

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность: Интеллектуальные системы адаптивного управления

Квалификация выпускника: магистр

**Кострома
2021**

Рабочая программа дисциплины **«Нечеткое моделирование и управление»** 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: Смирнов Максим Александрович. 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 разработке интеллектуальных системах автоматического управления на основе применения нечеткого моделирования

Задачи дисциплины: освоить принципы построения интеллектуальных систем управления техническими объектами на основе нечеткого моделирования; научить проводить анализ, синтез и оценку эффективности систем автоматического управления на основе применения нечетких моделей

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

ОПК-4: Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами.

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-6.1: умеет осуществлять оценку эффективности применения нечетких моделей для построения интеллектуальных систем управления техническими объектами

ИОПК-6.2: осуществляет разработку, анализ, синтез и оценку эффективности систем автоматического управления на основе применения нечетких математических методов.

Знать:

- современные источники научно-технической информации по интеллектуальным системам управления на основе нечеткого моделирования;

- возможности систем интеллектуального управления по сравнению с традиционными системами;

Уметь:

-осуществлять оценку эффективности результатов разработки нечетких систем управления;

-применять современные методы анализа и синтеза интеллектуального управления на основе нечетких математических методов;

Владеть:

-навыками оценки эффективности разработок нечетких систем управления;

-принципами построения и методами анализа и синтеза систем управления на основе нечетких моделей и использованием их для разработки систем управления техническими объектами.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится обязательной части учебного плана. Изучается во 3 семестре обучения.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

- Математическое моделирование объектов и систем управления;
- Теория адаптивного управления;
- Интеллектуальные нейросетевые системы управления

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	6
Общая трудоемкость в часах	216
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68,35
Лекции	34
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Практическая подготовка	2,35
Самостоятельная работа в часах	111,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	16
Лабораторные занятий	16
Консультации	2,35
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Практическая подготовка	-
Всего	68,35

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	Основные понятия теории нечетких множеств. Нечеткая арифметика. Основные операции над нечеткими множествами	37	8	4	-	25
2	Нечеткие модели. Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях.	44	8	4	4	28
3	Методы нечеткого моделирования. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о систем. Построение самонастраивающихся	44	8	4	4	28

	и самоорганизующихся нечетких моделей					
4	Нечеткое управление Статические и динамические нечеткие регуляторы. Разработка нечеткого регулятора на основе модели объекта управления	52,65	10	4	8	30,65
5	Экзамен	36		2,35		
	Итого:	216	34	18,35	16	111,65

5.2. Содержание:

1. Основные понятия теории нечетких множеств. Сущность и развитие теории нечетких множеств. Характеристические параметры нечеткого множества. Типы функций принадлежности нечетких множеств. Два вида неопределенности - нечеткость и вероятность.

Нечеткая арифметика. Сложение, вычитание, умножение, деление нечетких чисел. Различия между нечеткими числами и лингвистическими значениями.

Основные операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения. Импликация.

2. Нечеткие модели. Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях. Свойства правил, баз правил и нечетких моделей.

Типы нечетких моделей. Модели Мамдани, Такаги—Сугено, реляционные. Нейронечеткие модели. Нечеткая классификация.

3. Методы нечеткого моделирования.

Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе.

Построение самонастраивающихся нечетких моделей на основе измеренных данных о входах и выходах системы.

Построение самоорганизующихся и самонастраивающихся нечетких моделей на основе измеренных данных о входах и выходах системы

4. Нечеткое управление.

Статические нечеткие регуляторы.

Динамические нечеткие регуляторы.

Формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов.

Проектирование и оценка эффективности нечетких регуляторов на основе экспертного знания об объекте управления.

Разработка нечеткого регулятора и оценка его эффективности на основе модели эксперта, управляющего объектом.

Разработка нечеткого регулятора и оценка его эффективности на основе модели объекта 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	Основные понятия теории нечетких множеств. Нечеткая арифметика. Основные операции над нечеткими множествами	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	25	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	Нечеткие модели. Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	28	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	Методы нечеткого моделирования. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системах. Построение самонастраивающихся и самоорганизующихся нечетких моделей	Изучение лекционного материала. Выполнить задания по практическому освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы	28	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	Нечеткое управление	Изучение лекционного	30,65	Изучение лекционного материала:	Вопросы по темам/разделам

	Статические и динамические нечеткие регуляторы. Разработка нечеткого регулятора на основе модели объекта управления	материала. Выполнить задания по практическом у освоению изучаемого материала Оформить результаты лабораторной работы		– внимательно прочитайте текст; – выделите главное; составьте план Решить поставленную на практическом занятии задачу -Подготовить отчет по лабораторной работе	дисциплины Результат выполнения практического задания Отчет по лабораторной работе
	ИТОГО		111,65		

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Занятие 1. Основные понятия теории нечетких множеств. Сущность и развитие теории нечетких множеств. Характеристические параметры нечеткого множества. Типы функций принадлежности нечетких множеств.

Занятие 2. Нечеткие модели. Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях. Свойства правил, баз правил и нечетких моделей

Занятие 3. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе

Занятие 4. Проектирование и оценка эффективности нечетких регуляторов на основе экспертного знания об объекте управления

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Построение нечетких моделей. Модели Мамдани, Такаги—Сугено, реляционные. Нейронечеткие модели.

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

Лабораторная работа 3. Построение самоорганизующихся и самонастраивающихся нечетких моделей на основе измеренных данных о входах и выходах системы

Лабораторная работа 4. Исследование Статических и динамических нечетких регуляторов.

6.4. Темы письменных работ и докладов

1. Формирование статических нечетких регуляторов
2. Принцип работы непрерывных ПИД регуляторов без учета нелинейностей.
3. Принцип работы непрерывных ПИД регуляторов с учетом ограничения управляющих сигналов
4. Структурные схемы цифрового нечеткого ПИД регулятора прямого управления
5. Структурные схемы цифрового нечеткого ПИД регулятора инкрементного управления
6. Принципы построения статической части нечеткого ПИД регулятора. Виды фазификации и дефазификации
7. Нелинейные операции, выполняемые нечетким ПИД регулятором и какие преимущества это дает
8. Проектирование нечетких регуляторов экспертного знания об объекте управления на примере подъемного крана
9. Разработка нечеткого регулятора на основе модели эксперта, управляющего объектом
10. Настройка нечеткого регулятора с эталонной моделью по отслеживанию задающего сигнала
11. Настройка нечеткого регулятора с эталонной моделью по компенсации действия возмущения.

12. Пример разработки нечеткого регулятора с эталонной моделью для управления курсом подводного робота

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>
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.
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. 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.

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)