

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	-
Всего	50,35

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
	Итого:	180	16	18,55	16	95,65

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 практическом у 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 практическом у 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 практическом у 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.
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)