

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность: Интеллектуальные системы адаптивного управления

Квалификация выпускника: магистр

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины «Теория адаптивного управления» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 11.08.2020 № 942) по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах (уровень магистратуры)».

Разработал: Староверов Борис Александрович, зав. кафедрой, доктор техн. наук, профессор

Рецензенты: Смирнов Максим Александрович, кандидат техн. наук, доцент

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

Заведующий кафедрой автоматике и микропроцессорной техники:

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

Протокол заседания кафедры № 9 от 12.05.2021г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры Автоматики и микропроцессорной техники:

Протокол заседания кафедры № 8 от 04.03.2022 г.

Заведующий кафедрой автоматике и микропроцессорной техники:

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

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры Автоматики и микропроцессорной техники:

Протокол заседания кафедры № 6 от 21.04.2023 г.

Заведующий кафедрой автоматике и микропроцессорной техники:

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

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков в овладении теорией и практикой построения адаптивных систем управления

Задачи дисциплины: освоение принципов построения и выбора функциональных схем построения адаптивных систем автоматического управления; научиться проводить анализ и синтез систем адаптивного управления и разрабатывать и реализовывать на практике системотехнические и аппаратно-программные решения для систем адаптивного управления

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить компетенцию:

ОПК-7 Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-7.1: умеет осуществлять обоснованный выбор функциональных схем построения самонастраивающихся и адаптивных систем автоматического управления

ИОПК-6.2: осуществляет разработку схемотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем адаптивного управления.

Знать: Принципы построения систем управления с самонастройкой и адаптивных систем управления;

Уметь: осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем адаптивного управления;

Владеть: навыками анализа и синтеза адаптивных систем управления и их практической реализации на основе применения компьютерной и микропроцессорной техники.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится обязательной части учебного плана. Изучается во 2 семестре обучения.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

-Многофакторный анализ систем управления и инфокоммуникаций;

-Математическое моделирование объектов и систем управления;

-Искусственные нейронные сети и их программная реализация.

## 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:	50,35
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Практическая подготовка	-
Самостоятельная работа в часах	93,65
Форма промежуточной аттестации	экзамен

### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Консультации	-
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	2,35
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Практическая подготовка	-
<b>Всего</b>	<b>50,35</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 з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Условие целесообразности применения адаптивной системы управления. Сходство и различие между системами с автоматической настройкой регуляторов и адаптивных систем.	26	2	4		20
2	Классификация систем управления с самонастройкой. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования	32	4	4	4	20
3	Принципы построения и классификация адаптивных систем управления. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования	32	4	4	4	20
4	Анализ и синтез адаптивных систем управления и особенности практической их реализации	38	6	4	8	20
5	Экзамен	52		2,35		13,65
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>18,55</b>	<b>16</b>	<b>95,65</b>

### 5.2. Содержание:

1. Виды нестационарных объектов управления. Условие целесообразности применения адаптивной системы управления. Понятие о автоматически настраиваемых системы

управления. Сходство и различие между системами с автоматической настройкой регуляторов и адаптивными системами.

2. Автоматические настраиваемые системы управления. и их классификация. Структурные схемы самонастраивающихся САУ. Релейный способ автонастройки регулятора. Оптимизационные методы автонастройки. Интеллектуальные методы автонастройки. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования

3. Классификация адаптивных систем управления. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования

Функциональные схемы адаптивных систем: с адаптацией по разомкнутому и замкнутому циклам; с перестраиваемой структурой; с эталонной моделью; с настраиваемой моделью.

4. Анализ и синтез адаптивных систем управления и особенности практической их реализации. Методы идентификации как основная функция процесса адаптивного управления; классификация методов идентификации. Цифровая параметрическая идентификация по кривой разгона.

Основные положения метода наименьших квадратов в задачах фильтрации, идентификации сигналов и прогнозирования поведения временных рядов

Не рекуррентная процедура вычисления параметров объекта управления методом наименьших квадратов. Рекуррентная процедура вычисления параметров объекта управления методом наименьших квадратов

Сравнительные характеристик законов регулирования с позиции построения адаптивных системах управления. Практическое исследование идентификации объекта управления. Этапы методики практической идентификации объекта управления. Программы мультипроцессной реализации системы адаптивного управления

## 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 (при необходимости)	Форма контроля
1	Условие целесообразности применения адаптивной системы управления. Сходство и различие между системами с автоматической настройкой регуляторов и адаптивных систем	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	8	Изучение лекционного материала: – внимательно прочитайте текст; – выделите главное; составьте план Решить поставленную на практическом занятии задачу	Вопросы по темам/разделам дисциплины Результат выполнения практического задания
2	Классификация систем управления с самонастройкой.	Изучение лекционного материала. Выполнить	12	Изучение лекционного материала: – внимательно прочитайте текст; – выделите главное;	Вопросы по темам/разделам дисциплины Результат выполнения

	Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования	задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы		составьте план Решить поставленную на практическом занятии задачу – Подготовить отчет по лабораторной работе	практического задания Отчет по лабораторной работе
3	Принципы построения и классификация адаптивных систем управления. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	12	Изучение лекционного материала: – внимательно прочитайте текст; – выделите главное; составьте план Решить поставленную на практическом занятии задачу – Подготовить отчет по лабораторной работе	Вопросы по темам/разделам дисциплины Результат выполнения практического задания Отчет по лабораторной работе
4	Анализ и синтез адаптивных систем управления и особенности практической их реализации	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	16	Изучение лекционного материала: – внимательно прочитайте текст; – выделите главное; составьте план Решить поставленную на практическом занятии задачу -Подготовить отчет по лабораторной работе	Вопросы по темам/разделам дисциплины Результат выполнения практического задания Отчет по лабораторной работе
7	Экзамен		0,25		
	ИТОГО		73,65		

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

**Занятие 1.** Области применения систем управления с самонастройкой и адаптацией. Сходство и различие.

**Занятие 2.** Принципы построения систем управления с самонастройкой типовых регуляторов. Классификация алгоритмов авто- и самонастройки цифровых регуляторов.

**Занятие 3.** Принципы построения адаптивных систем управления. Классификация адаптивных систем управления. Обоснование метода адаптации. Типовые структурные схемы и алгоритмы функционирования адаптивных систем управления.

**Занятие 4.** Синтез астатического регулятора состояния как основы построения адаптивной системы. Синтез идентификатора на основе метода наименьших квадратов

**Занятие 5.** Практическая реализация системы адаптивного управления. Обоснование мультизадачной архитектуры. Организация межпроцессного взаимодействия. Программы мультипроцессной системы адаптивного управления

### **6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий**

**Лабораторная работа 1.** Исследование процесса самонастройки на примере использования конфигурируемого микропроцессорного регулятора.

**Лабораторная работа 2.** Экспериментальная проверка идентификации объекта управления методом наименьших квадратов.

**Лабораторная работа 3.** Исследование астатического регулятора состояния как основы построения адаптивной системы.

**Лабораторная работа 4.** Исследование нерекуррентного и рекуррентного идентификаторов на основе метода наименьших квадратов.

**Лабораторная работа 5.** Микропроцессорная адаптивная система управления электронагревательной печью.

### **6.4. Темы письменных работ и докладов**

- 1.Классификация объектов управления. Для каких объектов применяются адаптивные системы управления.
- 2.в чем заключается автоматическая настройка регулятора. Сходство и различие с процессом адаптации управления.
- 3.Классификация методов самонастройки.
- 4.Настройка параметров регулятора временным и частотным методами Циглера-Цикольса.
- 5.Релейный способ автонастройки регулятора.
- 6.Оптимизационные методы автонастройки.
- 7.Интеллектуальные методы автонастройки.
- 8.Сравнение адаптационных свойств регуляторов различного типа
- 9.Что такое адаптивное управление. Однократная и многократная адаптация
- 10.Классификация адаптивных систем управления
- 11.Функциональные схемы САУ с адаптацией по разомкнутому и замкнутому циклам.
- 12.Функциональная схема адаптивной САУ с перестраиваемой структурой.
- 13.Функциональная схема адаптивной САУ с эталонной моделью.
- 14.Функциональная схема адаптивной САУ с настраиваемой моделью

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

*а) основная:*

- 1.Рубан, А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией : монография / А.И. Рубан. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 140 с. : схем. - ISBN 978-5-7638-3194-8 ; То же [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435610>.
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебное пособие / Д.П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-0858-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280>
3. Юсупов, Р. Х. Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие : [16+] / Р. Х. Юсупов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 133 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493900> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0229-3. – Текст : электронный.

*б) дополнительная*

4. 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>.
5. 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>
6. Крамаров, С. О. Системные методы анализа и синтеза интеллектуально-адаптивного управления [Электронный ресурс] : монография / Крамаров С.О., Смирнов Ю.А., 4.Соколов С.В. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 238 с. - (Научная мысль) - ISBN 978-5-369-01571-1. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556174>.
7. Цыкунов, А. М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу : [монография] / А. М. Цыкунов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 268 с. - ISBN 978-5-9221-1094-5
8. Староверов Б.А. Цифровые системы автоматического управления техническими объектами: Учебное пособие. – Кострома: Изд-во Костромского государственного технологического ун-та, 2005. – 93 с.
9. 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>.
10. 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>
11. Смирнов М.А. Аналитический обзор алгоритмов самонастроек микропроцессорных регуляторов / М.А. Смирнов // Вестник КГТУ. – 2010. – № 23. – С. 77-80.
12. Универсальный программный двухканальный ПИД-регулятор ТРМ151 «Овен». Техническое описание [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.owen.ru/uploads/re\\_trm151-01\\_2010.pdf](http://www.owen.ru/uploads/re_trm151-01_2010.pdf).
13. Промышленные АСУ и контроллеры, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
14. Автоматика и телемеханика, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
15. Автоматизация и современные технологии, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>

*в) методические указания*

16. Староверов, Б. А. Исследование устойчивости импульсных систем регулирования [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работе / Б. А. Староверов, М. А. Смирнов. - Кострома : КГТУ, 2013. - 12 с.: табл.
17. Староверов, Б. А. Синтез регуляторов и наблюдателей состояния [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. раб. ТАУ-16 / Б. А. Староверов, М. А. Смирнов ; сост. Б.А. Староверов, М.А. Смирнов. - Кострома : КГТУ, 2013. - 15 с.: рис.

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

Курс дисциплины в СДО является дополнением к проведению занятий в очном формате. Элементами курса являются конспекты по основным темам дисциплины в формате .pdf, контрольные вопросы для самопроверки, ссылка для скачивания необходимого программного обеспечения, варианты заданий для выполнения лабораторных работ, список рекомендуемой литературы.

*Информационно-образовательные ресурсы:*

*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).

- MS Office
- SMath Studio (MathCad 15 при наличии лицензии)
- Scilab 2.7 ( MATLAB при наличии лицензии)