Законы управления. Передаточная функция АС. Статические характеристики АС. Статическая ошибка. Статические и астатические АС. Порядок астатизма АС. Динамические характеристики АС. Временные характеристики АС. Частотные характеристики АС.

Модуль 4 «Расчет устойчивости и анализ качества регулирования САУ»

Понятие об устойчивости САУ. Свойства корней характеристического уравнения, необходимые и достаточные для устойчивости САУ. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Показатели качества САУ.

Модуль 5 «Синтез САУ»

Основные задачи синтеза САУ. Классификация корректирующих устройств (КУ). Последовательные КУ. Параллельные КУ. Синтез последовательного КУ методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ).

Модуль 6 «Оптимизация автоматических систем»

Постановка задачи оптимизации АС. Градиентные методы поиска минимума функции нескольких переменных. Задача локализации минимумов. Параметрическая оптимизация ПИД – регулятора. Структурная оптимизация ПИД – регулятора.

Модуль 7 «Представление САУ в пространстве состояний»

Понятие пространства состояний. Движение систем в пространстве состояний. Уравнения состояния – выхода. Получение уравнений состояния – выхода по

дифференциальному уравнению САУ. Моделирование многомерных систем в пространстве состояний в среде Octave. Решение уравнений состояния – выхода численными методами в среде Octave.

Модуль 8 «Особенности нелинейных систем управления»

Основные отличия свойств нелинейных систем от свойств линейных систем управления. Релейные статические характеристики. Кусочно–линейные статические характеристики. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости систем управления по Ляпунову. Построение фазовых портретов нелинейных систем на фазовой плоскости. Особые точки и особые линии фазовых портретов. Дифференциальные уравнения систем с одним релейным элементом в пространстве состояний.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных занятий	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: формирование умений по моделированию динамических звеньев и исследованию их переходных и частотных характеристик	Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев САУ	4
Модуль 3 Цель: овладение знаниями по расчету переходных процессов в системах управления	Расчет переходных процессов в САУ в среде Octave	4
Модуль 4 Цель: формирование умений по использованию математических моделей для анализа устойчивости линейных АС	Анализ устойчивости линейных АС по частотным критериям устойчивости	4
Модуль 5 Цель: формирование навыков моделирования КУ в среде Octave	Исследование влияния параметров КУ на качество АС	6
Модуль 6 Цель: формирование навыков оптимизации АС в среде Octave	Параметрическая оптимизация ПИД – регулятора в среде Octave	2
Модуль 7 Цель: формирование навыков моделирования многомерных АС в пространстве состояний	Построение моделей многомерных АС в пространстве состояний	4
Модуль 8 Цель: формирование навыков построения моделей нелинейных систем в среде Octave	Построение фазовых портретов нелинейных систем с релейным элементом в среде Octave	6

5.4. Практические занятия

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

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоем- кость в часах
Модуль 1 Цель: приобретение практических навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений в среде Octave	Решение обыкновенных дифференциальных численными методами уравнений в среде Octave	2
Модуль 2 Цель: приобретение практических навыков получения динамических характеристик элементов АС	Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев САУ	2
Модуль 3 Цель: приобретение практических навыков вычисления показателей качества АС	Вычисление показателей качества АС в среде Octave	2
Модуль 4 Цель: приобретение практических навыков оценки устойчивости АС по критерию устойчивости Гурвица	Оценка устойчивости АС по критерию устойчивости Гурвица	2
Модуль 5 Цель: приобретение практических навыков синтеза корректирующего устройства методом ЛАХ	Синтез последовательного КУ методом ЛАХ	2
Модуль 6 Цель: приобретение практических навыков применения метода градиентного спуска для поиска минимума функции нескольких переменных	Нахождение минимума функции нескольких переменных градиентными методами в MS Excel	2
Модуль 7 Цель: приобретение практических навыков исследования АС на управляемость и наблюдаемость	Исследование многомерных АС на управляемость и наблюдаемость	1
Модуль 8 Цель: приобретение практических навыков моделирования нелинейных статических характеристик элементов АС в Octave	Разработка алгоритмов и программ для моделирования нелинейных статических характеристик элементов АС в Octave	2

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.

В рамках дисциплины выполняется 7 лабораторных работ, охватывающих модули 2-8. 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 практических занятий, охватывающих модули 1-8.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют курсовую работу. Курсовая работа выполняется по одной теме в соответствии с вариантом, задаваемым преподавателем.

Пример варианта задания на выполнение курсовой работы.

Тема курсовой работы «Оптимизация линейной автоматической системы».

Вариант задания на курсовую работу.

Задание на выполнение курсовой работы.

Функциональная схема исследуемой АС приведена на рис. 1.

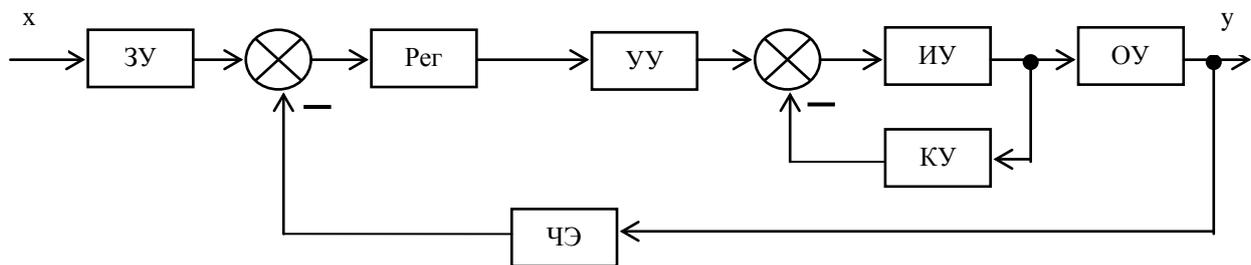


Рис. 1. Функциональная схема АС

По заданной функциональной схеме АС в соответствии с вариантом задания построить структурную схему АС.

Задание 1. Параметрическая оптимизация АС.

Для АС с ПИД – регулятором в соответствии с вариантом задания выполните, используя Octave:

1. Получите передаточную функцию разомкнутой АС.
2. Получите передаточную функцию замкнутой АС.
3. Постройте график переходной функции.
4. Постройте график весовой функции.
5. Вычислите показатели качества АС: время регулирования, величину перерегулирования, запасы устойчивости по амплитуде и фазе.
6. Оптимизируйте значения параметров настройки регулятора k_{r1}, k_{r2}, k_{r3} и коэффициента усиления корректирующего устройства k_{oc} с помощью команды Octave **fminsearch**, используя в качестве критерия оптимальности время регулирования АС.

Для АС с оптимизированными в п. 6 параметрами:

7. Вычислите показатели качества АС: время регулирования, величину перерегулирования, запасы устойчивости по амплитуде и фазе.
8. Проведите сравнительный анализ качества исходной и оптимизированной АС.

Задание 2. Структурная оптимизация АС

Выполните пункты 1 – 8 задания 1 для АС с ПИ-регулятором и ПД-регулятором.

Сделайте выводы.

ВАРИАНТ №1

Передаточные функции элементов АС

Функциональное назначение элемента	Передаточная функция
Задающее устройство (ЗУ)	$W_{ЗУ}(p) = k_{ЗУ}$
ПИД - регулятор	$W_{pez}(p) = k_{r1} + \frac{k_{r2}}{p} + \frac{k_{r3}p}{T_r p + 1}$
ПИ - регулятор	$W_{pez}(p) = k_{r1} + \frac{k_{r2}}{p}$
ПД - регулятор	$W_{pez}(p) = k_{r1} + \frac{k_{r3}p}{T_r p + 1}$
Усилительное устройство (УУ)	$W_{УУ}(p) = k_y$
Исполнительное устройство (ИУ)	$W_{ИУ}(p) = \frac{1}{T_{ИУ} p}$
Корректирующее устройство (КУ)	$W_{КУ}(p) = \frac{k_{oc} T_u p}{T_u p + 1}$
Чувствительный элемент (ЧЭ)	$W_{ЧЭ}(p) = k_ч$
Объект управления (ОУ)	$W_{ОУ}(p) = \frac{b_1 p + b_0}{T_0^2 p^2 + 2\xi T_0 p + 1}$

Здесь $k_{ЗУ}$ – коэффициент усиления задающего устройства;

k_{r1} – коэффициент усиления пропорционального звена;

k_{r2} – коэффициент усиления интегрирующего звена;

k_{r3} – коэффициент усиления реального дифференцирующего звена;

T_r – постоянная времени реального дифференцирующего звена;

k_y – коэффициент усиления усилительного устройства;

$T_{ИУ}$ – постоянная времени исполнительного устройства;

k_{oc} – коэффициент усиления корректирующего устройства (ЖОС);

T_u – постоянная времени корректирующего устройства (ИОС);

$k_ч$ – коэффициент усиления чувствительного элемента (датчика);

$T_ч$ – постоянная времени чувствительного элемента (датчика);

k_0 – коэффициент усиления объекта управления;

T_0 – постоянная времени объекта управления;

ξ – коэффициент демпфирования;

b_1, b_0 – постоянные коэффициенты.

Исходные данные для расчетов.

$k_{ЗУ}$	k_{r1}	k_{r2}	k_{r3}	T_r	k_y	$T_{ИУ}$	k_{oc}	T_u	$k_ч$	$T_ч$	k_0	T_0	ξ	b_1	b_0
1	0,5	1	0,2	0,1	1,5	1	2,85	3	0,8	-	-	0,5	0,5	0,8	0,5

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Калиниченко, 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. Калиниченко; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2006. - 196 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 193. - Текст: непосредственный. - 50 р. - (ID=61611-5)

2. Калиниченко, В.С. Основы теории систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие. Ч. 2: Статистическая теория, нелинейные и импульсные системы / В.С. Калиниченко, 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. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие для вузов / А.А. Первозванский. - 6-е изд.; стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2023. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 02.05.2023. - ISBN 978-5-507-47043-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322499>. - (ID=154996-0)

2. Жмудь, В.А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям / В.А. Жмудь. - 2-е изд.; доп. и перераб. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке.- Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05119-3.- URL: <https://urait.ru/book/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-zamknutye-sistemy-492766>. - (ID=136122-0)

3. Ягодкина, Т.В. Теория автоматического управления: учебник и практикум для вузов по инженерно-техническим направлениям / Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-06483-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/489520>. - (ID=136131-0)

4. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебник и практикум для вузов по инженерно-техническим направлениям / Д.П. Ким. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9916-9294-6. - URL: <https://urait.ru/bcode/489509>. - (ID=136125-0)

5. Малышенко, А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Автоматизация и управление» / А.М. Малышенко, О.С. Вадутов. - 3-е изд.; стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 09.08.2022. - ISBN 978-5-8114-2239-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212312>. - (ID=113823-0)

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)

2. Васильев, В.Г. LabVIEW для изучающих теорию автоматического управления: учебное пособие / В.Г. Васильев; Тверской государственный технический университет, Кафедра АТП. - 1-е изд. - Тверь: ТвГТУ, 2012. - 159 с.- Сервер. - Текст: непосредственный. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0641-4: [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94509>. - (ID=94509-66)

3. Калиниченко, 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. Калиниченко; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2005. - 36 с.: ил. - Библиогр.: с. 36. - Текст: непосредственный. - 25 р. - (ID=22932-5)

4. Калиниченко, 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. Калиниченко; 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)

5. Теория автоматического управления: метод. указ. к лаб. работам по курсу "Теория автомат. упр." для спец. 21.03. / Тверской политехн. ин-т, Каф. АТП; сост. А.Л. Калабин. - Тверь: ТвеПИ, 1994. - 15 с. - 200-00. - (ID=1426-8)

6. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)»""Основы автоматического управления". Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение. Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии: ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. П.К. Кузин. - 2024. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117738>. - (ID=117738-1)

7. Фонд оценочных средств дисциплины базовой части Блока 1 "Основы автоматического управления" направления подготовки 12.03.01 Приборостроение. Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. П.К. Кузин. - 2016. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=131772-0)

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.

Пакет прикладных программ GNU Octave - свободное программное обеспечение, лицензированное по лицензии GNU General Public License (GPL)

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/117738>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Основы 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.

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. 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 балл;

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. Понятие автоматической системы. Воздействия и сигналы АС.
2. Типовая функциональная схема АС. Основные функциональные элементы АС, их назначение.
3. Классификация АС.
4. Принципы автоматического управления.
5. Операторная форма записи дифференциального уравнения АС. Передаточная функция.
6. Типовые динамические звенья АС.
7. Типовые, или стандартные, входные сигналы.
8. Временные характеристики элементов и систем.
9. Частотные характеристики элементов и систем.

10. Временные характеристики инерционного звена.
11. Частотные характеристики инерционного звена.
12. Передаточные функции типовых соединений звеньев (вывод).
13. Правила преобразования структурных схем.
14. Законы управления. Уравнения основных типов регуляторов.
15. Статические характеристики АС. Нахождение статической характеристики АС по статическим характеристикам ее элементов.
16. Статические и астатические АС. Порядок астатизма.
17. Частотные характеристики АС. Частота среза, частота ω_π .
18. Показатели качества АС.
19. Понятие устойчивости АС. Критерий устойчивости Гурвица (методика применения).
20. Частные случаи критерия устойчивости Гурвица для систем второго и третьего порядков (вывод).
21. Понятие устойчивости АС. Критерий устойчивости Михайлова (методика применения).
22. Понятие устойчивости АС. Критерий устойчивости Найквиста (методика применения).
23. Необходимое и достаточное условие устойчивости АС (вывод).
24. Оценка устойчивости АС и определение запасов устойчивости по характерным точкам частотных характеристик (частоте среза ω_c и частоте ω_π).
25. Последовательные корректирующие устройства.
26. Параллельные корректирующие устройства.
27. Решение задачи параметрической оптимизации ПИД – регулятора в Octave.
28. Нелинейные автоматические системы, их основные особенности.
29. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости нелинейных систем по Ляпунову.

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

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

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 – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовой работы и пример варианта задания на ее выполнение приведены в разделе 6.2.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу приведены в таблице 5.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение, структурная схема исследуемой САУ, исходные данные для расчетов	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Расчет временных и частотных характеристик исследуемой САУ	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Параметрическая оптимизация САУ с ПИД - регулятором	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Структурная оптимизация САУ	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Заключение, библиографический список	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 вариант для курсовой работы с номером в списке учебной группы и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства, 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.

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.

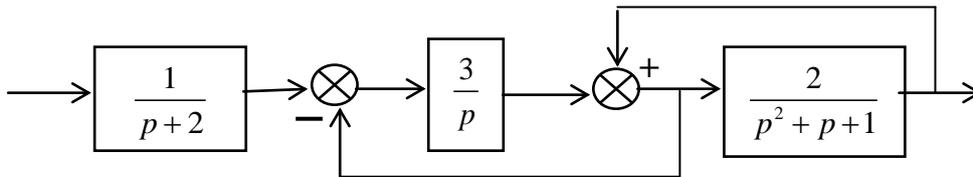
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение
 Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии
 Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
 Дисциплина «Основы автоматического управления»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
 Принципы автоматического управления.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
 Найти передаточную функцию соединения



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
 Найти выражения для АФЧХ, АЧХ и ФЧХ системы с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{2}{2p^3 - p^2 + 3p + 1}$$

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: доцент кафедры АТП _____ П.К. Кузин

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис