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 2023

2049855

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 "6" февраля 2023 г.

И. о. заведующего кафедрой
математических методов и моделей в экономике _____ Н.П. Фот
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ММиМЭ _____ Е.М. Крипак
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика _____ Н.П. Фот
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
_____
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ Н.А. Тюрюмина
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Крипак Е.М., 2023
© ОГУ, 2023

2

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 экономических и инженерных задач с помощью 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.22 Математические методы и модели исследования операций, Б1.Д.Б.24 Теория вероятностей и случайных процессов, Б1.Д.Б.25 Математическая статистика и анализ данных, 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.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		Владеть: навыками решения теоретических и практических задач на основе нейросетевого и нечеткого моделирования.
ПК*-2 Способен осуществлять математическое и компьютерное моделирование для анализа рисков и выработки оптимальных решений в различных отраслях	ПК*-2-В-3 Разрабатывает и/или применяет детерминированные и стохастические модели для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях	**Знать:** основные понятия и термины нечеткого и нейросетевого моделирования, ограничения моделей на профессиональном уровне. **Уметь:** осуществлять формализованное описание процессов и систем в терминах математического моделирования, проверять адекватность полученных моделей, разрабатывать решения на основе результатов моделирования. **Владеть:** навыками построения компонентов и целостных моделей для реальных процессов и систем, проверки адекватности модели, интерпретации получаемых результатов, принятия решения на основе количественного и качественного анализа результатов моделирования на профессиональном уровне.
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	**Знать:** современные языки программирования и стандартные пакеты прикладных программ, используемые для решения практических задач на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. **Уметь:** применять знания современных языков программирования и стандартные пакеты

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	систематизации информации, оформления отчетов по результатам выполненных исследований, представления их в виде презентаций, докладов	прикладных программ для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. **Владеть:** навыками разработки собственного ПО и использования стандартных пакетов прикладных программ для решения задач 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:	**39,25**	**39,25**
Лекции (Л)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
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;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**68,75**	**68,75**
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	Основы нечеткой логики.	10	2		2	6
2	Нечеткие классификаторы и нечеткие схемы агрегирования.	14	4		2	8
3	Нечеткий логический вывод.	10	2		-	8
4	Введение в нейросетевое моделирование. Простейшие модели нейронных сетей.	14	4		2	8
5	Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.	14	4		2	8
6	Сети и самоорганизующиеся карты Кохонена.	12	2		2	8
7	Решение задач прогнозирования с помощью нейронных сетей.	12	2		2	8
8	Генетические алгоритмы.	10	2		-	8
9	Программное обеспечение нейросетевого и нечетко-логического моделирования.	12	4		-	8
	Итого:	108	26		12	70
	Всего:	108	26		12	70

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 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.

№ 2 Нечеткие классификаторы и нечеткие схемы агрегирования данных. Операции над нечеткими числами. Нечеткие числа (L-R)- типа. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями. Нечеткие классификаторы и нечеткие схемы агрегирования данных.

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

№ 4 Введение в нейросетевое моделирование. Простейшие модели нейронных сетей Основные направления в исследованиях по искусственному интеллекту. Развитие нейрокомпьютерных технологий. Области применения, решаемые задачи. Модель биологического нейрона. Формальный нейрон. Активационные функции. Простой персептрон Розенблатта. Архитектура сети, алгоритм обучения, правило Хебба. Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки.

№ 5 Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга Структура сетей, представление исходных данных, начальная настройка, функционирование. Емкость сети. Решение задач ассоциативной памяти.

№ 6 Сети и самоорганизующиеся карты Кохонена 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.

№ 7 Решение задач прогнозирования с помощью нейронных сетей Прогнозирование временных рядов. Модели анализа временных рядов, основанные на сетях с прямой связью. Метод окон.

№ 8 Генетические алгоритмы Приспособленность особи, приспособленность популяции.Операции кроссовера. Модель эволюции в природе. Кодирование допустимых решений. Формирование популяции, мутации, отбора. Основные параметры генетического алгоритма. Решение задач оптимизации с помощью генетических алгоритмов.

№ 9 Программное обеспечение нейросетевого и нечетко-логического моделирования Обзор современных нейропакетов. Программный нейросетевой пакет «Statistica Neural Networks (SNN)». Принципы работы. Решение задач классификации и прогнозирования с помощью SNN.

Обзор возможностей существующего программного обеспечения в области нечетко-логического моделирования.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Основы нечеткой логики.	2
2	2, 3	Моделирование нечеткой системы средствами нечеткой логики.	2
3	4	Обучение многослойного персептрона.	2
4	5	Моделирование работы сетей Хопфилда и Хэминга	2
5	6	Моделирование работы сети Кохонена.	2
6	7	Прогнозирование временных рядов: нейросетевой подход.	2
		Итого:	12

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Броневич, А. Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений : учебное пособие : [16+] / А. Г. Броневич, А. Е. Лепский. – Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2022. – 264 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699504. – ISBN 978-5-7598-2317-9 (в обл.). – ISBN 978-5-7598-2407-7 (e-book). – DOI 10.17323/978-5-7598-2317-9. – Текст : электронный.

2. Сергеев, А. П. Введение в нейросетевое моделирование : учебное пособие / А. П. Сергеев, Д. А. Тарасов ; под общ. ред. А. П. Сергеева ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. – 131 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696138. – ISBN 978-5-7996-2124-7. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Сахарова, Л. В. Современные проблемы прикладной математики и информатики : учебное пособие : [12+] / Л. В. Сахарова, Т. В. Алексейчик, М. Б. Стрюков ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 105 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=568567. – ISBN 978-5-7972-2536-2. – Текст : электронный.

2. Трофимова, Е. А. Нейронные сети в прикладной экономике : учебное пособие / Е. А. Трофимова, В. Д. Мазуров, Д. В. Гилёв ; под общ. ред. Е. А. Трофимовой ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. – 98 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696260. – ISBN 978-5-7996-2018-9. – Текст : электронный.

3. Белозерова, Г. И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : [16+] / Г. И. Белозерова, Д. М. Скуднев, З. А. Кононова ; Липецкий государственный педагогический университет им. П. П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Часть 1. – 65 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909. – ISBN 978-5-88526-875-2. – Текст : электронный.

4. Барский, А. Б. Логические нейронные сети : учебное пособие : [16+] / А. Б. Барский. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 352 с. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: URL:

https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232983. – ISBN 978-5-9556-0094-9. – Текст : электронный.

5. Целых, А. Н. Современные методы прикладной информатики в задачах анализа данных: учебное пособие по курсу «Методы интеллектуального анализа данных» : [16+] / А. Н. Целых, А. А. Целых, Э. М. Котов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. – 130 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683920. – ISBN 978-5-9275-3783-9. – Текст : электронный.

5.3 Периодические издания

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

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 Яхъяева 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. http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/index.php Раздел консультационного центра Matlab, посвященный нечеткой логике и Fuzzy Logic Toolbox
11. http://www.basegroup.ru/ сайт разработчика аналитической платформы Deductor

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

1. Свободно распространяемый растровый графический редактор GIMP (GNU Image Manipulation Program)

Профессиональные базы данных

1. Технорма / Документ [Электронный ресурс] : [система программных продуктов] / ООО Глосис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. – [Москва; Санкт-Петербург], [1999–2023]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.

2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: https://www.scopus.com/, в локальной сети ОГУ.

3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : http://apps.webofknowledge.com/, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, 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.

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