

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.Э.2.1 Основы теории нечетких множеств и нейросетевые модели»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика  
(код и наименование направления подготовки)

Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.2.1 Основы теории нечетких множеств и нейросетевые модели» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры


Кафедра математических методов и моделей в экономике  
наименование кафедры

протокол № 7 от "11" 01 2021 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике  А.Г. Реннер  
наименование кафедры подпись расшифровка подписи


Исполнители:

Доцент кафедры ММиМЭ  А.В. Раменская  
должность подпись расшифровка подписи

должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика  А.Г. Реннер  
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

 Н.Н. Бигалиева  
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

 Н.А. Тычина  
личная подпись расшифровка подписи

№ регистрации 128422

## 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 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 дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12 Математический анализ, Б1.Д.Б.13 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б1.Д.Б.19 Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 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; разрабатывать на их основе решения	ПК*-1-В-2 Применяет математический инструментарий для описания социальных, экологических, экономических процессов на макро и/или микро уровне в форме математических моделей, их последующего исследования и выработки решений	<b>Знать:</b> основные архитектуры и алгоритмы обучения нейронных сетей, основные понятия нечеткой логики и основные алгоритмы нечеткого вывода. <b>Уметь:</b> 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. <b>Владеть:</b> навыками решения теоретических и практических задач на основе нейросетевого и нечеткого моделирования
ПК*-5 Способен использовать знания современных языков программирования, стандартных пакетов прикладных программ, информационно-	ПК*-5-В-3 Применяет знания стандартных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий, сети "Интернет" для поиска и систематизации информации, анализа данных и	<b>Знать:</b> стандартные пакеты прикладных программ, используемые для решения практических задач на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. <b>Уметь:</b> применять стандартные

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
телекоммуникационной сети "Интернет", инструментальных средств анализа данных при решении практических задач управления информацией	моделирования, оформления выполненных работ и представления их в виде презентаций, докладов	пакеты прикладных программ для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики. <b>Владеть:</b> навыками использования стандартных пакетов прикладных программ 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	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам.)	<b>73,75</b>	<b>73,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в нейросетевое моделирование. Простейшие модели нейронных сетей.	12	2		2	8
2	Сети и самоорганизующиеся карты Кохонена.	12	2		2	8
3	Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.	12	2		2	8
4	Решение задач прогнозирования с помощью нейронных сетей.	12	2		2	8

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Генетические алгоритмы.	10	2		-	8
6	Основы нечеткой логики.	14	2		4	8
7	Нечеткий логический вывод.	14	2		4	8
8	Нечеткие нейронные сети.	10	2		-	8
9	Программное обеспечение нейросетевого и нечетко-логического моделирования.	12	2		-	10
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	108	18		16	74

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### № 1 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.

**№ 2 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.

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

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

**№ 5 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.

**№ 6 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.

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

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

**№ 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: Matlab, CubiCalc, FuziCalc и др.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Реализация алгоритма обратного распространения ошибки обучения многослойного персептрона.	2
2	2	Моделирование работы сети Кохонена.	2
3	3	Моделирование работы сетей Хопфилда и Хэминга	2
4	4	Прогнозирование временных рядов: нейросетевой подход.	2
5	6	Основы нечеткой логики.	4
6	7	Моделирование нечеткой системы средствами нечеткой логики.	4
		Итого:	16

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Матвеев, М. Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим специальностям / М. Г. Матвеев, А. С. Свиридов, Н. А. Алейникова. - Москва : Финансы и статистика : ИНФРА-М, 2014. - 448 с.

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.

#### 5.3 Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020, 2021.

2. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020, 2021.

#### 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](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](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**

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, PowerPoint)
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 – English
4. ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач MathWorks MATLAB R2013b + Fuzzy Logic Toolbox + Wavelet Toolbox
5. Программное обеспечение для статистических исследований STATISTICA Automated Neural Networks for Windows v.9 English. Сетевая версия
6. Аналитическая платформа Deductor Academic
7. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R Rstudio
8. Свободное статистическое программное обеспечение для анализа данных (с открытым исходным кодом в рамках проекта GNU) R
9. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ
10. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ
11. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2019]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: `\\fileserv1\GarantClient\garant.exe`
12. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2019]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: [\\fileserv1!\CONSULT\cons.exe](http://fileserv1!\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.