

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Костромской государственный  
университет» (КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ТЕОРИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических  
системах

Направленность/специализация: Информационное и техническое обеспечение  
цифровых систем управления

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома  
2021

Рабочая программа дисциплины Теория автоматического управления разработана в соответствии с Федеральным(и) государственным(и) образовательным(и) стандартом(ами) № 871 от 31.07.2020

Разработал: Воронова Лариса Викторовна, доцент кафедры АМТ КГУ, к.т.н., доцент

Рецензенты: Олоничев Василий Вадимович, доцент кафедры АМТ КГУ, к.т.н., доцент

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой профессор,

доктор технических наук Староверов Борис Александрович

Протокол заседания кафедры №\_9\_ от 12.05.2021 г.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры АМТ

Протокол заседания кафедры №\_9\_ от 09.06.2022 г.

Заведующий кафедрой Автоматики и микропроцессорной техники

Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры АМТ

Протокол заседания кафедры №\_6\_ от 21.04.2023 г.

Заведующий кафедрой Автоматики и микропроцессорной техники

Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель дисциплины:

состоит в овладении общими принципами построения математических моделей объектов и систем автоматического управления (САУ), методами анализа качества и синтеза САУ

### Задачи дисциплины:

- обеспечить подготовку студентов в области автоматизации технологических процессов и производств, технических систем;
- научить студентов решать задачи, возникающие в процессе проектирования, анализа и синтеза систем автоматизации с применением информационного и аппаратно-программного обеспечения и пакетов прикладных программ;
- ознакомить студентов с принципами построения САУ и навыками эксплуатационного обслуживания.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить компетенции: ОПК-3

### Код и содержание индикаторов компетенции ОПК-3:

Способность использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности

#### знать:

- основные понятия и определения теории автоматического управления и принципы построения контуров автоматического управления;
- получение передаточных функций объектов управления и правила структурных преобразований функциональных схем САУ;
- критерии оценки устойчивости и методы получения статической точности;
- типовые линейные регуляторы и методики их настройки;
- принципы функционирования и методы получения математических моделей нелинейных процессов и объектов автоматизации и управления;
- точные и приближенные методы расчета нелинейных систем управления;
- основы синтеза оптимальных систем автоматизации и управления.

#### уметь:

- представлять в различных формах математические модели линейных и нелинейных процессов и объектов автоматизации и управления;
- рассчитывать точность и устойчивость линейных и нелинейных систем управления;
- синтезировать оптимальные законы управления техническими системами;
- применять изучаемые методики оценки качества работы замкнутых систем автоматического управления, решать типовые задачи синтеза САУ;
- использовать в профессиональной деятельности различные виды математических пакетов прикладных программ.

#### владеть:

- навыками практического использования результатов математического моделирования.
- навыками получения математических моделей линейных и нелинейных объектов управления;
- аналитическими методами анализа и синтеза линейных и нелинейных систем и с использованием вычислительной техники;
- основными методами синтеза оптимальных законов управления процессами и объектами

автоматизации;

- способностью анализировать и выбирать оптимальные алгоритмы решения задач параметрического и структурного синтеза;
- вычислительной техникой для расчетов линейных, нелинейных и оптимальных процессов управления техническими системами.

#### **Индикаторы освоения компетенций:**

ИОПК3.1. Знает основные понятия и определения теории автоматического управления, принципы построения контуров управления автоматическими и автоматизированными системами, правила структурных преобразований функциональных схем САУ, виды соединений звеньев, критерии оценки устойчивости, математические методы получения моделей объектов управления и других элементов САУ, типовые линейные регуляторы и методики их настройки .

ИОПК3.2 Умеет применять изучаемые методики оценки качества работы замкнутых систем автоматического управления, решать типовые задачи, использовать в профессиональной деятельности различные виды математических пакетов прикладных программ.

ИОПК3.3 Владеет способностью анализировать и выбирать оптимальные алгоритмы решения задач параметрического и структурного синтеза, навыками практического использования результатов математического моделирования.

### **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина относится к Блоку 1 обязательной части учебного плана. Изучается в 6 семестре(ах) обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках: основы алгоритмизации, информационно-коммуникационные технологии, математика, прикладное программирование.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: программирование на языке Python для систем управления, средства и методы управления в робототехнических системах, средства автоматизации управления, управляющие системы реального времени, научно-исследовательская работа, выпускная квалификационная работа.

### **4. Объем дисциплины**

#### **4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы**

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	–
Лекции	32
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	32
Практическая подготовка	
Самостоятельная работа в часах	77,65
Форма промежуточной аттестации	экзамен

#### **4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося**

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	32
Практические занятия	
Лабораторные занятия	32
Консультации	2
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	
Курсовые проекты	
Практическая подготовка	
<b>Всего</b>	<b>66,35</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работ
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Введение. Основные определения и термины ТАУ.	15	4	-	3	10
2	Математическое описание элементов СУ	18	6	-	6	10
3	Структурная схема СУ Правила структурных преобразований СУ	15	6	-	3	10
4	Понятие о точности управления в установившемся режиме.	14	4	-	4	10
5	Устойчивость САУ	13	4	-	5	10
6	Оценка качества процесса регулирования и управления	13	4	-	5	10
7	Синтез САУ с заданными свойствами	14	4	-	6	17,65
	ИКР	2,35				
	Экзамен	36				
	<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>77,65</b>

## 5.2. Содержание:

### Раздел 1. Введение. Основные определения и термины ТАУ.

Основные термины и определения. Основные задачи ТАУ. Принципы построения СУ. Классификации СУ.

### Раздел 2. Математическое описание элементов СУ.

Понятие о звене СУ и его статической характеристике. Описание объектов управления. Модели «вход-выход». Понятие передаточной функции. Частотные характеристики объектов управления. Типовые динамические звенья и их свойства.

### Раздел 3. Структурная схема СУ. Правила структурных преобразований СУ.

Параллельное, последовательное и встречно-параллельное соединение звеньев. Перенос сумматора через звено. Понятия местной и главной обратной связи.

### Раздел 4. Понятие о точности управления в установившемся режиме.

Разомкнутые статические САУ. Замкнутые статические и астатические САУ. Следящие астатические САУ.

### Раздел 5. Устойчивость САУ

Понятие устойчивости: математическое и физическое. Алгебраические критерии устойчивости Рауса, Гурвица. Принцип аргумента, частотные критерии устойчивости Михайлова, Найквиста.

### Раздел 6. Оценка качества процесса регулирования и управления

Критерии качества процессов регулирования: временные, частотные, корневые, интегральные. Методы задания статических и динамических свойств СУ: типовыми переходными процессами, типовыми передаточными функциями, частотными характеристиками, интегральными критериями.

### Раздел 7. Синтез САУ с заданными свойствами

Методы повышения точности СУ. Синтез инвариантных СУ, технические ограничения реализации. Синтез СУ с помощью обратных связей (по желаемой передаточной функции), жесткие и гибкие обратные связи.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Введение. Основные определения и термины ТАУ.	Изучение лекционного материала.	10	Изучение лекционного материала: – Внимательно изучите слайды просмотрите слайды презентации лекции – Уточните в справочной литературе непонятные термины – Кратко сформулируйте основные положения, отметьте аргументацию автора – Примените обозначенные методы к своим программным разработкам	Контрольные тестовые задания
2	Математическое описание элементов СУ.	Изучение лекционного материала.	10	Выполнение заданий для самостоятельной работы по заданной теме: - прорешайте задачи к	Контрольная работа 1

				<p>контрольной работе:</p> <p>1. Вывод передаточной функции четырехполюсника</p> <p>2. ПФ типовых динамических звеньев</p> <p>3. Структурные преобразования</p> <p>- результаты проверьте и проанализируйте [1] [2]</p> <p>- оформите отчет по лабораторной работе, ответьте на вопросы</p>	
3	Структурная схема СУ. Правила структурных преобразований СУ.	Решение практических задач	10	Пункт 3-4 КП, оформить ПЗ	Контроль выполнения отчета осуществляется индивидуально или групповой беседой по ключевым моментам работы
4	Понятие о точности управления в установившемся режиме.	Оформление отчетов по лабораторной работе Расчет коэффициента УУ К1 в КП	10	Оформить лабораторную работу в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии [2] - Представить отчет по лабораторной работе к установленному сроку [1] [2] Пункт 5 КП	Контрольная работа 2
5	Устойчивость САУ	Анализ устойчивости исходной системы по ЛАЧХ и ЛФЧХ	10	Оформить лабораторную работу в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии [2] - Представить отчет по лабораторной работе к установленному сроку [1] [2] Оформить 6 пункт ПЗ КП	Контрольная работа 2
6	Оценка качества процесса регулирования и управления	Оформление отчетов по лабораторной работе Расчет показателей качества регулирования в КП по варианту	10	Оформить лабораторную работу в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии [2] - Представить отчет по лабораторной работе к установленному сроку [1] [2] Оформить 8-9 пункт КП в пояснительной записке	8-9 пункт курсового проекта
7	Синтез САУ с заданными	Изучение материалов	17,6 5	Изучение лекционного материала:	7 пункт курсового

	свойствами	лекции Решение задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Внимательно изучите слайды презентации лекции или файл лекции на кафедральном внутреннем сервере</li> <li>– Уточните в справочной литературе непонятные термины</li> <li>– Выделите главное, составьте план. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора[3]</li> </ul>	проекта
--	------------	-------------------------	--	---------

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий Нет

## 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

**Лабораторная работа 1.** Исследование типовых динамических звеньев. Методические указания [1].

**Лабораторные работы 2.** Исследование точности в установившемся режиме. Методические указания [2].

**Лабораторная работа 3.** Исследование устойчивости систем автоматического регулирования. Методические указания [3].

**Лабораторная работа 4.** Исследование работы типовых линейных регуляторов. Методические указания [4].

## 6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)

Нет

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная:

1. Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учеб. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Изд-во: Лань, 2017. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90161>.

2. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Изд-во : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5848>.

### б) дополнительная:

3. Теория автоматического управления : учебное пособие/Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев – [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Изд-во: Лань, 2016. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71753>.

4. Теория автоматического управления: задачи и решения: учебное пособие/Л.Д. Певзнер, – [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Изд-во: Лань, 2016. — 604 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/755161>.

### в) методические указания

1. Федюкин В.М., Староверов Б.А. Исследование типовых динамических звеньев / [Электронный ресурс]: Аннотированный каталог СПО в КГТУ: Кострома, — КГТУ, — РИО, 1998. — Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>

2. Федюкин В.М., Староверов Б.А. Исследование точности в установившемся режиме / [Электронный ресурс]: Аннотированный каталог СПО в КГТУ: Кострома, — КГТУ, — РИО, 1998. — Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>
3. Федюкин В.М., Староверов Б.А. Исследование устойчивости систем автоматического регулирования / [Электронный ресурс]: Аннотированный каталог СПО в КГТУ: Кострома, — КГТУ, — РИО, 1998. — Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>
4. Федюкин В.М., Староверов Б.А. Исследование работы типовых линейных регуляторов / [Электронный ресурс]: Аннотированный каталог СПО в КГТУ: Кострома, — КГТУ, — РИО, 1998. — Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>
5. Воронова Л.В., Федюкин В.М. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА Анализ и синтез линейных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс]: Аннотированный каталог СПО в КГТУ: Кострома, — КГТУ, — РИО, 2010. — Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

*Информационно-образовательные ресурсы:*

1. *Федеральный портал «Российское образование»;*

2. *Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации*

*Электронные библиотечные системы:*

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>

2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

#### **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционная аудитория должна быть оснащена презентационным оборудованием (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, программа для создания и проведения презентаций).

Компьютерный класс:

Процессор

Pentium 4, 1 ГГц и выше.

Операционная система

Windows XP или более поздняя

версия. Память 1 ГБ ОЗУ

Дисковое пространство 40 ГБ

Монитор Super VGA (800 × 600) или более высокое разрешение с 256 цветами.

Программное обеспечение:

- MS Office

- SMath Studio (MathCad 15 при наличии лицензии)

- Scilab 2.7 (MATLAB при наличии лицензии)

- WinMikal (разработанное в университете ПО, не требующее лицензии)