

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



[Handwritten signature]

/Фионова Л.Р./

« 17 » апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.13 Нейронные сети и нечеткие системы

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки Системное программирование и компьютерные технологии

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Форма обучения очная

Пенза, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Нейронные сети и нечеткие системы" является формирование и развитие у будущих специалистов в области прикладной математики и информатики общепрофессиональных и профессиональных компетенций, формирование системы знаний, умений и навыков базовых методов в области нейронных сетей.

Задачи изучаемой дисциплины. Исходя из общих целей подготовки бакалавра прикладной математики и информатики по профилю "Системное программирование и компьютерные технологии":

- развитие способности использовать базовые знания математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
- развитие способности приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- развитие способности к разработке алгоритмических и программных решений в области прикладного программирования;
- способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.

Исходя из специфики конкретной дисциплины:

- изучение теоретических основ нейронных сетей;
- освоение методов решения основных классов задач, решаемых нейронными сетями;
- получение практических навыков программирования задач нейронных сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина " Нейронные сети и нечеткие системы " относится к вариативной части Б1.2 дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины "Нейронные сети и нечеткие системы" обучающиеся используют знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения дисциплин базовой части учебного плана: Б1.1.7 "Математический анализ I", Б1.1.8 "Математический анализ II", Б1.1.8 "Математический анализ II", Б1.1.12 "Алгебра", Б1.1.17 "Языки и методы программирования", Б1.1.18 "Алгоритмы и алгоритмические языки", Б1.1.26 "Численные методы"; дисциплины вариативной части плана Б1.2.14 "Методы оптимизации".

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин вариативной части учебного плана Б1.2.18 "Методы интеллектуального анализа данных". Освоение данной дисциплины является также основой для последующего прохождения производственной и учебной практик, подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ"

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-1	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	Знать: математические основы построения нейронных сетей
		Уметь: выбирать архитектуру нейронных сетей
		Владеть: навыками математического описания нейронных сетей
ОПК-3	способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	Знать: Особенности разработки алгоритмических и программных решений в области нейронных сетей
		Уметь: разрабатывать алгоритмические решения и программные в области нейронных сетей
		Владеть средствами разработки программных решений в области нейронных сетей
ОПК-4	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: особенности применения нейронных сетей в профессиональной деятельности
		Уметь: применять нейронные сети в профессиональной деятельности
		Владеть: технологией нейронных сетей для решения профессиональных задач
ПК-5	способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее — сеть "Интернет") и в других источниках	Знать: основные источники информации по нейронным сетям в сети Интернет
		Уметь: проводить поиск информации в сети Интернет
		Владеть: навыками поиска информации в сети Интернет
ПК-7	способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Знать: основы программного построения нейронных сетей и нечетких систем
		Уметь: использовать программные пакеты, реализующие нейронные сети
		Владеть: программированием задач построения нейронных сетей в одном из современных математических пакетов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ"

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						Опрос на лабораторных занятиях	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ	Проверка индивидуальных домашних заданий	контрольные работы
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лекциям	Выполнение индивидуальных домашних заданий	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к контрольным работам	Подготовка к экзамену				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	6	1-3	12	6	6	6	3		3						
1.1	Тема 1.1. Биологический прототип искусственного нейрона	6	1	2	2		1	1					1			
1.2	Лабораторная работа 1. Освоение среды пакета Neural Network Toolbox (NNT)	6	1	2		2	1			1			1			
1.3	Тема 1.2. Краткая история развития искусственных нейронных сетей	6	2	2	2		1	1					2			
1.4	Лабораторная работа 2. Перцептроны	6	2	2		2	1			1			2	2		
1.5	Тема 1.3. Основные направления использования и реализации искусственных нейронных сетей	6	3	2	2		1	1					3			
1.6	Лабораторная работа 3. Линейные нейронные сети	6	3	2		2	1			1			3	3		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОНОВ. ОДНОСЛОЙНЫЕ СЕТИ	6	4-6	12	6	6	11	3		6	2					
2.1	Тема 2.1. Математическая модель искусственного нейрона	6	4	2	2		1	1					4			
2.2	Лабораторная работа 4. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Аппроксимация функций.	6	4	2		2	2			2			4	4		
2.3	Тема 2.2. Однослойные нейронные сети	6	5	2	2		1	1					5			
2.4	Лабораторная работа 5. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Разработка программы аппроксимации функций	6	5	2		2	2			2			5	5		
2.5	Тема 2.3. Нейроны с сигмоидальными функциями активации и нейроны типа WTA	6	6	2	2		1	1					6			
2.6	Лабораторная работа 6. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Распознавание образов.	6	6	2		2	4			2	2		6	6		6
3	РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	6	7-9	12	6	6	10	3	3	4						
3.1	Тема 3.1. Пред- и постобработка информации для нейронных сетей	6	7	2	2		1	1					7			
3.2	Лабораторная работа 7. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Исследование программы распознавания букв.	6	7	2		2	2		1	1			7	7	7	
3.3	Тема 3.2. Построение (конструирование) нейронной сети	6	8	2	2		1	1					8			
3.4	Лабораторная работа 8. Сети Кохонена	6	8	2		2	3		1	2			8	8	8	
3.5	Тема 3.3. Общие подходы к обучению нейронных сетей	6	9	2	2		1	1					9			
3.6	Лабораторная работа 9. Карты Кохонена	6	9	2		2	2		1	1			9	9	9	
4	РАЗДЕЛ 4. МНОГОСЛОЙНЫЕ ОДНОНАПРАВЛЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ С СИГМОИДАЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ	6	10-12	12	6	6	10	3	3	4						
4.1	Тема 4.1. Алгоритм обратного распространения ошибки	6	10	2	2		1	1					10			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4.2	Лабораторная работа 10. Решение задач классификации на радиальных базисных нейронных сетях	6	10	2		2	2		1	1			10	10	10	
4.3	Тема 4.2. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей	6	11	2	2		1	1					11			
4.4	Лабораторная работа 11. Решение задач аппроксимации на радиальной базисной нейронной сети	6	11	2		2	3		1	2			11	11	11	
4.5	Тема 4.3. Применение методов глобальной оптимизации для обучения нейронных сетей	6	12	2	2		1	1					12			
4.6	Лабораторная работа 12. Нейронные сети Хопфилда	6	12	2		2	2		1	1			12	12	12	
5	РАЗДЕЛ 5. СЕТИ И КАРТЫ КОХОНЕНА	6	13	4	2	2	3	1	1	1			2	1	1	
5.1	Тема 5.1. Сети и карты Кохонена	6	13	2	2		1	1					13			
5.2	Лабораторная работа 13. Освоение интерактивной среды пакета Fuzzy Logic Toolbox	6	13	2		2	2		1	1			13	13	13	
6	РАЗДЕЛ 6. РАДИАЛЬНЫЕ БАЗИСНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	6	14	4	2	2	4	1	1	2						
6.1	Тема 6.1. Радиальные базисные нейронные сети	6	14	2	2		1	1					14			
6.2	Лабораторная работа 14. Разработка системы нечеткого вывода.	6	14	2		2	3		1	2			14	14	14	
7	РАЗДЕЛ 7. РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	6	15	4	2	2	3	1	1	1						
7.1	Тема 7.1. Рекуррентные нейронные сети	6	15	2	2		1	1					15			
7.2	Лабораторная работа 15. Разработка системы нечеткого вывода в режиме командной строки.	6	15	2		2	2		1	1			15	15	15	
8	РАЗДЕЛ 8. ОСНОВЫ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ	6	16-17	8	4	4	6	2	2	2						
8.1	Тема 8.1. Нечеткие множества и операции над ними	6	16	2	2		1	1					16			
8.2	Лабораторная работа 16. Решение задачи нечеткой кластеризации в интерактивном режиме.	6	16	2		2	2		1	1			19	19	19	
8.3	Тема 8.2. Лингвистическая переменная. Нечеткие величины, числа и интервалы	6	17	2	2		1	1					17			
8.4	Лабораторная работа 17. Решение задачи нечеткой кластеризации в командном режиме.	6	17	2		2	2		1	1			17	17	17	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
9	РАЗДЕЛ 9. ОСНОВЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ. СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА	6	18-19	8	4	4	7	2	2	3									
9.1	Тема 9.1. Нечеткое высказывание. Логические операции с нечеткими высказываниями	6	18	2	2		1	1					18						
9.2	Лабораторная работа 18. Освоение среды адаптивной системы нечеткого вывода ANFIS	6	18	2		2	2		1	1			18	18	18				
9.3	Тема 9.2. Системы нечеткого вывода	6	19	2	2		1	1					19						
9.4	Лабораторная работа 19. Нейро-нечеткий вывод в среде ANFIS.	6	19	2		2	3		1	2			19	19	19				
10	РАЗДЕЛ 10. НЕЧЕТКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	6	20	4	2	2	4	1	1	2									
10.1	Тема 10.1. Нечеткие нейронные сети	6	20	2	2		1	1					20						
10.2	Лабораторная работа 20. Разработка нечеткой модели управления	6	20	2		2	3		1	2			20	20	20				
	Общая трудоемкость, в часах			80	40	40	100	20	14	28	2	36	Промежуточная аттестация						
																	Форма	Семестр	
																	Экзамен	6	

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Содержание лекционных занятий

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Тема 1.1. Биологический 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. Краткая история развития искусственных 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. Основные направления использования и реализации искусственных нейронных сетей

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

Использование нейросетевых принципов в "обычных" программах. Нейроимитаторы (нейропакеты). Нейрочипы, нейроплаты-ускорители. Нейрокомпьютеры. Перспективные направления реализации искусственных нейронных сетей.

РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОНОВ. ОДНОСЛОЙНЫЕ СЕТИ

Тема 2.1. Математическая модель искусственного нейрона

Базовая структура и математическое описание искусственного нейрона. Паде-нейрон. Квадратичный нейрон, сигма-пи нейрон.

Функции активации: линейная, пороговые, сигмоидальные.

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.

Тема 2.3. Нейроны с сигмоидальными функциями активации и нейроны типа WTA

Нейрон с сигмоидальной функцией активации и его обучение алгоритмом градиентного спуска.

Нейроны типа WTA и их обучение по правилу Гроссберга.

РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Тема 3.1. Пред- и постобработка информации для нейронных сетей

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 (конструирование) нейронной сети

Способность нейронной сети к обобщению. Оптимизация структуры сети.

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.

РАЗДЕЛ 4. МНОГОСЛОЙНЫЕ ОДНОНАПРАВЛЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ С СИГМОИДАЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ

Тема 4.1. Алгоритм обратного распространения ошибки

Схема обработки информации в однонаправленной многослойной сети. Описание функционирования слоя сети. Функционалы ошибок для последовательного и пакетного режимов обучения.

Вычисление компонентов градиента функционала ошибки по весам выходного слоя сети. Вычисление компонентов градиента функционала ошибки по весам скрытых слоев. Общий алгоритм обратного распространения ошибки.

Тема 4.2. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей

Основные положения градиентных алгоритмов обучения. Методы первого порядка: алгоритм градиентного спуска, алгоритм градиентного спуска с моментом, алгоритм RPROP, алгоритмы сопряженных градиентов. Методы второго порядка: квазиньютоновские методы, алгоритм Левенберга-Марквардта.

Тема 4.3. Применение методов глобальной оптимизации для обучения нейронных сетей

Метод рестартов. Алгоритм имитации отжига. Понятие генетических алгоритмов обучения нейронных сетей.

РАЗДЕЛ 5. СЕТИ И КАРТЫ КОХОНЕНА

Структура сети Кохонена. Обучение сети Кохонена. Карты Кохонена.

РАЗДЕЛ 6. РАДИАЛЬНЫЕ БАЗИСНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Структура радиальных базисных сетей. Примеры радиальных базисных функций. Решение задач классификации, теорема Ковера. Решение задач аппроксимации функций.

Обучение с фиксированными параметрами радиальных базисных функций. Градиентные и гибридные алгоритмы обучения.

РАЗДЕЛ 7. РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Нейронная сеть Хопфилда: архитектура, обучение, анализ устойчивости, алгоритмы функционирования. Нейронная сеть Хемминга: архитектура, обучение, алгоритм функционирования. Двухнаправленная ассоциативная память. Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть Эльмана. Применение рекуррентных сетей.

РАЗДЕЛ 8. ОСНОВЫ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Тема 8.1. Нечеткие множества и операции над ними

Понятие нечетких множеств. Функция принадлежности. Виды функций принадлежности. Основные характеристики нечетких множеств.

Треугольная норма (Т-норма, t-норма), треугольная конорма (Т-конорма, s-норма). Операции объединения, пересечения, разности и дополнения нечетких множеств. Лингвистические модификаторы.

Понятие и способы задания нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями.

Тема 8.2. Лингвистическая переменная. Нечеткие величины, числа и интервалы

Определение лингвистической переменной. Нечеткие интервалы и числа. Операции над нечеткими числами.

РАЗДЕЛ 9. ОСНОВЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ. СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

Тема 9.1. Нечеткое высказывание. Логические операции с нечеткими высказываниями

Нечеткие высказывания. Основные логические операции с нечеткими высказываниями.

Тема 9.2. Системы нечеткого вывода

Обобщенное нечеткое правило modus ponens. Обобщенное нечеткое правило modus tollens. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила нечетких продукций. Этапы нечеткого вывода. Алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритмы Мамдани и Сугено-Такаги.

РАЗДЕЛ 10. НЕЧЕТКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Структура нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть ANFIS. Обучение нечеткой нейронной сети.

4.2.2. Темы лабораторных работ

1. Освоение среды пакета Neural Network Toolbox (NNT).
2. Перцептроны.
3. Линейные нейронные сети.
4. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Аппроксимация функций.
5. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Разработка программы аппроксимации функций.
6. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Распознавание образов.
7. Многослойные нейронные сети прямого распространения. Исследование программы распознавания букв.
8. Сети Кохонена.
9. Карты Кохонена.
10. Решение задач классификации на радиальных базисных нейронных сетях.
11. Решение задач аппроксимации на радиальной базисной нейронной сети.
12. Нейронные сети Хопфилда.
13. Освоение интерактивной среды пакета Fuzzy Logic Toolbox.
14. Разработка системы нечеткого вывода в интерактивном режиме.
15. Разработка системы нечеткого вывода в режиме командной строки пакета Fuzzy Logic Toolbox.
16. Решение задачи нечеткой кластеризации в интерактивном режиме.
17. Решение задачи нечеткой кластеризации в командном.
18. Освоение среды адаптивной системы нейро-нечеткого вывода ANFIS.
19. Нейро-нечеткий вывод в среде ANFIS.
20. Разработка нечеткой модели управления.
- 21.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины "Нейронные сети и нечеткие системы" при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие

методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие активные и интерактивные формы занятий:

- Проведение лекции проблемного характера: тема 4.2. "Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей"; тема 4.3. "Применение методов глобальной оптимизации для обучения нейронных сетей"; раздел 10. "Нечеткие нейронные сети".
- Проведение лабораторных занятий в интерактивной форме и публичная защита отчетов по лабораторным работам, работа в малых группах: лабораторная работа 5. "Многослойные нейронные сети прямого распространения. Разработка программы аппроксимации функций"; лабораторная работа 7 "Многослойные нейронные сети прямого распространения. Исследование программы распознавания букв"; лабораторная работа 19 "Нейро-нечеткий вывод в среде ANFIS"; лабораторная работа 20 "Разработка нечеткой модели управления".

Занятия, проводимые в интерактивной форме составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий.

При выполнении лабораторных работ и индивидуальных домашних заданий используются исходные данные из репозитория UCI Калифорнийского университета в Ирваине (University of California, Irvine — <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>) и тестовые данные фирмы BaseGroup Labs — www.basegroup.ru).

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладке программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую как дома, так и в компьютерном классе с выходом в Интернет.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции и литературой;
- подготовка к лабораторной работе: изучение теоретического материала, разработка и отладка программ заданий по лабораторным работам;
- обработка результатов лабораторных работ и подготовка письменных отчетов;
- выполнение и оформление индивидуальных домашних заданий: изучение теоретического материала, разработка алгоритма решения задачи, разработка и отладка программ, вычислительный эксперимент с разработанной программой, оформление письменного отчета по индивидуальному заданию;
- поиск информации в Интернет и литературе;
- подготовка к сдаче лабораторных работ и индивидуальных заданий;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к сдаче зачёта и экзамена.

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

Неделя	№ п/п	Вид самостоятельной работы	Рекомендуемая литература	Часы
1	2	3	3	4
1	1.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить биологический прототип искусственного нейрона. Рассмотреть ключевые особенности биологического нейрона, реализуемые в искусственном нейроне. <i>2. Дополнительные задания</i> Детально изучить биологический прототип нейрона и нейронной сети.	1, 3, 4	1
1	1.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить рабочую среду пакета Neural Network Toolbox	2	1
2	1.3	<i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Рассмотреть ключевые моменты в истории развития искусственных нейронных сетей. <i>2. Дополнительные задания</i> Познакомиться с переводами первых работ по нейронным сетям	1, 3, 4	1
2	1.4	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить структуру и обучение персептрона, и моделирование его работы. Дополнительно изучить оценку качества работы классификаторов.	2	1
3	1.5	<i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основные направления применения искусственных нейронных сетей. <i>2. Дополнительные задания</i> Найти в Интернет примеры нейронных сетей.	1, 3, 4	1
3	1.6	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить структуру и обучение линейной нейронной сети, и моделирование ее работы. <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> Дополнительно изучить решение систем линейных алгебраических уравнений с прямоугольными матрицами.	2	1
4	2.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основную математическую модель искусственного нейрона. <i>2. Дополнительные задания</i> Найти примеры функций активации, не рассмотренных в лекциях, например, гиперболический котангенс.	1, 3, 4	1
1	2	3	3	4
4	2.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Освоить инструмент Neural Network Fitting Tool. <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> Дополнительно изучить способы оценки качества аппроксимации.	2	2

5	2.3	<p><i>Подготовка к лекции</i></p> <p><i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основы построения и обучения персептрона и линейной сети.</p> <p><i>2. Дополнительные задания</i> Изучить метод обучения линейной сети, основанный на решении системы линейных алгебраических уравнений.</p>	1, 3, 4	1
5	2.4	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Разработать программу аппроксимации функции много-слойным персептроном. <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> Дополнительно сравнить полученную программу и программу, сгенерированную инструментом Neural Network Fitting Tool.</p>	2	2
6	2.5	<p><i>Подготовка к лекции</i></p> <p><i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основы построения и обучения нейронов с сигмоидальной функцией активации и нейронов типа WTA.</p> <p><i>2. Дополнительные задания</i> Вычислить производные от различных сигмоидальных функций активации.</p>	1, 3, 4	1
6	2.6	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить инструмент Neural Network Pattern Recognition Tool. <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Подготовка к контрольной работе</i> Повторить использование визуальных средств Neural Network Toolbox.</p>	2	2
7	3.1	<p><i>Подготовка к лекции</i></p> <p><i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основные алгоритмы пред- и постобработки информации для нейронных сетей.</p>	1, 3, 4	1
7	3.2	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить организацию программы распознавания букв. <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Выполнение индивидуального задания</i> Анализ задания, подбор литературы</p>	2	1 1
8	3.3	<p><i>Подготовка к лекции</i></p> <p><i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить основные приемы упрощения структуры нейронной сети.</p> <p><i>2. Дополнительные задания</i> Ознакомиться с методами наращивания структуры сети.</p>	1, 3, 4	1
1	2	3	3	4
8	3.4	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить структуру и методы обучения сетей Кохонена. <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> <i>Выполнение индивидуального задания</i> Формирование требований к программе.</p>	2	2 1
9	3.5	<p><i>Подготовка к лекции</i></p>	1, 3, 4	1

		<p><i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить виды ошибок обучения сети, функционалы ошибок и обучения. Понятие явления переобучения сети и преодоление эффекта переобучения.</p> <p><i>2. Дополнительные задания</i> Изучить метод перекрестных проверок.</p>		
9	3.6	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить структуру и методы обучения карт Кохонена.</p> <p><i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i> <i>Выполнение индивидуального задания</i> Доработка требований к программе с учетом замечаний преподавателя.</p>	2	1 1
10	4.1	<p><i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить схему обработки информации в однонаправленной многослойной сети для последовательного и пакетного режимов обучения. Изучить вычисление компонентов градиента функционала ошибки по весовым коэффициентам. Изучить общий алгоритм обратного распространения ошибки.</p>	1, 3, 4	1
10	4.2	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить теоретические основы решения задач классификации на радиальных базисных нейронных сетях.</p> <p><i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i> <i>Оформление отчета о лабораторной работе.</i></p> <p><i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка алгоритма решения задачи.</p>	2	1 1
11	4.3	<p><i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей. <i>2. Дополнительное задание</i> Повторить градиентные методы нахождения экстремума функций многих переменных.</p>	1, 3, 4	1
11	4.4	<p><i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить обучение радиальной базисной нейронной сети при аппроксимации функций. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе.</p> <p><i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка алгоритма решения задачи.</p>	2	2 1
1	2	3	3	4
12	4.5	<p><i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить метод рестартов, алгоритм имитации отжига и генетический алгоритм обучения нейронных сетей. <i>2. Дополнительное задание</i> Повторить генетический алгоритм минимизации функций многих переменных.</p>	1, 3, 4	1
12	4.6	<i>Подготовка к лабораторным работам</i>	2	1

		Изучить архитектуру, обучение, анализ устойчивости сети Хопфилда Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ индивидуального задания.		1
13	5.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить структуру сети Кохонена, алгоритм обучения сети Кохонена, построение карт Кохонена.	1, 3, 4	1
13	5.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить интерактивную среду пакета Fuzzy Logic Toolbox. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ индивидуального задания.	2	1 1
14	6.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>1. Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить структуру и алгоритмы обучения радиальных базисных сетей. <i>2. Дополнительное задание</i> Изучить градиентные и гибридные алгоритмы обучения радиальных базисных нейронных сетей.	1, 3, 4	1
14	6.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить нечеткий вывод в интерактивном режиме пакета Fuzzy Logic Toolbox. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ.	2	2 1
15	7.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить архитектуру и алгоритмы обучение нейронных сетей Хопфилда и Хемминга.	1, 3, 4	1
15	7.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить нечеткий вывод в режиме командной строки пакета Fuzzy Logic Toolbox. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ индивидуального задания.	2	1 1
1	2	3	3	4
16	8.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить определение нечетких множеств и основные операции с ними <i>Дополнительное задание</i> Изучить по литературе различные виды функций принадлежности.	1, 3, 4	1
16	8.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i>	2	1

		Изучит среду пакета Fuzzy Logic Toolbox Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ индивидуального задания.		1
17	8.3	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Рассмотреть определения лингвистической переменной, нечетких интервалов и чисел, операций над нечеткими числами.	1, 3, 4	1
17	8.4	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить команды нечеткой кластеризации в командном режиме пакета Fuzzy Logic Toolbox. Разработать и отладить программы. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ индивидуального задания.	2	1 1
18	9.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить нечеткие высказывания и основные логические операции с нечеткими высказываниями.	1, 3, 4	1
18	9.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> Изучить основные возможности среды адаптивной системы нейронечеткого вывода ANFIS. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Разработка и отладка программ. Оформление отчета.	2	1 1
19	9.3	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучить обобщенные нечеткие правила modus ponens и modus tollens. Изучить нечеткие лингвистические высказывания и правила нечетких продукций. Изучить алгоритмы нечеткого вывода: алгоритмы Мамдани и Су-гено-Такаги.	1, 3, 4	1
19	9.4	<i>Подготовка к лабораторным работам</i> <i>Изучить нейро-нечеткий вывод в среде ANFIS.</i> Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> <i>Разработка и отладка программ. Оформление отчета.</i>	2	2 1
1	2	3	3	4
20	10.1	<i>Подготовка к лекции</i> <i>Работа с конспектом лекции и литературой</i> Изучит структуры нечетких нейронных сетей и основные алгоритмы их обучения. <i>Дополнительное задание</i> Сравнить алгоритмы обучения нечетких и классических нейронных сетей.	1, 3, 4	1
20	10.2	<i>Подготовка к лабораторным работам</i>	2	2

		Разработать алгоритм нечеткой модели управления в среде ANFIS. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе. <i>Выполнение индивидуального задания</i> Оформление отчета. Подготовка к защите задания.		1
--	--	--	--	---

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При работе с конспектом лекций и изучении рекомендованной литературы студенту необходимо изучить конспект лекций, ответить на контрольные вопросы, изучить разделы рекомендованной литературы. Следует поощрять регулярную работу студентов с теоретическим материалом и чтение источников, выходящих за пределы рекомендованного списка литературы.

При подготовке к лабораторным работам студентам следует изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы

При оформлении отчетов по лабораторным работам студент должен изучить требования к оформлению отчета, представить результаты выполнения работы, проанализировать результаты работы и сделать выводы по работе.

При выполнении индивидуального задания студенту необходимо провести анализ задания, изучить рекомендованную литературу, обоснованно выбрать метод решения задач, разработать алгоритм решения, разработать и отладить программы, провести вычислительный эксперимент, проанализировать результаты. Следует пояснить студентам, что формальный поиск в Интернет решения аналогичных задач не позволит полноценно выполнить задание и зачастую приводит к неверным результатам. Работа над заданием должна включать элементы исследования, например, сравнение различных методов решения.

Подготовка к экзамену подразумевает повторение изученного материал. Использование при подготовке и ответах результатов выполнения индивидуальных заданий облегчает подготовку и повышает качество ответа.

Студентам из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть предложены электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

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

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Текущий: опрос на лабораторных работах.	1–7	ОПК-1, 3, 4

2.	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ.	2–7	ПК-5, 7
3.	Проверка индивидуальных домашних заданий	2–7	ОПК-1, 3, 4, ПК-5, 7
5.	Промежуточный: экзамен	1–7	ОПК-1, 3, 4

6.4. Примерный вариант индивидуального домашнего задания

Разработать программу нейросетевой диагностики заболеваний щитовидной железы. Использовать исходные данные из репозитория UCI, созданного в Калифорнийском университете в Ирвайне (University of California, Irvine): Thyroid Disease — <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Thyroid+Disease>.

Обосновать выбор вида нейронной сети и способов предварительной обработки информации. Исследовать влияние различных структур нейронных сетей на точность диагностики. Дать анализ полученных результатов, подготовить отчет.

6.5. Перечень примерных вопросов к экзамену

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 перцептрон: структура, обучение, ограничения однослойного перцептрона.
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.
31. Нейронная сеть Хопфилда: архитектура, обучение, анализ устойчивости, алгоритмы функционирования.
32. Нейронная сеть Хемминга: архитектура, обучение, алгоритм функционирования.
33. Двухнаправленная ассоциативная память.
34. Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть Эльмана.
35. Понятие нечетких множеств. Функция принадлежности.
36. Треугольная норма, треугольная конорма. Операции с нечеткими множествами.
37. Нечеткие отношения и операции над ними.
38. Лингвистическая переменная. Нечеткие интервалы и числа. Операции над нечеткими числами.
39. Нечеткие высказывания. Логические операции с нечеткими высказываниями.
40. Обобщенное нечеткое правило *modus ponens*. Обобщенное нечеткое правило *modus tollens*. Нечеткие лингвистические высказывания.
41. Правила нечетких продукций. Этапы нечеткого вывода.
42. Алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритмы Мамдани и Сугено-Такаги.
43. Структура нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть ANFIS.
44. Обучение нечеткой нейронной сети.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ " НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ"

7.1. Основная литература

1. Безяев В. С., Прошкина Е. Н. Искусственные нейронные сети. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2013. — 76 с. (26 с.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=16584
2. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB / Д. А. Донской и др. — Пенза: Информ.-изд. центр ПГУ, 2006. — 156 с. (66 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=6469
3. Рудковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рудковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — М.: Горячая линия–Телеком, 2007. — 452 с. (21 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=7271

7.2. Дополнительная литература

4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 448 с.

7.3. Интернет-ресурсы

В Интернет имеется огромное количество ресурсов, посвященных нейронным сетям и нечетким системам. В таблице перечислены наиболее авторитетные из них.

№ п/п	Адрес сайта	Описание материала, содержащегося на сайте
Международные и российские организации		
1.	http://www.inns.org/ —	International Neural Network Society — Международное нейросетевое общество. Содержится наиболее актуальная информация по искусственным нейронным сетям (на английском языке).
2.	http://www.e-nns.org/	European Neural Network Society — Европейское нейросетевое общество (на английском языке).
3.	http://cis.ieee.org/	IEEE Computational Intelligence Society — Общество вычислительного интеллекта Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, ИИЭР, США. Материалы авторитетнейшей всемирной организации (на английском языке).
4.	http://archive.ics.uci.edu/ml/ —	Крупнейший репозиторий задач для машинного обучения, созданный в Калифорнийском университете в Ирваине (University of California, Irvine).
Курсы лекций дистанционного обучения в Национальном Открытом Университете "ИНТУИТ"		
5.	http://www.intuit.ru/departments/expert/neuro/	Тарков М. С. Нейрокомпьютерные системы.
6.	http://www.intuit.ru/departments/expert/neurocomputing/	Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе.
7.	http://www.intuit.ru/departments/ds/neuronets/	Яхьяева Г. Э. Основы теории нейронных сетей.
Сайты фирм, персональные сайты		
8.	http://www.mathworks.com/products/neural-network/	сайт фирмы MathWorks, посвященный Neural Network Toolbox системы MATLAB (на английском языке).
9.	http://sl-matlab.ru/	Сайт российского центра компетенций фирмы MathWorks, разработчика системы MATLAB. Содержит много материалов на русском языке.
10.	http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/index.php	Сайт, посвященный Neural Network Toolbox системы MATLAB.
11.	http://www.basegroup.ru/	Сайт фирмы BaseGroup Labs (технологии Data Mining, включая материалы по нейронным сетям).
12.	http://habrahabr.ru/	Сайт Хабрахабр (можно найти много материалов по нейронным сетям).
13.	http://neuropro.ru/	Персональный сайт В. Г. Царегородцева.
14.	http://www.alife.narod.ru/	"Нейронные сети и их приложения" (персональный сайт С. А. Терехова, в настоящее время не обновляется, но содержит много полезного материала).
Сайты журналов		
15.	http://www.journals.elsevier.com/neural-networks/	Журнал Neural Networks (The Official Journal of the International Neural Network Society, European Neural Network Society and Japanese Neural Network Society), издательство Elsevier.

16.	http://www.journals.elsevier.com/neurocomputing/	Журнал Neurocomputing (издательство Elsevier).
17.	http://www.springer.com/computer/ai/journal/11063	Журнал Neural Processing Letters (издательство Springer).
18.	http://www.springer.com/computer/theoretical+computer+science/journal/11047	Журнал Natural Computing (издательство Springer).
19.	http://www.mitpressjournals.org/loi/neco	Журнал Neural Computation (издательство MIT Press).
20.	http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr7	Журнал "Нейрокомпьютеры: разработка, применение".
21.	http://www.novtex.ru/IT/index.htm	Журнал "Информационные технологии" (имеется журнал в журнале "НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ").

7.4. Программное обеспечение

Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах в системе MATLAB.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ"

Студенты используют рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. На сервере представлены в свободном доступе входящие в состав учебно-методического комплекса полные электронные версии лекционного курса, лабораторный практикум, индивидуальные задания и библиотека программ примеров (автор Горбаченко В. И.). Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.

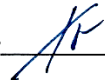
Рабочая программа дисциплины "Нейронные сети" составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки "Системное программирование и компьютерные технологии".

Программу составил
д.т.н., профессор

 Горбаченко В. И.

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

Программа одобрена на заседании кафедры "Компьютерные технологии"
протокол № 8^а от "16" 04 20 15 года

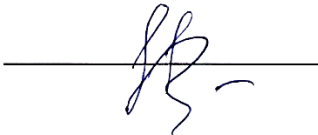
Зав. каф. "Компьютерные технологии" д.т.н., профессор  Горбаченко В. И.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

протокол № 5^а от «17» 04 20 15 г.

Председатель методической комиссии факультета ВТ

ФВТ

 Н. Н. Коннов

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

Учеб- ный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафед- рой)	Внесенные измене- ния	Номера листов		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2016/ 2017	Переутвердить №1 от 30.08.2016 <i>[подпись]</i>	—	—	—	—
2017/ 2018	Переутвердить №1 от 30.08.2017 <i>[подпись]</i>	—	—	—	—