

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.9 Теория нечетких множеств и нейросетевые модели»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Математическое и компьютерное моделирование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.9 Теория нечетких множеств и нейросетевые модели» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике

наименование кафедры

протокол №8 от "10" февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Н.П. Фот

Исполнители:

Доцент кафедры ММиМЭ

должность

подпись

расшифровка подписи

Л.М. Туктамышева

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Н.П. Фот

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Биктимирова

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

С.Н. Морозова

№ регистрации

© Туктамышева Л.М., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование теоретических знаний в области нечеткого и нейросетевого моделирования и приобретение навыков их использования при решении задач, связанных с математическим и компьютерным моделированием, посредством специализированных инструментальных и программных средств.

Задачи:

- изучение основных понятий и моделей нечеткой логики;
- изучение моделей нейронных сетей и алгоритмов их обучения;
- освоение профессиональных пакетов нейросетевого и нечеткого моделирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.Б.14 Математический анализ, Б1.Д.Б.15 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б1.Д.Б.21 Математические методы и модели исследования операций, Б1.Д.Б.23 Теория вероятностей и случайных процессов, Б1.Д.Б.24 Математическая статистика и анализ данных, Б1.Д.Б.30 Системы искусственного интеллекта, Б2.П.Б.У.1 Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен переходить от содержательной постановки проблемы к математически формализованному описанию, проводить исследования на основе построенной модели, содержательно анализировать результаты	ПК*-1-В-1 Применяет математический инструментарий для описания процессов и систем в форме математических моделей, их последующего исследования и выработки решений	Знать: основные архитектуры и алгоритмы обучения нейронных сетей, основные понятия нечеткой логики и основные алгоритмы нечеткого вывода. Уметь: сводить практические задачи к задачам классификации, аппроксимации функций и прогнозирования и решать их на основе нейросетевых моделей и аппарата нечеткой логики; давать содержательную интерпретацию полученным результатам. Владеть: навыками решения теоретических и практических задач на основе нейросетевого и нечеткого моделирования
ПК*-2 Способен осуществлять математическое и компьютерное	ПК*-2-В-3 Разрабатывает и/или применяет детерминированные и стохастические модели для анализа и выработки решений по управлению	Знать: Основные виды нейронных сетей и аппарат нечеткой логики для разработки детерминированных и стохастических моделей для анализа и выработки решений

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
моделирование для анализа рисков и выработки оптимальных решений в различных отраслях	процессами и системами в различных отраслях	по управлению процессами и системами в различных отраслях Уметь: Применять нейронных сетей и аппарат нечеткой логики для построения детерминированных и стохастических моделей для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях Владеть: навыками разработки и применения детерминированных и стохастических моделей для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях на основе нейросетевого и нечеткого моделирования
ПК*-4 Способен использовать знания современных языков программирования, стандартных пакетов прикладных программ, информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", инструментальных средств анализа данных при решении практических задач управления информацией	ПК*-4-В-1 Применяет знания современных языков программирования при решении практических задач на ЭВМ ПК*-4-В-2 Применяет знания стандартных и специализированных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий для решения практических задач анализа данных, математического и компьютерного моделирования процессов и систем ПК*-4-В-3 Применяет знания стандартных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий, сети "Интернет" для поиска, обработки и систематизации информации, оформления отчетов по результатам выполненных исследований, представления их в виде презентаций, докладов	Знать: стандартные пакеты прикладных программ, современные языки программирования, используемые для решения практических задач на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. Уметь: применять стандартные пакеты прикладных программ, современные языки программирования для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. Владеть: навыками использования стандартных пакетов прикладных программ, современных языков программирования для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики; навыками оформления результатов решения задач в виде отчетов и презентаций.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю)	72,75	72,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Обзор и классификация нейронных сетей	10	2		-	8
2	Однослойный и многослойный персептрон	12	2		2	8
3	Радиальные нейронные сети	12	2		2	8
4	Самоорганизующиеся нейронные сети	12	2		2	8
5	Рекуррентные нейронные сети	12	2		2	8
6	Нейронные сети для обработки изображений	12	2		2	8
7	Основы нечеткой логики.	12	2		2	8
8	Нечеткий логический вывод.	12	2		2	8
9	Нечеткие нейронные сети.	14	2		2	10
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	108	18		16	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Обзор и классификация нейронных сетей. Основные направления в исследованиях по искусственному интеллекту. Развитие нейрокомпьютерных технологий. Области применения, решаемые задачи. Модель биологического нейрона. Формальный нейрон. Активационные функции. Классификация нейронных сетей.

№ 2 Однослойный и многослойный персептрон. Простой персептрон Розенблатта. Архитектура сети, алгоритм обучения. Методы обучения нейронных сетей: обучение с учителем и без учителя, правило Больцмана, правило Хебба, обучение методом соревнования. Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки. Метрики качества моделей и функции потерь. Оптимизаторы.

№ 3 Радиальные нейронные сети. Нейронные сети с радиально-базисными функциями. Структура радиальной базисной сети. Расчет параметров радиальной базисной сети. Обучение радиальной базисной сети. Решение задач аппроксимации, кластеризации с помощью нейронных сетей с радиально-базисными функциями.

№ 4 Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритмы обучения без учителя. Дифференциальное правило Хебба. Архитектура, алгоритм обучения и функционирование сети и самоорганизующейся карты Кохонена. Решение задач классификации на основе нейронных сетей и самоорганизующихся карт Кохонена.

№ 5 Рекуррентные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Простая рекуррентная сеть. Сети ассоциативной памяти. Сети Хопфилда и Хемминга. Сети Элмана и Джордана. Рекуррентный многослойный персептрон. LSTM-сеть (сеть долгой краткосрочно памяти). Обучение рекуррентных сетей. Прогнозирование временных рядов. Модели анализа временных рядов, основанные на сетях с прямой связью.

№ 6 Нейронные сети для обработки изображений. Сверточные нейронные сети. Генеративно-состязательные нейронные сети. Автоэнкодеры. Состязательные автоэнкодеры. Сверточные автоэнкодеры.

№ 7 Основы нечеткой логики. Нечеткие множества. Функция принадлежности. Методы построения функции принадлежности. Логические и арифметические операции над нечеткими множествами. Свойства операций. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами. Нечеткие числа (L-R)- типа. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.

№ 8 Нечеткий логический вывод. Нечеткая импликация. Основные алгоритмы нечеткого логического вывода. Эффективность нечетких систем принятия решений.

№ 9 Нечеткие нейронные сети. Понятие и модель нечеткой нейронной сети. Алгоритм обучения и использования нечетких нейронных сетей. Нечеткая кластеризация.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Решение задачи регрессии или классификации на основе многослойного персептрона	2
2	3	Решение задачи аппроксимации и прогнозирования временного ряда	2
3	4	Классификация на основе самоорганизующейся сети Кохонена	2
4	5	Прогнозирование временного ряда на основе сети LSTM	2
5	6	Обработка изображений на основе модели GAN	2
6	7	Построение функций принадлежности	2
7	8	Нечеткий логический вывод	2
8	9	Нечеткие нейронные сети	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Соробин, А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций : учебно-методическое пособие / А. Б. Соробин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163853> (дата обращения: 24.03.2025).

2. Яхьяева, Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г.Э. Яхьяева. — Москва: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2012. — 316 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Зак, Ю. А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных. Fuzzy-технологии [Текст] / Ю. А. Зак. - Москва : ЛИБРОКОМ, 2013. - 352 с

2. Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учебное пособие для вузов / Н.Г. Ярушкина. — М. Финансы и статистика, 2004. — 320 с.

3. Ширяев, В. И. Финансовые рынки. Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Прикладная

математика" и специальности "Прикладная математика": учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим специальностям / В. И. Ширяев.- 5-е изд., испр. - Москва : ЛИБРОКОМ, 2013. - 228 с.

4. Бураков, М. В. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учебное пособие / М. В. Бураков. - Москва : Проспект, 2021. - 432 с. : ил. - Библиогр.: с. 406-411. - Прил.: с. 412-431. - ISBN 978-5-392-33563-3.

5.3 Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023, 2024.

2. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023, 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.intuit.ru/department/ds/intneuronnets/> Интуит, курс лекций «Введение в нейронные сети» (автор Барский А. Б.)

2. <http://www.intuit.ru/department/ds/logneuronnets/> Интуит, курс лекций «Логические нейронные сети» (автор Барский А. Б.)

3. <http://www.intuit.ru/department/expert/neurocomputing/> Курс лекций «Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе» (авторы Ежов А. А., С. А. Шумский)

4. <http://www.intuit.ru/department/expert/neuroinf/> Интуит, курс лекций «Нейроинформатика»

5. <http://www.intuit.ru/department/expert/neuro/> Интуит, курс лекций «Нейрокомпьютерные системы» (автор Тарков М. С.)

6. <http://www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets/> Интуит, курс лекций «Основы теории нечетких множеств» (автор Яхьяева Г. Э.)

7. <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/> Интуит, курс лекций «Data Mining» (автор Чубукова И. А.)

8. http://www.sernam.ru/book_zade.php Электронная версия книги «Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений» (автор Заде Л.А. - М.: Мир, 1976.-165 с.)

9. http://www.sernam.ru/book_smn.php Электронная версия книги «Введение в теорию нечетких множеств» (автор Кофман А., М.: Радио и связь, 1982. - 432 с.)

10. www.gks.ru – Федеральная служба государственной статистики РФ;

11. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

12. <http://www.machinelearning.ru/> - профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений LibreOffice

3. Программная система для организации видео-конференц-связи dion.vc

4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

5. Python - объектно-ориентированный язык программирования. Бесплатное свободно распространяемое программное обеспечение Режим доступа: <https://www.python.org>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.