

осм

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФВТ

Л.Р. Фионова

« 30 » июня 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**С1.2.13.2 Нейронные сети**

Специальность: 09.05.01 *«Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения»*

Специализация №12: *«Автоматизированные системы обработки информации и управления специального назначения»*

Квалификация (степень) выпускника: *инженер*

Форма обучения: *очная*

Пенза, 2017

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является: овладение студентами знаниями и навыками в области проектирования и разработки нейросетевых сетей, обработки и использования исходных данных, освоение практических навыков разработки нейросетевых средств обработки информации, что позволит выпускнику успешно выполнять разработки, направленные на создание и обеспечение автоматизированных систем специального назначения, обладать общепрофессиональными компетенциями, способствующими его профессиональной мобильности и востребованности на рынке труда.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части С1.2 блока С1 ОПОП, шифр дисциплины С1.2.13.2.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Программирование», «Моделирование и проектирование систем», «Логика и основы алгоритмизации», «Интеллектуальные информационные системы».

В результате освоения данной дисциплины студент должен усвоить основные принципы построения экспертных систем, получить практические навыки реализации отдельных этапов их разработки.

Компетенции, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Нейронные сети», готовят студента к освоению профессиональных и профессионально-специализированных компетенций.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

Изучается дисциплина в 9 семестре.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Нейронные сети»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-4	способность использовать языки и системы программирования, программные средства общего назначения, инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач	<b>Знать:</b> инструментальные средства и языки программирования для разработки нейронных сетей, основные принципы работы обучения и нейронных сетей. <b>Уметь:</b> использовать языки и системы программирования для разработки нейронных сетей, особенности обучения и использования нейронных сетей. <b>Владеть:</b> навыками обработки данных с помощью компьютерных средств реализации нейронных сетей, создания, обучения и тестирования нейронных сетей с помощью языков программирования.
ПК-21	способность создавать и применять математические модели объектов и процессов, выбирать методы их исследования и разрабатывать алгоритмы их реализации	<b>Знать:</b> основы создания и применения математических моделей объектов и процессов в нейросетевых системах. <b>Уметь:</b> выбирать методы исследования математических моделей объектов и процессов для разработки нейросетевых систем. <b>Владеть:</b> разработки алгоритмов реализации математических моделей объектов и процессов при создании нейросетевых систем.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Нейронные сети»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к экзамену	Защита лабораторной работы
1	Раздел 1. Введение в искусственные нейронные сети	9	1-6	24	12	12	12	12		6
1.1	Тема 1.1. Прототип искусственного нейрона	9	1		2					
1.2	Тема 1.2. История развития нейронных сетей	9	2-3		4					
1.3	Тема 1.3. Направления использования нейронных сетей	9	4-5		4					
1.4	Тема 1.4. Подходы к реализации нейронных сетей	9	6		2					
2	Раздел 2. Модели искусственных нейронов	9	7-8	8	4	4	10	10		8
2.1	Тема 2.1. Математическая модель нейрона	9	7		2					
2.2	Тема 2.2. Однослойные нейронные сети	9	8		2					
3	Раздел 3. Основы построения нейронных сетей	9	9-14	24	12	12	28	28		14
3.1	Тема 3.1. Пред- и постобработка информации	9	9		2					
3.2	Тема 3.2. Построение нейронной сети	9	10		2					
3.3	Тема 3.3. Общие подходы к обучению нейронных сетей	9	11		2					
3.4	Тема 3.4. Алгоритм обратного распространения ошибки	9	12-14		6					
4	Раздел 4. Применение нейронных сетей	9	15-18	16	8	8	22	22		18
4.1	Тема 4.1 Отдельные виды нейронных сетей	9	15		2					



## **4.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.1. Содержание лекционного курса**

#### **Раздел 1. . Введение в искусственные нейронные сети**

Тема 1.1. Прототип искусственного нейрона.

Упрощенная структура и функционирование биологической нервной клетки. Предпосылки создания математической модели нейрона. Основные свойства искусственных нейронов как математических моделей

Тема 1.2. История развития нейронных сетей

Модель Мак-Каллока–Питса. Постулат (правило) Хебба. Персептрон Розенблатта. Книга М. Минского и С. Пайперта "Персептроны" и ее влияние на развитие искусственных нейронных сетей. Сети Хопфилда и Кохонена. Алгоритм обратного распространения ошибки и многослойные сети. Вклад отечественных ученых в теорию и практику нейронных сетей: теорема Колмогорова–Арнольда, работы А. И. Галушкина. Метод опорных векторов В. Н. Вапника. Состояние и перспективы исследований в области искусственных нейронных сетей.

Тема 1.3. Направления использования нейронных сетей

Классификация и распознавание образов. Аппроксимация функций. Прогнозирование. Кластеризация данных. Управление динамическими объектами. Решение задач ассоциативного запоминающего устройства. Решение задач вычислительной математики.

Тема 1.4. Подходы к реализации нейронных сетей

Использование нейросетевых принципов в "обычных" программах. Программное моделирование нейронных сетей. Нейрочипы, нейроплаты-ускорители, использование графических ускорителей, нейроморфные чипы. Понятие нейронных сетей глубокой архитектуры.

#### **Раздел 2. Модели искусственных нейронов**

Тема 2.1. Математическая модель нейрона

Базовая структура и математическое описание искусственного нейрона. Функции активации: линейная, пороговые, сигмоидальные, функция softmax, функции ReLU. Классификация нейронных сетей: по типу обрабатываемой информации, по способу решения задач, по топологическим признакам, по степени динамичности.

Тема 2.2. Однослойные нейронные сети

Однослойный персептрон: структура; линейное разделение входных векторов; ограничения однослойного персептрона; обучение. Линейные сети: структура и обучение.

#### **Раздел 3. Основы построения нейронных сетей**

Тема 3.1. Пред- и постобработка информации

Виды предварительной обработки. Обработка аномалий, противоречий и дубликатов. Восстановление пропущенных компонентов данных. Кодирование данных. Масштабирование данных. Понижение размерности исходных данных

Демасштабирование выходов сети. Интерпретация ответов классификаторов.

Тема 3.2. Построение нейронной сети

Способность нейронной сети к обобщению. Оптимизация структуры сети. Погрешность нейросетевого классификатора. Матрица несоответствия. Ошибки первого и второго рода. Точка отсечения. ROC-кривая. Погрешности нейросетевой аппроксимации функций.

Тема 3.3. Общие подходы к обучению нейронных сетей

Виды ошибок обучения сети. Функционалы ошибок. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий останова процесса обучения. Явление переобучения сети, преодоление эффекта переобучения.

Тема 3.4. Алгоритм обратного распространения ошибки

Архитектура многослойного персептрона. Описание функционирования слоя сети. Функционалы ошибок для последовательного и пакетного режимов обучения.

Вычисление компонентов градиента функционала ошибки. Общий алгоритм обратного распространения ошибки.

## **Раздел 4. Применение нейронных сетей**

Тема 4.1 Отдельные виды нейронных сетей

Принципы построения сети Кохонена. Обучение сети Кохонена. Принципы построения карт Кохонена. Алгоритмы последовательного и пакетного обучения. Графическое представление карт Кохонена. Сети векторного квантования, обучающиеся с учителем. Сети встречного распространения. Структура радиальных базисных сетей. Примеры радиальных базисных функций. Решение задач классификации, теорема Ковера. Решение задач аппроксимации функций.

Тема 4.2 Программные средства разработки

Обзор существующих программных средств, построения оптимизация и применения нейронных сетей. Программные средства, включающие средства нейронных сетей для решения прикладных задач.

Тема 4.3 Перспективы развития нейронных сетей

Роль и место нейронных сетей в решении научных и практических задач в настоящем и будущем. Разработка и производство специализированного аппаратного обеспечения для работы с нейронными сетями. Мнения ведущих ученых о нейронных сетях и их применении. Перспективные направления технологии и нерешенные проблемы.

### **4.2.2. Перечень и содержание лабораторных занятий**

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол. часов
1	1	Формулировка и обоснование темы разработки	8
2	2	Проектирование простейшей нейронной сети (персептрон)	6
3	3	Реализация и подготовка данных для работы с нейронной сетью	16
4	4	Обработка данных и оценка результатов работы нейронной сети	10

## 5. Образовательные технологии

- Чтение лекций с использованием мультимедийного компьютерного проектора.
- Разбор конкретных ситуаций на лабораторных работах.
- Деловая игра при выполнении лабораторной работы №4.
- Мастер-классы при выполнении лабораторной работы №1

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
6	Формулировка и обоснование темы разработки	Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе.	Выбрать предметную область и обосновать функции и назначение нейросетевой системы Освоить интерфейс и реализацию основных функций работы с нейронными сетями в специализированной программной среде	/1,2,3,4/	8
8	Проектирование простейшей нейронной сети (персептрон)	Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе.	Спроектировать простейшую нейронную сеть для выполнения сформулированной задачи	/1,2,3,4/	6
14	Реализация и подготовка данных для	Подготовка к лабораторной работе.	Подготовить наборы обучающих и	/1,2,3,4/	16



№ нед	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
	работы с нейронной сетью	Оформление отчета по лабораторной работе.	тестовых данных для нейронной сети. Реализовать, и протестировать спроектированную нейронную сеть		
18	Обработка данных и оценка результатов работы нейронной сети	Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе.	Выполнить обработку подготовленных тестовых данных с помощью реализованной нейронной сети. Оценить результаты ее работы.	/1,2,3,4/	10
18	Подготовка к зачету	Выполнение НИР. Ознакомление с предметной областью	Проанализировать теоретический материал, сопоставить с лабораторными работами	/1,2,3,4/	36

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Планируются следующие виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным работам занятиям;
- оформление отчётов по лабораторным работам;
- работа с конспектом лекций и изучение литературы при подготовке к зачету.

### 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

#### *Контроль освоения компетенций*

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 1 – 4	ОПК-4, ПК-21
2	Промежуточный: зачет (2 теоретических вопроса)	Разделы 1 – 4	ОПК-4, ПК-21

#### *Примерный перечень вопросов к зачету*

1. Биологические основы функционирования нейрона.
2. Краткая история развития искусственных нейронных сетей.
3. Основные направления использования нейронных сетей.
4. Математическая модель искусственного нейрона.
5. Основные виды функции активации.
6. Классификация нейронных сетей.
7. Однослойный персептрон: структура, обучение, ограничения однослойного персептрона.
8. Линейные сети: структура и обучение.
9. Нейрон с сигмоидальной функцией активации и его обучение алгоритмом градиентного спуска.
10. Нейроны типа WTA и их обучение по правилу Гроссберга.
11. Виды предварительной обработки данных для нейронной сети.
12. Препроцессорная обработка: кодирование и масштабирование исходных данных.
13. Понижение размерности исходных данных.
14. Восстановление пропущенных данных в обучающей выборке.
15. Интерпретация ответов сети и оценка качества работы сети.
16. Подходы к подбору оптимальной архитектуры сети.
17. Методы редукции сети.
18. Общие подходы к обучению нейронных сетей.
19. Явление переобучения сети. Преодоление эффекта переобучения.
20. Схема обработки информации в однонаправленной многослойной сети.  
Функционалы ошибок для последовательного и пакетного режимов обучения.
21. Алгоритм обратного распространения ошибки.
22. Общие принципы построения градиентных алгоритмов обучения.
23. Алгоритм градиентного спуска, алгоритм RPROP
24. Алгоритмы сопряженных градиентов.
25. Методы второго порядка: квазиньютоновские методы, алгоритм Левенберга-Марквардта.
26. Применение методов глобальной оптимизации в обучении нейронных сетей.
27. Архитектура и обучение сети Кохонена.
28. Карты Кохонена.

29. Структура радиальных базисных сетей. Примеры радиальных базисных функций. Решение задач классификации, теорема Ковера. Решение задач аппроксимации функций.
30. Обучение радиальных базисных нейронных сетей.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Нейронные сети»**

а) основная литература:

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 448 с. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета URL: <http://mexalib.com/view/9235>

б) дополнительная литература:

2. Хливненко Л.В. Практика нейросетевого моделирования: монография / Л.В. Хливненко. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 214 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/970/80970>
3. Осипов Г. В. Методы искусственного интеллекта / Г.В. Осипов - М.: Физматлит, 2011. - 296 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544787>

в) Интернет-ресурсы:

4. Сайт, посвященный Neural Network Toolbox системы MATLAB. URL: <http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/index.php>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

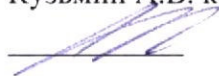
Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной комплектом учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска и переносным мультимедийным комплектом (ноутбук HP 6720S, проектор SANYO DLC-SU70, экран)

Лабораторные занятия проводятся в классе, оснащенном ПЭВМ с установленным свободно распространяемым программным обеспечением: Linux, Open Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Adobe Reader, Turbo Prolog, Clips, а также лицензионным программным обеспечением системе MATLAB с использованием специализированного пакета Neural Network Toolbox.

Рабочая программа дисциплины «Нейронные сети» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

Программу составил:

Кузьмин А.В. к.т.н., доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы»



**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Информационно-вычислительные системы»

Протокол № 14 от «27» 06 2017 года

Зав. кафедрой ИВС  Косников Ю. Н.

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 9 от «30» 06 2017 года

Председатель методической комиссии ФВТ  Глотова Т. В.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных