

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ НЕЙРОСЕТЕВЫЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ**

направление подготовки «(27.04.04) Управление в технических системах»
направленность «Интеллектуальные системы адаптивного управления»
Квалификация выпускника: магистр

**Кострома
2021**

Рабочая программа дисциплины **«Интеллектуальные нейросетевые системы управления»** разработана:

- в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО Утвержден приказом Минобрнауки России № 942 от 11.08.2020;

- в соответствии с учебным планом направления подготовки «27.04.04 Управление в технических системах» направленность: Интеллектуальные системы адаптивного управления

Разработал:

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

Рецензенты:

Олоничев Василий Вадимович 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 автоматики 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 автоматики 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 разработке интеллектуальных системах автоматического управления на основе применения искусственных нейронных сетей

Задачи дисциплины: освоить принципы построения интеллектуальных систем управления техническими объектами и научить проводить анализ и синтез систем автоматического управления на основе применения искусственных нейронных сетей

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

ОПК-6: Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления.

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-6.1: умеет осуществлять сбор и анализ информации по принципам построения интеллектуальных систем управления и использовать их для разработки систем управления техническими объектами

ИОПК-6.2: осуществляет анализ и синтез систем автоматического управления на основе применения искусственных нейронных сетей.

Знать:

- современные источники научно-технической информации по интеллектуальным системам управления;
- возможности систем интеллектуального управления по сравнению с традиционными системами;
- принципы построения систем интеллектуального управления на основе искусственных нейронных сетей;

Уметь:

- проводить выбор наиболее рациональные схемы построения интеллектуального управления техническими объектами на основе искусственных нейронных сетей;
- применять современные методы анализа и синтеза интеллектуального управления на основе искусственных нейронных сетей, в том числе адаптивных систем управления;

Владеть:

- навыками работы с источниками научно-технической информации по интеллектуальным системам управления;
- принципами построения функциональных схем управления техническими объектами на основе искусственных нейронных сетей;
- методами анализа и синтеза интеллектуальных систем управления на основе нейронных сетей и использованием их для разработки систем управления техническими объектами.

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	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	48
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Практическая подготовка	
Самостоятельная работа в часах	95,75
Форма промежуточной аттестации	Зачет

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	16-
Лабораторные занятий	16
Консультации	-
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	0,25
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Практическая подготовка	-
Всего	48,25

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

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела,	Всего	Аудиторные занятия	Самостоятельн
---	-------------------	-------	--------------------	---------------

	темы	з.е/час	Лекц.	Практ.	Лаб.	ая работа
1	Информационные источники о современном состоянии интеллектуальных систем управления. Принципы построения и классификация интеллектуальных САУ	26	2	4		20
2	Виды нейронных сетей, применяемых в САУ техническими объектами	32	4	4	4	20
3	Нейросетевая идентификация технических объектов управления	32	4	4	4	20
4	Системы управления на основе искусственных нейронных сетей: принципы построения, анализ и синтез	38	6	4	8	20
5	Зачет	16		0,25		15,75
	Итого:	144	16	16,75	16	95,75

5.2. Содержание:

1. Основные направления и центры развития теории и практики систем управления на основе искусственного интеллекта. Информационные источники технология их использования

Интеллектуальное управление – основные термины и определения.

Обзор и сравнительный анализ принципов и методов нейроуправления

Достоинства и недостатки базовых методов нейроуправления.

2. Виды искусственных нейронных сетей, применяемых в системах управления

Сходство и различие аналитических и нейросетевых методов аппроксимации на примере авторегрессионных нейронных сетей.

Основные функциональные схемы нейронных сетей и области их применения в системах прогнозирования и управления.

Определение состава входных векторов

Технология обучения нейронных сетей.

3.Идентификация как основа прогнозного и адаптивного управления

Нейросетевая идентификация.

Дискретной нейросетевой модели объекта управления (модель вида «черный ящик»)

Последовательно - параллельная схема получения нейросетевой модели объекта управления при отсутствии внешних воздействий и при большом уровне шумов.

Схема получения нейросетевой инверсной модели объекта управления.

Схемы получения приближенных непрерывных и инверсных моделей объекта управления.

4. Функциональные схемы нейросетевого управления.

Общая функциональная схема системы управления динамическими объектами

Классификация методов нейроуправления.

Подражающее нейроуправление.

Инверсное нейроуправление.

Прогнозирующее нейроуправление.

Многомодульное нейроуправление

Гибридное нейроуправление

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	Информационные источники о современном состоянии интеллектуальных систем управления. Принципы построения и классификация интеллектуальных САУ	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	Виды нейронных сетей, применяемых в САУ техническими объектами	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
3	Нейросетевая идентификация технических объектов управления	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	Системы управления на основе искусственных нейронных сетей: принципы построения, анализ и синтез	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. Информационные источники о современном состоянии интеллектуальных систем управления. Принципы построения и классификация интеллектуальных САУ

Занятие 2. Виды искусственных нейронных сетей, их структура, особенности обучения. Построение систем прогнозирования

Занятие 3. Применение нейронных сетей для идентификации структуры и параметров объектов управления

Занятие 4. Системы управления на основе искусственных нейронных сетей: принципы построения, анализ и синтез Систем управления с автоматической самонастройкой на основе использования нейронных сетей. Адаптивные системы управления с автоматической самонастройкой на основе использования нейронных сетей

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Изучение свойств нейронных сетей различной структуры как универсальных обучаемых сред.

Лабораторная работа 2. Применение нейронных сетей для прогнозирования и идентификации.

Лабораторная работа 3. Адаптивное нейрорегулирование.

Лабораторная работа 4. Инверсное нейрорегулирование.

6.4. Темы письменных работ и докладов

Структура искусственных нейронных сетей, их архитектура
Технология обучения искусственных нейронных сетей для систем
Применение нейронных сетей для прогнозирования
Идентификация объектов управления на основе использования искусственных
Функциональные схемы систем с автоматической самонастройкой на основе
нейросетей

Классификация методов нейрорегулирования

Управление с инверсными нейросетевыми моделями

Прогнозирующее модельное нейрорегулирование

Структурные схемы адаптивных систем и систем на основе использования
искусственного интеллекта

Адаптивный регулятор состояния с модулем нейросетевой идентификации и

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. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. - Москва : Финансы и статистика, 2004. - 176 с.: ил.

- (Прикладные информ. технологии). - ISBN 5-279-02757-X
4. Усков, А. А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика / А. А. Усков, А. В. Кузьмин. - Москва : Горячая Линия-Телеком, 2004. - 143 с.: ил. - ISBN 5-93517-181-3.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Москва : Финансы и статистика, 2002. - 344 с.: ил. . – Режим доступа: <https://www.rulit.me/author/osovskij-stanislaw/nejronnye-seti-download-204710.html>
6. 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.
7. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление [Электронный ресурс] / А. Пегат ; пер. с англ. — 3-е изд. (эл.).— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Адаптивные и интеллектуальные системы), режим доступа: https://fictionbook.ru/author/andjeyi_pegat/nechetkoe_modelirovanie_i_upravlenie/
8. Промышленные АСУ и контроллеры, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
9. Автоматика и телемеханика, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
10. Автоматизация и современные технологии, журнал, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>

б) дополнительная

11. Крамаров, С. О. Системные методы анализа и синтеза интеллектуально-адаптивного управления [Электронный ресурс] : монография / Крамаров С.О., Смирнов Ю.А., 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>.
12. 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
13. Староверов Б.А. Цифровые системы автоматического управления техническими объектами: Учебное пособие. – Кострома: Изд-во Костромского государственного технологического ун-та, 2005. – 93 с.
14. 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>.
15. 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>

в) методические указания

16. Староверов, Б. А. Исследование устойчивости импульсных систем регулирования

[Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работе / Б. А. Староверов, М. А. Смир-

нов. - 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)