

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета экономики и управления

О.В. Буреш

(подпись, расшифровка подписи)

"28" февраля 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.В.ДВ.3.1 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)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

846135

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.В.ДВ.3.1 Основы теории нечетких множеств и нейросетевые модели» /сост.**

**А.В. Раменская - Оренбург: ОГУ, 2017**

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика

© Раменская А.В., 2017  
© ОГУ, 2017

## Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3 Требования к результатам обучения по дисциплине .....	5
4 Структура и содержание дисциплины .....	7
4.1 Структура дисциплины .....	7
4.2 Содержание разделов дисциплины .....	8
4.3 Лабораторные работы .....	8
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	9
5.1 Основная литература .....	9
5.2 Дополнительная литература .....	9
5.3 Периодические издания .....	9
5.4 Интернет-ресурсы .....	9
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий .....	10
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	10
Лист согласования рабочей программы дисциплины .....	11
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	
Приложения:	
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование теоретических знаний в области нейросетевого и нечеткого моделирования и приобретение навыков их использования при решении экономических и инженерных задач посредством специализированных инструментальных и программных средств.

**Задачи:**

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

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10 Математический анализ, Б.1.Б.11 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б.1.Б.13 Математическая логика и теория алгоритмов, Б.1.Б.17 Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Знать:</b> инструментарий математического анализа, математической логики и теории алгоритмов, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов; основы программирования, необходимые для разработки программного обеспечения при решении задач в указанной области;</p> <p><b>Уметь:</b> применять инструментарий математического анализа, математической логики и теории алгоритмов, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов; уметь программировать на базовом уровне, необходимом для разработки программного обеспечения при решении задач в указанной области;</p> <p><b>Владеть:</b> базовыми навыками программирования, необходимыми для разработки кода программного обеспечения в описанной выше предметной области</p>	ОПК-2 способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
<p><b>Знать:</b> основы работы в операционной системе Windows и приложениях, разработанных для операционной системы Windows, основы отладки и тестирования программного обеспечения, необходимые для освоения работы с программными продуктами, реализующими методы и алгоритмы описанной выше предметной области;</p> <p><b>Уметь:</b> работать в операционной системе Windows и приложениях, разработанных для нее, отлаживать и тестировать программное обеспечение;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы в операционной системе Windows и приложениях, разработанных для нее, навыками отладки и тестирования программного обеспечения, необходимыми для освоения работы с программными продуктами, реализующими методы описанной выше предметной области и/или разработки собственного программного обеспечения</p>	ПК-1 способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Знать:</b> основные определения, понятия и методы инструментарий математического анализа, математической логики и теории алгоритмов, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов</p> <p><b>Уметь:</b> применять аппарат математического анализа, математической логики и теории алгоритмов, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения инструментария описанной выше предметной области для решения задач профессиональной деятельности</p>	ПК-9 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
<p><b>Знать:</b> основные понятия и инструментарий математического анализа, математической логики и теории алгоритмов, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов</p> <p><b>Уметь:</b> применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, используя инструментарий описанной выше предметной области, проводить анализ результатов моделирования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения математической модели процесса, проверки её адекватности и проведения анализа результатов моделирования.</p>	ПК-10 готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
<p><b>Знать:</b> инструментарий описанной выше предметной области</p> <p><b>Уметь:</b> собирать и анализировать информацию, необходимую для решения задач в описанной выше предметной области</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и управления информацией, необходимой для решения задач в описанной выше предметной области</p>	ПК-11 готовностью применять знания и навыки управления информацией

Постреквизиты дисциплины: *Б.2.В.П.2 Преддипломная практика*

### 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> возможные области применения нейросетевых и нечетких моделей, роль теории нечетких множеств в задачах принятия решений;</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять формализацию задачи для ее решения на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики; выбирать наиболее подходящую для решения задачи тип и архитектуру нейронной сети;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками формализации задачи для ее решения на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики; навыками выбора наиболее подходящей для решения задачи типа и архитектуры нейронной сети</p>	ОПК-1 готовностью к самостоятельной работе
<p><b>Знать:</b> реализацию решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата</p>	ОПК-2 способностью использовать современные

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>нечеткой логики в существующих специализированных пакетах нейросетевого и нечетко-логического моделирования (Deductor, MatLab и подобных)</p> <p><b>Уметь:</b> уметь использовать специализированные пакеты нейросетевого и нечетко-логического моделирования (Deductor, MatLab и подобные) для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы со специализированными пакетами нейросетевого и нечеткого моделирования (Deductor, MatLab и подобные) для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики</p>	<p>математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования</p>
<p><b>Знать:</b> основные архитектуры и алгоритмы обучения нейронных сетей; основные алгоритмы нечеткого вывода;</p> <p><b>Уметь:</b> уметь разрабатывать собственные инструментальные программные средства или отдельные программные модули для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки собственных инструментальных программных средств или отдельных программных модулей для решения задач классификации, аппроксимации и прогнозирования на основе нейросетевых моделей и/или аппарата нечеткой логики</p>	<p>ПК-1 способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение</p>
<p><b>Знать:</b> подходы, позволяющие перейти от естественнонаучной сущности проблемы к формализованной задаче, решение которой может быть получено на основе нейросетевого и/или нечеткого моделирования;</p> <p><b>Уметь:</b> перейти от естественнонаучной сущности проблемы к формализованной задаче, решение которой может быть получено на основе нейросетевого и/или нечеткого моделирования;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения формализованных задач, решение которых может быть получено на основе нейросетевого и/или нечеткого моделирования</p>	<p>ПК-9 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат</p>
<p><b>Знать:</b> основные архитектуры и алгоритмы обучения нейронных сетей, основные понятия нечеткой логики и основные алгоритмы нечеткого вывода;</p> <p><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;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения теоретических и практических задач на основе нейросетевого и нечеткого моделирования;</p>	<p>ПК-10 готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов</p>
<p><b>Знать:</b> подходы к решению теоретических и практических задач на основе нейросетевого и нечеткого моделирования;</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять поиск, анализ и структурирование информации по тематике нейросетевого и/или нечеткого моделирования, возможностей использования для целей нейросетевого и/или нечеткого моделирования различных программных продуктов; проводить сравнительный анализ источников информации по указанной тематике и осуществлять выбор наиболее релевантных источников информации;</p>	<p>ПК-11 готовностью применять знания и навыки управления информацией</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Владеть:</b> навыками поиска, анализа и структурирования информации по тематике нейросетевого и/или нечеткого моделирования, использования для целей нейросетевого и/или нечеткого моделирования различных программных продуктов; навыками сравнительного анализа источников информации по указанной тематике и выбора наиболее релевантных источников информации	

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>38,25</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Л)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
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; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>69,75</b>	<b>69,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в нейросетевое моделирование.	2	1	-	-	1
2	Простейшие модели нейронных сетей.	12	5	-	2	5
3	Сети и самоорганизующиеся карты Кохонена.	12	2	-	2	8
4	Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.	12	4	-	2	6
5	Решение задач прогнозирования с помощью нейронных сетей.	12	2	-	2	8
6	Генетические алгоритмы.	8	2	-	-	6
7	Основы нечеткой логики.	12	4	-	2	6
8	Нечеткий логический вывод.	12	4	-	2	6
9	Нечеткие нейронные сети.	10	2	-	-	8
10	Программное обеспечение нейросетевого и нечетко-логического моделирования.	16	-	-	-	16
	Всего:	108	26		12	70

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**№ 1 Введение в нейросетевое моделирование** Основные направления в исследованиях по искусственному интеллекту. Развитие нейрокомпьютерных технологий. Области применения, решаемые задачи.

**№ 2 Простейшие модели нейронных сетей** Модель биологического нейрона. Формальный нейрон. Активационные функции. Простой перцептрон Розенблатта. Архитектура сети, алгоритм обучения, правило Хебба. Многослойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки.

**№ 3 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.

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

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

**№ 6 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.

**№ 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.

**№ 10 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	2	Реализация алгоритма обратного распространения ошибки обучения многослойного перцептрона.	2
2	3	Моделирование работы сети Кохонена.	2
3	4	Моделирование работы сетей Хопфилда и Хэмминга	2
4	5	Прогнозирование временных рядов: нейросетевой подход.	2
5	7	Основы нечеткой логики. Задание нечетких множеств. Построение функций принадлежности. Логические и арифметические операции над нечеткими множествами.	2
6	8	Нечеткий логический вывод. Моделирование нечеткой системы средствами нечеткой логики.	2
		Итого:	12



## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Матвеев, М. Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Текст] : 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. Яхьяева, Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г.Э. Яхьяева. – Москва: Бином, 2008. – 316 с.
2. Ярушкіна, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учебное пособие для вузов / Н.Г. Ярушкіна. – М. Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений: практические советы [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. Техносфера, 2012. – 1012 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=233465](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=233465).
4. Барский, А. Б. Нейронные сети [Текст] : распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. - М. : Финансы и статистика, 2004. - 176 с.
5. Зак, Ю. А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных. Fuzzy-технологии [Текст] / Ю. А. Зак. - Москва : ЛИБРОКОМ, 2013. - 352 с

### 5.3 Периодические издания

«Прикладная эконометрика»,

«Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании»,

«Обозрение прикладной и промышленной математики»

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Курс лекций «Введение в нейронные сети» (автор Барский А.Б.) <http://www.intuit.ru/department/ds/intneuronnets/>
2. Курс лекций «Логические нейронные сети» (автор Барский А.Б.) <http://www.intuit.ru/department/ds/logneuronnets/>
3. Курс лекций «Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе» (авторы Ежов А. А., С. А. Шумский) <http://www.intuit.ru/department/expert/neurocomputing/>
4. Курс лекций «Нейроинформатика» <http://www.intuit.ru/department/expert/neuroinf/>
5. Курс лекций «Нейрокомпьютерные системы» (автор Тарков М.С.) <http://www.intuit.ru/department/expert/neuro/>
6. Курс лекций «Основы теории нечетких множеств» (автор Яхьяева Г.Э.) <http://www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets/>
7. Курс лекций «Data Mining» (автор Чубукова И.А.) <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/>
8. Электронная версия книги «Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений» (автор Заде Л.А. - М.: Мир, 1976.-165 с.) [http://www.sernam.ru/book\\_zade.php](http://www.sernam.ru/book_zade.php)

9. Электронная версия книги «Введение в теорию нечетких множеств» (автор Кофман А., М.: Радио и связь, 1982. - 432 с.) [http://www.sernam.ru/book\\_smn.php](http://www.sernam.ru/book_smn.php)
10. Раздел консультационного центра Matlab, посвященный нечеткой логике и Fuzzy Logic Toolbox <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/index.php>
11. Сайт разработчика системы нейросетевого моделирования «Statistica Neural Networks» [http://www.statsoft.ru/statportal/tabID\\_\\_32/products-neuralnetworks.aspx](http://www.statsoft.ru/statportal/tabID__32/products-neuralnetworks.aspx)
12. Сайт с материалами семинара «Нечеткое моделирование» <http://fuzzygroup.narod.ru/main/seminars/fuzzy-modeling.html>
13. Сайт разработчика аналитической платформы Deductor <http://www.basegroup.ru/>.

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

При выполнении лабораторных работ по курсу используются:

- 1) среда программирования Visual Studio
- 2) программный пакет «Statistica Neural Networks»
- 3) Deductor Academic - программное обеспечение для анализа и визуализации данных Data Mining. Deductor Academic – бесплатная версия предназначенная только для образовательных целей. Официальная страница: <https://basegroup.ru/deductor/download>
- 4) ППП MathCAD и MathLab
- 5) для оформления результатов и их наглядного представления используется MS Word и MS PowerPoint.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерные классы кафедры математических методов и моделей в экономике (аудитории 6204, 3217а), факультета экономики и управления, проектор, экран, интерактивная доска, маркерная и/или меловая доска.

***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

