

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Системы и средства автоматизации, интеллектуального управления и анализа данных

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
НЕЙРО-НЕЧЕТКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Интервью	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Косинский М.Ю.
	Идентификатор	Rba98e131-KosinskyMY-7538ec4f

М.Ю.
Косинский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шилин Д.В.
	Идентификатор	R495daf18-ShilinDV-59db3f0e

Д.В. Шилин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории нечетких множеств, искусственных нейронных сетей, нейро-нечётких систем, генетических алгоритмов для последующего их использования как в изучении дисциплин магистерской программы, так и на практике при решении задач диагностики и разработки систем автоматического управления.

Задачи дисциплины

- изучение базовых понятий теории нечетких множеств, искусственных нейронных сетей, нейро-нечётких систем, генетических алгоритмов;
- освоение основных алгоритмов использования теории нечетких множеств, искусственных нейронных сетей, нейро-нечётких систем, генетических алгоритмов;
- приобретение навыков построения и диагностики систем автоматического управления с использованием теории нечетких множеств, искусственных нейронных сетей, нейро-нечётких систем, генетических алгоритмов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен разрабатывать системы и технические средства автоматизации и управления на основе современных программных и аппаратных средств	ИД-3 _{ПК-1} Демонстрирует знание различных способов машинного обучения и способность применять их на практике	знать: - предпосылки возникновения и основные понятия теории искусственных нейронных сетей; - современные методы применения искусственных нейронных сетей для решения задач диагностики и управления. уметь: - применять элементы теории нечетких систем для решения задач диагностики и управления.
ПК-1 Способен разрабатывать системы и технические средства автоматизации и управления на основе современных программных и аппаратных средств	ИД-4 _{ПК-1} Использует стандартное программное обеспечение и специализированные библиотеки для обработки и анализа данных	знать: - современные методы применения аппарата теории генетических алгоритмов для решения задач диагностики и управления. уметь: - выбирать методы решения задач управления и диагностики с помощью аппарата теории нейро-нечетких множеств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы и средства автоматизации, интеллектуального управления и анализа данных (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основы теории искусственных нейронных сетей.	13.9	7	4	2.0	-	-	-	-	-	-	7.9	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории искусственных нейронных сетей."</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №1 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы теории искусственных нейронных сетей." материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории искусственных нейронных сетей."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 385 - 400 [5], стр. 385 - 400</p>	
1.1	Нейрон и его модели. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Архитектуры нейронных сетей. Многослойная (двухслойная) сеть прямого распространения	4.0		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2.5		-
1.2	Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки Иллюстрация процесса обучения НС. Математическое описание процесса обучения. Рассмотрение	4.0		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2.5		-

	алгоритма для однослойной и многослойной сети. Геометрическая интерпретация. Переобучение и обобщение													
1.3	Алгоритмы обучения без учителя. Особенности	5.9	2	1	-	-	-	-	-	-	2.9	-		
2	Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике	13.0	4	2.0	-	-	-	-	-	-	7	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №1 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 457 – 469 [5], стр. 457 – 469</p>	
2.1	Применение нейросетей в задачах диагностики, кластеризация и поиск зависимостей, прогнозирование. Понятие диагностики технических систем	3.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-		
2.2	Нейрорегуляторы. Предпосылки применения. Существующие подходы. Структура и особенности системы управления с нейрорегулятором. Рассмотрение работы и настройки регулятора	3.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-		
2.3	Основные понятия интеллектуального управления. Понятие интеллектуальной системы управления	6	2	1	-	-	-	-	-	-	3	-		

	(ИСУ). Признаки ИСУ													
3	Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике	26.9	8	4.0	-	-	-	-	-	-	14.9	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике" материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 63-67 [4], стр. 124-169, 170-205</p>	
3.1	Генетические алгоритмы и традиционные методы оптимизации. Введение в генетические алгоритмы. Место генетических алгоритмов в задачах оптимизации. Основные понятия генетических алгоритмов	4.0	1	0.5	-	-	-	-	-	-	2.5	-		
3.2	Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения алгоритма. Понятия популяции, хромосом, генотипа, фенотипа, аллели, локуса. Функция приспособленности. Примеры. Шаги классического генетического алгоритма. Генетические операторы. Кодирование	4.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-	3	-		

	параметров задачи в генетическом алгоритме													
3.3	Основная теорема о генетических алгоритмах	5.5	2	1	-	-	-	-	-	-	2.5	-		
3.4	Модификации классического генетического алгоритма. Модификация методов селекции. Использование особых процедур репродукции. Модифицированные генетические операторы и методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности	6	2	1	-	-	-	-	-	-	3	-		
3.5	Рассмотрение применения в задачах диагностики и управления	6.9	2	1	-	-	-	-	-	-	3.9	-		
4	Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике	27	8	4	-	-	-	-	-	-	15	-		<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике"
4.1	Понятие нечёткого множества. Нечёткость и вероятность. История возникновения. Характеристики нечётких множеств. Функции	6	2	1	-	-	-	-	-	-	3	-		<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №3 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике" материалу.

	формирования функций принадлежности. Сравнение с алгоритмом Мамдани												
4.4	Нечёткий регулятор. Структура нечёткой системы управления. Рассмотрение работы регулятора. Рассмотрение решения задачи диагностики с применением нечётких систем	7	2	1	-	-	-	-	-	-	4	-	
5	Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике	26.9	8	4	-	-	-	-	-	-	14.9	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №4 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике" материалу.
5.1	Нейро-нечёткие системы. Предпосылки возникновения. Структура системы. Принципы работы. Сравнение с нечёткими и нейросистемами	13	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 44, 56-60 [3], стр.23-33 [4], стр. 307-365 [5], стр. 180-186
5.2	Создание и обучение нейро-нечётких систем на основе выборок данных. Модификации систем. Примеры использования в управлении и диагностике	13.9	4	2	-	-	-	-	-	-	7.9	-	

Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-
Всего за семестр	108.0	32	16.0	-	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-
Итого за семестр	108.0	32	16.0	-	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы теории искусственных нейронных сетей.

1.1. Нейрон и его модели. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Архитектуры нейронных сетей. Многослойная (двухслойная) сеть прямого распространения
Алгоритмы обучения без учителя. Особенности.

1.2. Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки
Иллюстрация процесса обучения НС. Математическое описание процесса обучения. Рассмотрение алгоритма для однослойной и многослойной сети. Геометрическая интерпретация. Переобучение и обобщение

Нейрон и его модели. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Архитектуры нейронных сетей. Многослойная (двухслойная) сеть прямого распространения.

1.3. Алгоритмы обучения без учителя. Особенности

Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки Иллюстрация процесса обучения НС. Математическое описание процесса обучения. Рассмотрение алгоритма для однослойной и многослойной сети. Геометрическая интерпретация. Переобучение и обобщение.

2. Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике

2.1. Применение нейросетей в задачах диагностики, кластеризация и поиск зависимостей, прогнозирование. Понятие диагностики технических систем

Основные понятия интеллектуального управления. Понятие интеллектуальной системы управления (ИСУ). Признаки ИСУ.

2.2. Нейрорегуляторы. Предпосылки применения. Существующие подходы. Структура и особенности системы управления с нейрорегулятором. Рассмотрение работы и настройки регулятора

Применение нейросетей в задачах диагностики, кластеризация и поиск зависимостей, прогнозирование. Понятие диагностики технических систем.

2.3. Основные понятия интеллектуального управления. Понятие интеллектуальной системы управления (ИСУ). Признаки ИСУ

Нейрорегуляторы. Предпосылки применения. Существующие подходы. Структура и особенности системы управления с нейрорегулятором. Рассмотрение работы и настройки регулятора.

3. Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике

3.1. Генетические алгоритмы и традиционные методы оптимизации. Введение в генетические алгоритмы. Место генетических алгоритмов в задачах оптимизации. Основные понятия генетических алгоритмов

Рассмотрение применения в задачах диагностики и управления.

3.2. Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения алгоритма. Понятия популяции, хромосом, генотипа, фенотипа, аллели, локуса. Функция приспособленности.

Примеры. Шаги классического генетического алгоритма. Генетические операторы.

Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме

Генетические алгоритмы и традиционные методы оптимизации. Введение в генетические алгоритмы. Место генетических алгоритмов в задачах оптимизации. Основные понятия генетических алгоритмов.

3.3. Основная теорема о генетических алгоритмах

Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения алгоритма. Понятия популяции, хромосом, генотипа, фенотипа, аллели, локуса. Функция приспособленности. Примеры. Шаги классического генетического алгоритма. Генетические операторы. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме.

3.4. Модификации классического генетического алгоритма. Модификация методов селекции. Использование особых процедур репродукции. Модифицированные генетические операторы и методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности

Основная теорема о генетических алгоритмах.

3.5. Рассмотрение применения в задачах диагностики и управления

Модификации классического генетического алгоритма. Модификация методов селекции. Использование особых процедур репродукции. Модифицированные генетические операторы и методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности.

4. Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике

4.1. Понятие нечёткого множества. Нечёткость и вероятность. История возникновения. Характеристики нечётких множеств. Функции принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Операции на нечетких множествах. Алгебраические и логические операции. Свойства операций

Нечёткий регулятор. Структура нечёткой системы управления. Рассмотрение работы регулятора. Рассмотрение решения задачи диагностики с применением нечётких систем.

4.2. Нечеткие отношения и их свойства. Нечеткая и лингвистическая переменные. Термы лингвистических переменных. Нечёткие числа. Операции над нечеткими числами. Нечеткие числа (L-R)-типа. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями

Понятие нечёткого множества. Нечёткость и вероятность. История возникновения. Характеристики нечётких множеств. Функции принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Операции на нечетких множествах. Алгебраические и логические операции. Свойства операций.

4.3. Нечеткий вывод. Правила нечеткой импликации. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Ларсена. Упрощённый алгоритм нечёткого вывода. Методы приведения к чёткости. Метод нечеткого управления Такаги-Сугено. Алгоритм Такаги-Сугено.

Особенности формирования функций принадлежности. Сравнение с алгоритмом Мамдани

Нечеткие отношения и их свойства. Нечеткая и лингвистическая переменные. Термы лингвистических переменных. Нечёткие числа. Операции над нечеткими числами. Нечеткие числа (L-R)-типа. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.

4.4. Нечёткий регулятор. Структура нечёткой системы управления. Рассмотрение работы регулятора. Рассмотрение решения задачи диагностики с применением нечётких систем

Нечеткий вывод. Правила нечеткой импликации. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Ларсена. Упрощённый алгоритм нечёткого вывода. Методы приведения к чёткости. Метод нечеткого управления Такаги-Сугено. Алгоритм Такаги-Сугено. Особенности формирования функций принадлежности. Сравнение с алгоритмом Мамдани.

5. Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике

5.1. Нейро-нечёткие системы. Предпосылки возникновения. Структура системы. Принципы работы. Сравнение с нечёткими и нейросистемами

Создание и обучение нейро-нечётких систем на основе выборок данных. Модификации систем. Примеры использования в управлении и диагностике.

5.2. Создание и обучение нейро-нечётких систем на основе выборок данных. Модификации систем. Примеры использования в управлении и диагностике

Нейро-нечёткие системы. Предпосылки возникновения. Структура системы. Принципы работы. Сравнение с нечёткими и нейросистемами.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение основ применения генетических алгоритмов;
2. Изучение основ применения нейро-нечётких систем;
3. Изучение основ применения искусственных нейронных сетей;
4. Изучение основ применения нечёткой логики.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории искусственных нейронных сетей."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
современные методы применения искусственных нейронных сетей для решения задач диагностики и управления	ИД-3ПК-1		+				Интервью/Защита лабораторной работы №1
предпосылки возникновения и основные понятия теории искусственных нейронных сетей	ИД-3ПК-1	+					Лабораторная работа/Выполнение лабораторной работы №1
современные методы применения аппарата теории генетических алгоритмов для решения задач диагностики и управления	ИД-4ПК-1			+			Интервью/Защита лабораторной работы №2
Уметь:							
применять элементы теории нечетких систем для решения задач диагностики и управления	ИД-3ПК-1				+		Интервью/Защита лабораторной работы №3
выбирать методы решения задач управления и диагностики с помощью аппарата теории нейро-нечетких множеств	ИД-4ПК-1					+	Интервью/Защита лабораторной работы №4

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Интервью)
2. Защита лабораторной работы №2 (Интервью)
3. Защита лабораторной работы №3 (Интервью)
4. Защита лабораторной работы №4 (Интервью)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Выполнение лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления : Учебник для вузов по машиностроительным и приборостроительным специальностям / Ред. Н. Д. Егупов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 744 с. – (Методы теории автоматического управления). – ISBN 5-7038-1635-1.;
2. Аверкин, А. Н. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы : учебное пособие по курсу "Нетрадиционные модели вычислений" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Н. Аверкин, Е. В. Деньщикова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2014. – 68 с. – ISBN 978-5-7046-1547-7.;
3. Косинский, М. Ю. Основы нейро-нечетких систем управления и диагностики : лабораторный практикум по курсу "Нейро-нечеткие системы управления и диагностики" по направлению 27.04.04 "Управление в технических системах" / М. Ю. Косинский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2020. – 52 с. – ISBN 978-5-7046-2316-8.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11168>;
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.- "Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск.И.Д.Рудинского.", (2-е изд.), Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2013 - (384 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=11843;

5. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С.- "Нечеткие модели и сети", (2-е изд., стер.),
Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2018 - (284 с.)
<https://e.lanbook.com/book/111022>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SimInTech.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-304а/1, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет,

аттестации		мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-305, Преподавательская каф. "УиИ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Нейро-нечеткие технологии в задачах управления

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Выполнение лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
 КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Интервью)
 КМ-3 Защита лабораторной работы №2 (Интервью)
 КМ-4 Защита лабораторной работы №3 (Интервью)
 КМ-5 Защита лабораторной работы №4 (Интервью)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Основы теории искусственных нейронных сетей.						
1.1	Нейрон и его модели. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Архитектуры нейронных сетей. Многослойная (двухслойная) сеть прямого распространения		+				
1.2	Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки Иллюстрация процесса обучения НС. Математическое описание процесса обучения. Рассмотрение алгоритма для однослойной и многослойной сети. Геометрическая интерпретация. Переобучение и обобщение		+				
1.3	Алгоритмы обучения без учителя. Особенности		+				
2	Применение искусственных нейронных сетей в управлении и диагностике						
2.1	Применение нейросетей в задачах диагностики, кластеризация и поиск зависимостей, прогнозирование. Понятие диагностики технических систем			+			
2.2	Нейрорегуляторы. Предпосылки применения. Существующие подходы. Структура и особенности системы управления с нейрорегулятором. Рассмотрение работы и настройки регулятора			+			
2.3	Основные понятия интеллектуального управления. Понятие интеллектуальной системы управления (ИСУ). Признаки ИСУ			+			

3	Основы теории генетических алгоритмов. Применение в управлении и диагностике					
3.1	Генетические алгоритмы и традиционные методы оптимизации. Введение в генетические алгоритмы. Место генетических алгоритмов в задачах оптимизации. Основные понятия генетических алгоритмов			+		
3.2	Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения алгоритма. Понятия популяции, хромосом, генотипа, фенотипа, аллели, локуса. Функция приспособленности. Примеры. Шаги классического генетического алгоритма. Генетические операторы. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме			+		
3.3	Основная теорема о генетических алгоритмах			+		
3.4	Модификации классического генетического алгоритма. Модификация методов селекции. Использование особых процедур репродукции. Модифицированные генетические операторы и методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности			+		
3.5	Рассмотрение применения в задачах диагностики и управления			+		
4	Основы теории нечётких множеств. Применение в управлении и диагностике					
4.1	Понятие нечёткого множества. Нечёткость и вероятность. История возникновения. Характеристики нечётких множеств. Функции принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Операции на нечетких множествах. Алгебраические и логические операции. Свойства операций				+	
4.2	Нечеткие отношения и их свойства. Нечеткая и лингвистическая переменные. Термы лингвистических переменных. Нечёткие числа. Операции над нечеткими числами. Нечеткие числа (L-R)-типа. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями				+	
4.3	Нечеткий вывод. Правила нечеткой импликации. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Ларсена. Упрощённый алгоритм нечёткого вывода. Методы приведения к чёткости. Метод нечеткого управления Такаги-Сугено. Алгоритм Такаги-Сугено. Особенности формирования функций принадлежности. Сравнение с алгоритмом Мамдани				+	
4.4	Нечёткий регулятор. Структура нечёткой системы управления. Рассмотрение работы регулятора. Рассмотрение решения задачи диагностики с применением нечётких систем				+	

5	Основы теории нейро-нечётких систем. Применение в управлении и диагностике					
5.1	Нейро-нечёткие системы. Предпосылки возникновения. Структура системы. Принципы работы. Сравнение с нечёткими и нейросистемами					+
5.2	Создание и обучение нейро-нечётких систем на основе выборок данных. Модификации систем. Примеры использования в управлении и диагностике					+
Вес КМ, %:		5	25	25	30	15