

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



УТВЕРЖДАЮ
Директор института



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Нейронные сети и системы

Направление подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы

Интеллектуальные системы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем**

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 918
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: к.т.н.  (ученая степень и звание, подпись) (П.С. Кабелянц) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 07 » апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент  (ученая степень и звание, подпись) (В.М.Поляков) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована на заседании кафедры Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 7 » апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент  (ученая степень и звание, подпись) (В.М.Поляков) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (А.Н. Семернин) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
	ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ОПК-2.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Знания
		ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий; разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области искусственного интеллекта	Умения
		ОПК-2.3. Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Нейронные сети и системы
2	Интеллектуальные системы
3	Машинное обучение
4	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144

Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	91	91
Курсовой проект	-	
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	91
Экзамен	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Формальный нейрон: основные принципы построения нейронных сетей, структура формального нейрона, функции активации.	1		2	3
2	Однослойные нейронные сети: сеть на основе одного нейрона. Правило обучения Хебба, Однослойная нейронная сеть. Дельта-правило.	4		8	10
3	Перцептрон: структура Розенблатта. Многослойная структура перцептрона. Альфа и гамма система подкреплений. Метод обратного распространения ошибки.	6		12	20
4	Возможности нейронных сетей: сеть Хемминга. Сеть Кохонена. Сеть LVQ. Сеть Хопфилда.	6		12	20
ВСЕГО		17		34	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1	Формальный нейрон.	Использование одного нейрона. Функции активации.	2	3
2	Однослойные нейронные сети.	Простейшие однослойные нейрокомпьютерные сети. Использование правила Хэбба.	2	3
3	Однослойные нейронные сети.	Однослойная нейрокомпьютерная сеть. Использование Дельта-правила.	2	3
4	Перцептрон	Использование перцептрона.	6	6
5	Перцептрон	Исследование метода обратного распространения ошибки.	6	6
6	Возможности нейронных сетей	Нейрокомпьютерные сети основанные на соревновании. Сеть Хемминга.	4	6
7	Возможности нейронных сетей	Нейрокомпьютерные сети основанные на соревновании. Самоорганизующееся разбиение Кохонена.	4	5
8	Возможности нейронных сетей	Восстановление неполных и искаженных данных с помощью нейрокомпьютерной сети Хопфилда.	4	5
ИТОГО:			34	37

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-2.1. Знать:	Защита лабораторной работы, устный опрос

современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	
ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий; разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области искусственного интеллекта	Защита лабораторной работы
ОПК-2.3. Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Защита лабораторной работы, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Формальный нейрон	Формальный искусственный нейрон. Функции активации.
2	Формальный нейрон	Использование одного нейрона. Правило Хэбба.
3	Формальный нейрон	Анализ результатов использования правила Хэбба. Методы улучшения.
4	Однослойные нейронные сети.	Однослойная нейрокомпьютерная сеть. Использование правила Хэбба.
5	Однослойные нейронные сети.	Адалин. Дельта-правило.
6	Однослойные нейронные сети.	Использование Дельта-правила в однослойной сети.
7	Однослойные нейронные сети.	Сравнительный анализ правила Хэбба и Дельта-правила.
8	Перцептрон	Перцептрон Розенблата.
9	Перцептрон	Элементарный перцептрон. Требования к подбору весовых коэффициентов первого слоя.
10	Перцептрон	Перцептрон. Использование Альфа-системы подкрепления.
11	Перцептрон	Перцептрон. Использование Гамма-системы подкрепления.
12	Перцептрон	Сравнительный анализ Альфа- и Гамма-систем подкрепления.
13	Перцептрон	Свойства элементарных и многослойных перцептронов.
14	Перцептрон	Метод обратного распространения ошибки.
15	Перцептрон	Анализ недостатков метода обратного распространения ошибки.
16	Возможности нейронных сетей	Сети основанные на соревновании. Сеть MaxNet.
17	Возможности	Сети основанные на соревновании. Сеть Mexican Hat.

	нейронных сетей	
18	Возможности нейронных сетей	Сеть Хемминга.
19	Возможности нейронных сетей	Сеть Кохонена.
20	Возможности нейронных сетей	Анализ недостатков сети Кохонена по кластеризации, методы улучшения.
21	Возможности нейронных сетей	Обучающееся векторное разбиение. Недостатки сети, методы улучшения.
22	Возможности нейронных сетей	Сравнительный анализ сети Кохонена и обучающегося векторного разбиения.
23	Возможности нейронных сетей	Сеть Хопфилда.
24	Возможности нейронных сетей	Аттракторы сети Хопфилда. Особенности восстановления зашумленных изображений.

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблицах.

1. Компетенция ОПК-2

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Типовые контрольные задания для текущего контроля
Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Вопросы при защите лабораторной работы: - формальный нейрон; - однослойная нейросеть; - многослойные нейросети; - сети с обратными связями.
Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий;	Вопросы при защите лабораторной работы: - соединение пользователей с ресурсами; - клиент-серверные приложения; - распределенные системы.

разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области искусственного интеллекта	
Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Вопросы при защите лабораторной работы: -принципы построения алгоритмов; - критерии эффективности реализаций ПО.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 5 - отлично, 4 - хорошо, 3 - удовлетворительно и 2 - неудовлетворительно.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание основных терминов, понятий, структур
	Объем усвоенного материала
	Полнота ответов на поставленные вопросы
	Четкость изложения ответов на вопросы
Умения	Умение полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
	Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
	Умение разработать алгоритм по поставленному заданию
Навыки	Навык самостоятельной разработки приложения
	Навык работы в разработанных распределенных системах
	Навык правильности выбора алгоритма построения архитектуры

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных терминов, понятий, структур	Не знает терминов и определений	Знает только некоторые термины и определения, испытывает затруднения в формулировании их самостоятельно	Знает основные термины и определения, может в целом корректно сформулировать их самостоятельно	Знает все термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем усвоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Обладает минимально достаточным знанием материала дисциплины, не владеет дополнительными знаниями	Обладает основным знанием материала дисциплины, владеет некоторыми дополнительными знаниями	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота	Не дает ответы на	Дает не полные	Дает ответы на	Дает полные,

ответов на поставленные вопросы	большинство вопросов	ответы на поставленные вопросы	поставленные вопросы	развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения ответов на вопросы	Излагает знания без логической последовательности	Излагает основные знания в некоторой логической последовательности, испытывает трудности в самостоятельном их анализе	Излагает знания в целом в логической последовательности, самостоятельно интерпретируя некоторые и анализируя	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Способность полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Не способен ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Способен с затруднениями ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Способен ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Способен полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Не умеет дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Умеет с посторонней помощью дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Умеет в целом самостоятельно дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Умеет самостоятельно дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
Умение разработать алгоритм по поставленному заданию	Не умеет разработать алгоритм по поставленному заданию	С затруднениями умеет разработать алгоритм по поставленному заданию	В целом умеет самостоятельно разработать алгоритм по поставленному заданию	Умеет самостоятельно разработать алгоритм по поставленному заданию

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навык самостоятельной разработки приложения	Не способен самостоятельно разработать приложение	С затруднениями способен разработать приложение	В целом способен самостоятельно разработать приложение	Способен самостоятельно разработать приложение
Навык работы в разработанных нейрокompьютерных системах	Не имеет навыков работы в разработанных нейрокompьютерных системах	Имеет некоторые основные навыки работы в разработанных нейрокompьютерных системах	Имеет навыки работы в разработанных нейрокompьютерных системах	Имеет навыки работы в разработанных нейрокompьютерных системах
Навык правильности	Не способен	С затруднениями	В целом способен	Способен

выбора архитектуры нейросети	правильно выбрать архитектуру нейросети	способен выбрать архитектуру нейросети	правильно выбрать архитектуру нейросети	выбрать архитектуру нейросети
------------------------------	-----------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------------------------	-------------------------------

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633	Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020) Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020
3	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО
4	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО
5	интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c.
6	JavaJDK, NetBeansIDE, EclipseIDE – пакеты для разработки программ на языке Java,-DevC++, CodeBlocks	Свободно распространяемое ПО

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Дмитриенко В. Д., Корсунов Н. И. Основы теории нейронных сетей : учебное пособие / - Белгород : БИИММАП, 2001. - 159 с.
2. Корсунов Н. И., Никитинский Д. А. Применение нейронных сетей в САПР строительных конструкций / Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2003. - N 3. - С. 58-61.
3. Дмитриенко В. Д. Алгоритмы самоорганизации и К-значные динамические модели / Москва : Физматлит, 1998. - 246 с.
4. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации : пер. с пол. / С.

- Осовский. - Москва : Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
5. Тарков, М. С. Нейрокомпьютерные системы : учеб. пособие / М. С. Тарков. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 141 с.
 6. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. - Москва : Финансы и статистика, 2004. - 174 с.
 7. Комашинский, В. И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / Москва : Горячая линия - Телеком, 2003. - 93 с.
 8. Рутковская, Д., Пилиньский М., Рутковская, Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte / пер. с пол. - 2-е изд. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2013. - 383 с.
 9. Тархов, Д. А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. Кн. 18 / Москва : Радиотехника, 2005. - 253 с.
 10. Нейрокомпьютеры и их применение : учеб. пособие / под ред. Н. Г. Рамбиди. - Москва : ИПРЖР. Кн. 33 : Биомолекулярные нейросетевые устройства. - 2002. - 223 с.
 11. Нейрокомпьютеры и их применение : учеб. пособие / ред. А. И. Галушкин. - Москва : ИПРЖР, 2002 - . Кн.6 : Нейроматематика. - 2002. - 448 с.
 12. Battiti, R., "First and second order methods for learning: Between steepest descent and Newton's method," *Neural Computation*, vol. 4, no. 2, pp. 141-166, 1992.
 13. Caudill, M., *Neural Networks Primer*, San Francisco, CA: Miller Freeman Publications, 1989.
(Этот сборник статей может служить введением в мир искусственных нейронных сетей. При минимальном использовании математики дает четкие представления об основных принципах использования нейронных сетей.)
 14. Caudill, M., and C. Butler, *Understanding Neural Networks: Computer Explorations*, Vols. 1 and 2, Cambridge, MA: the MIT Press, 1992.
(Этот двухтомник рассчитан на студентов, которые желают получить практические навыки использования нейронных сетей. Он написан как руководство к лабораторным работам для старшекурсников и аспирантов. Приведены программы для IBM и Macintosh.)
 15. Charalambous, C., "Conjugate gradient algorithm for efficient training of artificial neural networks," *IEEE Proceedings*, vol. 139, no. 3, pp. 301-310, 1992.
 16. Chen, S., C. F. N. Cowan, and P. M. Grant, "Orthogonal least squares learning algorithm for radial basis function networks," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 2, no. 2, pp. 302-309, 1991.
(Работа представляет собой отличное введение в теорию радиальных базисных функций.)
 17. DARPA Neural Network Study, Lexington, MA: M.I.T. Lincoln Laboratory, 1988.
(Эта книга представляет собой изложение состояния знаний о нейронных сетях на начало 1988 года. В представлены теоретические основы нейронных сетей и обсуждаются их приложения к решению различных задач, таких как ассоциативная память, распознавание изображений и речи, рекуррентные сети и многое другое.)
 18. Elman, J. L., "Finding structure in time," *Cognitive Science*, vol. 14, pp. 179-211, 1990.

(Эта работа может служить введением к разделу 10 руководства пользователя "Neural Network Toolbox".)

19. Fletcher, R., and C. M. Reeves, "Function minimization by conjugate gradients," *Computer Journal*, vol. 7, pp. 149-154, 1964.
20. Foresee, F. D., and M. T. Hagan, "Gauss-Newton approximation to Bayesian regularization," *Proceedings of the 1997 International Joint Conference on Neural Networks*, pages 1930-1935, 1997.
21. Hagan, M.T. and H.B. Demuth, "Neural Networks for Control," *Proceedings of the 1999 American Control Conference*, San Diego, CA, 1999, pp. 1642-1656.
22. Hagan, M.T., O. De Jesus, and R. Schultz, "Training Recurrent Networks for Filtering and Control," Chapter 12 in *Recurrent Neural Networks: Design and Applications*, L. Medsker and L.C. Jain, Eds., CRC Press, 1999, pp. 311-340.
23. Hagan, M. T., and M. Menhaj, "Training feedforward networks with the Marquardt algorithm," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 5, no. 6, pp. 989-993, 1994.

(В работе впервые представлен алгоритм обучения нейронных сетей Левенберга-Маркарта. Описана теория алгоритма, который обеспечивает увеличение скорости обучения в 10 – 100 раз по сравнению с обычным методом градиентного спуска.)

24. Hagan, M. T., H. B. Demuth, and M. H. Beale, *Neural Network Design*, Boston, MA: PWS Publishing, 1996.

(Книга дает исчерпывающее описание основных типов нейронных сетей и алгоритмов их обучения. Представлен математический анализ сетей, алгоритмов обучения и обсуждаются применения сетей для решения практических инженерных проблем. В книге содержатся демонстрационные программы.)

25. Hunt, K.J., D. Sbarbaro, R. Zbikowski, and P.J. Gawthrop, "Neural Networks for Control System - A Survey," *Automatica*, Vol. 28, 1992, pp. 1083-1112. Kohonen, T., *Self-Organization and Associative Memory*, 2nd Edition, Berlin: Springer-Verlag, 1987.

26. Kohonen, T., *Self-Organizing Maps*, Second Edition, Berlin: Springer-Verlag, 1997. (В книге обсуждается история, основные положения, теория и приложения самоорганизующихся карт.)

27. Lippman, R. P., "An introduction to computing with neural nets," *IEEE ASSP Magazine*, pp. 4-22, 1987.

(Работа представляет собой введение в теорию нейронных сетей, которые могут быть использованы для классификации. Показано, каким образом с помощью нейронных сетей могут быть реализованы алгоритмы классификации и кластеризации.)

28. Moller, M. F., "A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning," *Neural Networks*, vol. 6, pp. 525-533, 1993.

29. Murray, R., D. Neumerkel, and D. Sbarbaro, "Neural Networks for Modeling and Control of a Non-linear Dynamic System," *Proceedings of the 1992 IEEE International Symposium on Intelligent Control*, 1992, pp. 404-409.

30. Nguyen, D., and B. Widrow, "Improving the learning speed of 2-layer neural networks by choosing initial values of the adaptive weights," *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, vol 3, pp. 21-26, 1990.

31. Powell, M. J. D., "Restart procedures for the conjugate gradient method," *Mathematical Programming*, vol. 12, pp. 241-254, 1977.
32. Riedmiller, M., and H. Braun, "A direct adaptive method for faster backpropagation learning: The RPROP algorithm," *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, 1993.
33. Rosenblatt, F., *Principles of Neurodynamics*, Washington D.C.: Spartan Press, 1961.
34. Rumelhart, D. E., G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning internal representations by error propagation," in D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, eds. *Parallel Data Processing*, vol.1, Cambridge, MA: The M.I.T. Press, pp. 318-362, 1986.
(Это основополагающая книга по алгоритму обратного распространения ошибки.)
35. Rumelhart, D. E., G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning representations by back-propagating errors," *Nature*, vol. 323, pp. 533-536, 1986.
36. Rumelhart, D. E., J. L. McClelland, and the PDF Research Group, eds., *Parallel Distributed Processing*, Vols. 1 and 2, Cambridge, MA: The M.I.T. Press, 1986.
(Двухтомник включает несколько разделов, которые могут служить введением в нейронные сети. Разделы написаны различными авторами и в сумме представляют состояние разработок в области нейронных сетей на дату публикации.)
37. Soloway, D. and P.J. Haley, "Neural Generalized Predictive Control," *Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on Intelligent Control*, 1996, pp. 277-281.
38. Vogl, T. P., J. K. Mangis, A. K. Rigler, W. T. Zink, and D. L. Alkon, "Accelerating the convergence of the backpropagation method," *Biological Cybernetics*, vol. 59, pp. 256-264, 1988.
39. Wasserman, P. D., *Advanced Methods in Neural Computing*, New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
40. Widrow, B., and M. E. Hoff, "Adaptive switching circuits," *1960 IRE WESCON Convention Record*, New York IRE, pp. 96-104, 1960.
41. Widrow, B., and S. D. Stearns, *Adaptive Signal Processing*, New York: Prentice-Hall, 1985.
(Это основная работа по адаптивной обработке сигналов.)
42. S. Haykin, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation* New York: Prentice Hall Press, 1998.
43. Christopher M. Bishop, *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford Univ. Press, 1995.
44. F. Laurene, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall, 1994.
45. K. Swingler, *Applying Neural Networks, A Practical Guide*, Academic Press, 1996.
46. Brian D. Ripley, *Pattern recognition and Neural Networks*, Cambridge University Press, 1996
47. А.Н.Горбань, *Обучение нейронных сетей*, М.: СП ПараГраф, 1991
48. А.Н.Горбань, В.Л.Дунин-Барковский, А.Н.Кардин и др. *Нейроинформатика*, Отв. Ред. Новиков Е.А., РАН, Сиб. Отд., Институт выч. Моделирования – Новосибирск: Наука, 1998.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>
2. Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - <http://algotlist.manual.ru/>
3. StatSoft. Электронный учебник по статистике. Нейронные сети. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ (Поляков В.М.)
подпись, ФИО

Директор института _____ (Белоусов А.В.)
подпись, ФИО