

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.12.2021 19:59:44  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

Добросердов О.Г.

« 09 » 2015 г.

Автоматизированные нечетко-логические системы управления  
в промышленности

(наименование дисциплины)

направление подготовки 09.06.01

шифр согласно ФГОС ВО

Информатика и вычислительная техника

наименование направления подготовки

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
(промышленность)

наименование профиля (специализация подготовки)

квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

форма обучения очная

(очная, заочная)

Курск – 2015

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014 г., № 875.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)» на заседании кафедры вычислительной техники «31» 06 2015 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор



В.С. Титов

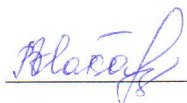
Разработчик программы, д.т.н., доцент



М.В. Бобырь

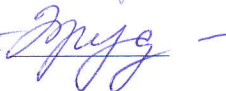
Согласовано:

Директор научной библиотеки



В.Г. Макаровская

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.Ю. Прусова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 11 «27» 06 2016 г. на заседании кафедры вычислительной техники «30» 08 2016 г., протокол № 1.

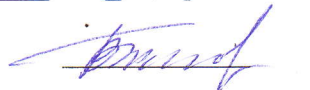
Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор



В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 10 «26» 06 2017 г. на заседании кафедры вычислительной техники «31» 08 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор



В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 12 «27» июня 2018 г. на заседании кафедры вычислительной техники «14» 09 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор



В.С. Титов



# **1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП**

## **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Цель преподавания дисциплины – изучение аспирантами алгоритмов работы механизмов нечетко-логических выводов, анализа и расчет способов построения функций принадлежности, способов адаптации и обучения с помощью нейронных сетей механизмов нечетко-логического вывода к реальным данным, полученным на основе корреляционно-регрессионного анализа, построение на основе механизмов нечетко-логического вывода структурно-функциональных автоматизированных схем управления.

## **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основные задачи дисциплины следующие:

- ознакомить аспирантов с современными методами, подходами и технологиями промышленной разработки нечетких выводов используемых при управлении сложными объектами;
- расширить профессиональный кругозор в области разработки программных средств для систем управления, использующих в своей основе механизмы нечеткого вывода;
- привить интерес к эффективному и технологичному программированию систем управления основанных на нечеткой логики;
- ознакомить аспирантов с современными моделями и методами оценки надежности нечетких систем управления.

## **1.3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

Изучение дисциплины нацелено на формирование следующих компетенций:

- **ОПК-1** – владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- **ОПК-2** – владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- **ПК-1** – способность владеть теоретическими основами, методами и алгоритмами интеллектуализации решения прикладных задач при построении автоматизированных систем управления широкого назначения;

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Автоматизированные нечетко-логические системы управления в промышленности» Б1В.ОД.5 является дисциплиной базовой части Блока 1 УП по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», изучается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

#### 3.1. Содержание дисциплины и лекционных занятий

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	0
зачет	предусмотрен
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего):	36
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	0

Таблица 3.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

3 семестр							
№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Компетенции
		№ лек., час	№ лаб., час	№ пр., час			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Теоретически основы нечеткой логики. Методы построения функций принадлежности	3	-	3	У-1 У-2	С 10 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
2.	Традиционные алгоритмы нечетко-логического вывода. Проектирование не-	3	-	3	У-1 У-2	С 10 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1

	четко-логических систем управления						
3.	Проектирование быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода	3	-	3	У-1 У-2	С 10 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
4.	Методы планирования эксперимента при исследовании нечетко-логических систем управления	3	-	3	У-1 У-2	С 10 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
5.	Изучение методов нечетко-нейронного управления и их адаптации. Методы и средства автоматизации проектирования нечетко-логических алгоритмов вывода и обучения	3	-	3	У-1 У-2	С 11 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
6.	Использование мягких вычислительных операций в нечетких выводах	3	-	3	У-1 У-2	С 11 неделя семестра	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
Итого		<b>18</b>	-	<b>18</b>		3	

Примечание: С-собеседование

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Теоретически основы нечеткой логики. Методы построения функций принадлежности	<p>Операции над нечеткими множествами. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, интервалы и числа.</p> <p>Операции над нечеткими числами и интервалами. Методы дефаззификации нечетких величин.</p> <p>Нечеткая логика и нечетко-логические операции с нечеткими высказываниями и нечеткими отношениями.</p> <p>Изучения экспертных и параметрических способов построения функций принадлежности.</p> <p>Экспертные способы: метод построения функции принадлежности на основе статической обработки мнений группы экспертов; метод построения функции принадлежности на основе парных сравнений.</p> <p>Параметрические способы: треугольная, трапециевидная, гауссова, сигмоидальная, синглтонная, S- Z- и П-образные функции принадлежности.</p>

2	Традиционные алгоритмы нечетко-логического вывода. Проектирование нечетко-логических систем управления	<p>Анализ механизмов принятия решений: генетические алгоритмы, робастные методы управления и нечеткие методы управления.</p> <p>Композиционное правило Заде. Алгоритм нечетко-логического вывода Мамдани, алгоритм нечетко-логического вывода Ларсена.</p> <p>Алгоритм нечетко-логического вывода Тсукамото, алгоритм нечетко-логического вывода Сугэно, упрощенный алгоритм нечетко-логического вывода.</p> <p>Изучение архитектуры нечетко-логических систем управления. Промышленное применение нечетко-логических систем управления.</p> <p>Примеры реализации нечетко-логических систем управления. Метод управления стабилизацией технологических процессов.</p> <p>Коррекция управляющих параметров на основе нечетких интервалов. Диагностика элементов систем управления на основе обратного нечетко-логического вывода.</p>
3	Проектирование быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода	<p>Исследование недостатков традиционных алгоритмов нечетко-логического вывода. Методы построения быстродействующих алгоритмов нечетко-логических выводов на основе модификации традиционных алгоритмов.</p> <p>Быстродействующий алгоритм нечетко-логического вывода для различных функций принадлежности.</p> <p>Быстродействующий алгоритм нечетко-логического вывода для трапециевидной функции принадлежности.</p>
4	Методы планирования эксперимента при исследовании нечетко-логических систем управления	<p>Проведение корреляционно-регрессионного анализа на основе экспериментальных данных.</p> <p>Расчет коэффициентов при линейной корреляции.</p> <p>Корреляционно-регрессионный анализ при ограниченном числе опытов.</p> <p>Множественный корреляционно-регрессионный анализ. Статистический анализ.</p>
5	Изучение методов нечетко-нейронного управления и их адаптации Методы и средства автоматизации проектирования нечетко-логических алгоритмов вывода и обучения	<p>Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе методов прямого и обратного распространения ошибок.</p> <p>Изучение традиционного алгоритма адаптации нейро-нечеткой системы управления ANFIS.</p> <p>Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе модели Мамдани. Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе модели Сугэно.</p> <p>Система моделирования на персональном компьютере Matlab Fuzzy Logic Toolbox в задаче моделирования алгоритмов нечетко-логического вывода.</p> <p>Система моделирования на персональном компьютере Matlab Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) в задаче обучения и адаптации алгоритмов нечетко-логического вывода.</p>
6	Использование мягких вычислительных операций в нечет-	<p>Применение t- и s-норм в нечетком выводе</p> <p>Применение параметризованных t- и s-норм в не-</p>

ких выводах	четком выводе Использование мягких арифметических операций при обучении нечетких систем управления.
-------------	--

### 3.2. Лабораторные работы и (или) практические занятия

Лабораторные работы – не предусмотрены.

Таблица 3.4 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
1	Использование нечетких мер для систем принятия решений и использование нечеткой схемы Шортлифа для принятия управляющих решений	3
2	Разработка нечеткого вывода на основе модели Мамдани	3
3	Разработка нечеткого вывода на основе модели Сугэно	3
4	Разработка адаптивной нейро-нечеткой системы вывода	3
5	Исследование традиционных моделей дефазсификации: модель центра тяжести, модель центра сумм, модель высот, модель первого, среднего и последнего максимума	3
6	Исследование свойств мягкой модели обучения нечеткой системы вывода	3
Итого		18

### 3.3. Самостоятельная работа аспирантов

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Теоретически основы нечеткой логики. Методы построения функций принадлежности	10 неделя	6
2	Традиционные алгоритмы нечетко-логического вывода. Проектирование нечетко-логических систем управления	10 неделя	6
3	Проектирование быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода	10 неделя	6
4	Методы планирования эксперимента при исследовании нечетко-логических систем управления	11 неделя	6
5	Изучение методов нечетко-нейронного управления и их адаптации Методы и средства автоматизации проектирования нечетко-логических алгоритмов вывода и обучения	11 неделя	6
6	Использование мягких вычислительных операций в нечетких выводах	11 неделя	6
Итого			36



#### 4. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов, обучающихся по данной дисциплине, организуется:

*библиотекой университета:*

– библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

– имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет;

*кафедрой:*

– путем обеспечения доступности всего необходимого учебного материала;

– путем предоставления сведений о наличии учебной литературы;

– путем разработки: задач для самостоятельного решения; методических указаний к выполнению практических работ; методических рекомендаций по организации самостоятельной работы аспирантов; вопросов к зачету.

Материалы приведены в разделе 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

#### 5. Образовательные технологии

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	Ускорение разработки программной модели реализации нечеткого вывода с среде Excel с использованием языка программирования VBA	Собеседование	6
2	Проектирования нечеткой системы управления мобильным роботом на основе жестких моделей	Собеседование	6
3	Проектирования нечеткой системы управления стендом ловли подвижных объектов на основе жестких моделей	Собеседование	6
Итого:			18

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	Завершающий
1	2	3	4
<b>ОПК-1</b> владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности	Б.1Б.2 Иностранный язык Б1.В.ОД.3 Психология и педагогика	Б1В.ОД.5 Автоматизированные нечетко-логические системы управления в промышленности Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно-исследовательская практика Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ОПК-2</b> владение культурой научного исследования, в том числе с	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности	Б.1Б.2 Иностранный язык Б1.В.ОД.3 Психология и педагогика	Б1В.ОД.5 Автоматизированные нечетко-логические системы управления в промышлен-

<p>использовани- ем современ- ных информа- ционно- коммуникаци- онных техно- логий</p>			<p>ности Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно- исследовательская практика Б3.1 Научно- исследовательская деятельность и подготовка науч- но- квалификационной работы (диссерта- ции) на соискание ученой степени кандидата наук Б4.Д.1 Представлен ие научного до- клада об основных результатах подго- товленной научно- квалификационной работы (диссерта- ции)</p>
<p><b>ПК-1</b> способность владеть теоре- тическими ос- новами, мето- дами и алго- ритмами ин- теллектуализа- ции решения прикладных задач при по- строении авто- матизирован- ных систем управления широкого назначения</p>	<p>Б1.В.ОД.1 Методоло- гия науки и образова- тельной деятельности</p>	<p>Б.1Б.2 Иностран- ный язык Б1.В.ОД.3 Пси- хология и педаго- гика</p>	<p>Б1В.ОД.5 Автома- тизированные не- четко-логические системы управле- ния в промышлен- ности Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно- исследовательская практика Б3.1 Научно- исследовательская деятельность и подготовка науч- но- квалификационной работы (диссерта-</p>

			ции) на соискание ученой степени кандидата наук Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
--	--	--	--

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 Показатели и критерии оценивания компетенций

Код компетенции, содержание компетенции	Уровни сформированности компетенции		
	Пороговый уровень (удовлетворительный)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
<b>ОПК-1</b> владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные методы теоретических исследований <b>Уметь:</b> пользоваться методами теоретических исследований; <b>Владеть:</b> методами теоретических исследований	<b>Знать:</b> основные методы теоретических и экспериментальных исследований <b>Уметь:</b> пользоваться методами теоретических и экспериментальных исследований; <b>Владеть:</b> методами теоретических и экспериментальных исследований	<b>Знать:</b> основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности <b>Уметь:</b> пользоваться методами теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; <b>Владеть:</b> методами теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
<b>ОПК-2</b> владение куль-	<b>Знать:</b> методы научного исследования;	<b>Знать:</b> методы научного иссле-	<b>Знать:</b> методы научного исследо-

<p>турой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><b>Уметь:</b> пользоваться методами научного исследования; <b>Владеть:</b> методами научного исследования</p>	<p>дования с использованием информационных технологий; <b>Уметь:</b> пользоваться методами научного исследования с использованием информационных технологий; <b>Владеть:</b> методами научного исследования с использованием информационных технологий</p>	<p>вания с использованием информационных и коммуникационных технологий; <b>Уметь:</b> пользоваться методами научного исследования с использованием информационных и коммуникационных технологий; <b>Владеть:</b> методами научного исследования с использованием информационных и коммуникационных технологий</p>
<p><b>ПК-1</b> способность владеть теоретическими основами, методами и алгоритмами интеллектуализации решения прикладных задач при построении автоматизированных систем управления широкого назначения</p>	<p><b>Знать:</b> алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач; <b>Уметь:</b> пользоваться алгоритмами интеллектуализации решения прикладных задач; <b>Владеть:</b> алгоритмами интеллектуализации решения прикладных задач</p>	<p><b>Знать:</b> алгоритмы и методы интеллектуализации решения прикладных задач; <b>Уметь:</b> пользоваться алгоритмами и методами интеллектуализации решения прикладных задач; <b>Владеть:</b> алгоритмами и методами интеллектуализации решения прикладных задач</p>	<p><b>Знать:</b> алгоритмы и методы интеллектуализации решения прикладных задач при построении автоматизированных систем управления; <b>Уметь:</b> пользоваться алгоритмами и методами интеллектуализации решения прикладных задач при построении автоматизированных систем управления; <b>Владеть:</b> алгоритмами и методами интеллектуализации решения прикладных задач при построении автоматизированных систем управления</p>

Таблица 6.3 Паспорт комплекта оценочных средств

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	Теоретически основы нечеткой логики. Методы построения функций принадлежности	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	практическое занятие, СРС	Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая программа дисциплины 6.3)
2	Традиционные алгоритмы нечетко-логического вывода. Проектирование нечетко-логических систем управления	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	практическое занятие, СРС	Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая программа дисциплины 6.3)
3	Проектирование быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	практическое занятие, СРС	Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая

						программа дисциплины 6.3)
4	Методы планирования эксперимента при исследовании нечетко-логических систем управления	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	практическое занятие, СРС	Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая программа дисциплины 6.3)
5	Изучение методов нечетко-нейронного управления и их адаптации Методы и средства автоматизации проектирования нечетко-логических алгоритмов вывода и обучения	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1		Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая программа дисциплины 6.3)
6	Использование мягких вычислительных операций в нечетких выводах	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1		Собеседование	У-1, У-2	Согласно методике проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации (рабочая программа дисциплины 6.3)

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:**

Список методических указаний, используемых в образовательном процессе представлен в п. 8.2.

Оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Методика проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации**

Количество оценок – 4: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Пороги оценок (% правильных ответов) – менее 50% – неудовлетворительно, 50-70% – удовлетворительно, 70-85% – хорошо, 85-100% – отлично.

Предел длительности всего контроля - 60 минут.

Предел длительности ответа на каждый вопрос - 5 минут.

Последовательность выборки разделов- последовательная.

Последовательность выборки вопросов- случайная.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Тестовое задание на понимание разделов изученной дисциплины.
2. Беседа по теме научной работы.

#### **Перечень вопросов для проведения «Собеседования»:**

1. Методы построения функций принадлежности.
2. Метод построения функции принадлежности на основе статической обработки мнений группы экспертов.
3. Метод построения функции принадлежности на основе парных сравнений.
4. Параметрические методы построения функций принадлежности.
5. Алгоритм заполнения нечетких баз знаний.
6. Теоретически основы нечеткой логики
7. Операции над нечеткими множествами.
8. Нечеткая и лингвистическая переменные.
9. Нечеткие величины, интервалы и числа.
10. Операции над нечеткими числами и интервалами.
11. Методы дефаззификации нечетких величин.
12. Традиционные алгоритмы нечетко-логического вывода
13. Композиционное правило Заде.
14. Алгоритм нечетко-логического вывода Мамдани.
15. Алгоритм нечетко-логического вывода Ларсена.
16. Алгоритм нечетко-логического вывода Тсукамото.
17. Алгоритм нечетко-логического вывода Сугэно.
18. Проектирование нечетко-логических систем управления
19. Архитектура нечетко-логических систем управления.
20. Примеры реализации нечетко-логических систем управления.
21. Методы принятий решений на основе экспертной информации.
22. Проектирование быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода
23. Недостатки традиционных алгоритмов нечетко-логического вывода.



24. Методы построения быстродействующих алгоритмов нечетко-логического вывода на основе мягких арифметических операций.
25. Быстродействующий алгоритм нечетко-логического вывода для различных функций принадлежности.
26. Методы планирования эксперимента при исследовании нечетко-логических систем управления
27. Изучения методов нечетко-нейронного управления и их адаптации
28. Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе методов прямого и обратного распространения ошибок.
29. Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе модели Мамдани.
30. Адаптация системы нечетко-логического управления и обучения на основе модели Сугэно.
31. Методы и средства автоматизации проектирования нечетко-логических алгоритмов вывода и обучения
32. Проектирование алгоритмов нечетко-логического вывода Мамдани в программном приложении Matlab Fuzzy Logic Toolbox.
33. Проектирование алгоритмов нечетко-логического вывода Сугэно в программном приложении Matlab Fuzzy Logic Toolbox.  
Обучение и адаптация алгоритмов нечетко-логического вывода Сугэно в программном приложении Matlab ANFIS.

## **7. Рейтинговый контроль изучения дисциплины не предусмотрен**

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1 Основная литература и дополнительная учебная литература**

#### **а) Основная литература**

1. Емельянов С.Г., Интеллектуальные системы на основе нечеткой логики и мягких арифметических операций / Емельянов С.Г., Титов В.С., Бобырь М.В. – М.: АРГАМАК-МЕДИА. 2013. 341 с.
2. Емельянов С.Г., Автоматизированные нечетко-логические системы управления / Емельянов С.Г., Титов В.С., Бобырь М.В. – М.:ИНФРА-М. 2011. 176 с. (Научная мысль).
3. Емельянов С.Г., Адаптивные нечетко-логические системы управления / Емельянов С.Г., Титов В.С., Бобырь М.В. – М.: АРГАМАК-МЕДИА. 2013. 184 с.

#### **б) Дополнительная литература**

4. Рубанов В.Г. Адаптивные системы принятия нечетко-логических решений / Рубанов В.Г., Титов В.С., Бобырь М.В. – Б.: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. 239 с.
5. Бобырь М.В. Теоретические основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами на основе нечёткой логики / Бобырь М.В., Емельянов С.Г., Титов В.С. – Старый Оскол. ТНТ. 2009. 232 с.

6. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление/ Пегат А. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2013. 798 с. [электронный ресурс – <http://window.edu.ru/resource/324/65324>]
7. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / Леоненков А. – С-Пб: БХВ-Петербург. 2005. 736 с. [электронный ресурс – <http://bwbooks.net/index.php?id1=4&category=comp-lit&author=leolenkov-av&book=2005&page=1>]

## **8.2. Перечень методических указаний**

## **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com) Международная база образовательной литературы и научных статей издательства Elsevier.
2. [link/springer.com](http://link.springer.com) Международная база образовательной литературы и научных статей издательства Springer.
3. <http://window.edu.ru/> Федеральный портал Российское образование.
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. <http://www.iqlib.ru> Электронно-библиотечная система IQLib
6. <http://www.intuit.ru/> Национальный открытый университет дистанционного образования
7. <https://ru.wikipedia.org> Википедия.

## **8.4. Перечень информационных технологий**

На занятиях применяются следующие программные продукты: среда программирования VBA; пакет Microsoft Excel, Matlab.

## **8.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основным видом аудиторной работы обучающихся являются практические занятия, предназначенные для изучения наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для изучения профессиональной терминологии, развития умений и навыков в области автоматизации технологических процессов и производств, подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии по научной и профессиональной тематике, закрепления изученного материала, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

Практические занятия начинаются со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. В заключительном слове преподаватель подводит итоги занятия, оценивая работу каждого аспиранта. Практические занятия также проходят в форме собеседований которые готовятся как на занятиях, так и в ходе самостоятельной работы.

При подготовке к практическим занятиям аспиранты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем, аспиран-

ты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

При освоении данной дисциплины аспирант может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой.

В процессе подготовки к экзамену следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- необходимо стремиться к пониманию всего материала, чтобы еще до зачета не оставалось непонятных вопросов;

- необходимо строго следить за точностью своих выражений и правильностью употребляемых терминов;

- не следует опасаться дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь аспиранту или сэкономить время;

- прежде чем отвечать на вопрос, необходимо сначала правильно его понять;

- к зачету необходимо готовиться на протяжении всего межсессионного периода.

#### **8.6. Другие учебно-методические материалы**

Исследовательские научные статьи и патенты на Изобретения и Полезные модели.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с 10 рабочими местами, оборудованными ПЭВМ в составе локальной сети с доступом в Интернет.

Лекции проводятся в стандартно оборудованных лекционных аудиториях.