

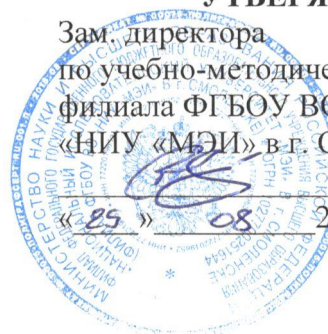
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Профиль «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»  
РПД Б1.В.ДВ.06.01 «Искусственные нейронные сети»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 25 » 08 20 18 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Профиль **«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**


Форма обучения: **очная**

Год набора: **2018**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 929


**Программу составил:**

  
\_\_\_\_\_ проф. В.В. Борисов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО \_\_\_\_\_

«24» июня 2018 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Вычислительной техники»  
«26» июня 2018 г., протокол № 10

**Заведующий кафедрой «Вычислительная техника»:**

  
\_\_\_\_\_ А.С. Федулов \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО \_\_\_\_\_

«02» июля 2018 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Зуева \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО \_\_\_\_\_

«02» июля 2018 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: подготовка обучающихся к научно-исследовательской, проектной деятельности по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Искусственные нейронные сети относится к части В цикла Б1 к вариативной по выбору образовательной программы подготовки бакалавров по программе «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» направления «Информатика и вычислительная техника».

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Б1.В.12 «Введение в оптимизацию»;
- Б1.В.13 «Основы теории управления»;
- Б1.В.ДВ.05.01 «Методы анализа данных»;
- Б1.В.ДВ.05.02 «Прикладная статистика»;
- Б1.В.10 «Введение в цифровую обработку сигналов»;
- Б1.В.11 «Моделирование».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Б1.В.ДВ.02.02 «Основы нечеткого логического вывода»;
- Б1.В.ДВ.05.01 «Основы теории надежности»;
- Б1.В.ДВ.05.02 «Надежность и диагностика технических средств»;
- Б2.В.03(Н) «Научно-исследовательская работа»;
- Б2.В.04(Пд) «Преддипломная практика»;
- Б3.01 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция  | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения  |
|--|-----------------------------------|--|
| ПК-2. Способен владеть культурой научного исследования в области научной специальности, в том числе использованием | ПК-2                              | Знает: основные методы научно-исследовательской деятельности;<br>Умеет: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, оценивать поступающую информацию, независимо от источника, избегать автоматического применения |



|  |  |   |
|--|--|---|
| новейших информационно-коммуникационных технологий |  | стандартных формул при решении задач;<br>Владеет: навыками сбора, анализа информации по исследованию, навыками выбора методов решения задач исследования. |
|--|--|---|



Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Профиль «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»  
 РПД Б1.В.ДВ.06.01 «Искусственные нейронные сети»

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

Скопировать из учебного плана по соответствующей ОП:

| № п.п. | Индекс        | Наименование дисциплины      | Курс | Курс | Контроль | Академических часов |          |     |     |    |     | з.е. | Компетенции | Группа |       |
|--------|---------------|------------------------------|------|------|----------|---------------------|----------|-----|-----|----|-----|------|-------------|--------|-------|
|        |               |                              |      |      |          | Контакт             | Конт акт | Лек | Лаб | Пр | КРП |      |             |        | СР    |
| 28     | Б1.В.ДВ.06.01 | Искусственные нейронные сети | 4    | 8    | Экз РГР  | 144                 | 40       | 20  | 20  |    | 68  | 36   | 4           | ПК-2   | ВМ-18 |

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За - зачет;

##### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание   |
|---|--|
| 1 | <p>лекционные занятия в осеннем семестре 10 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Области применения искусственных нейронных сетей. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона. Разновидности искусственных нейронов. Классификация искусственных нейронных сетей и их свойства. Теорема Колмогорова–Арнольда. Работа Хехт-Нильсена. Следствия из теоремы Колмогорова–Арнольда–Хехт-Нильсена.</p> <p>1.2. Постановка и возможные пути решения задачи обучения искусственных нейронных сетей: обучение с учителем, алгоритм обратного распространения ошибки; обучение без учителя. Настройка числа нейронов в скрытых слоях многослойных нейронных сетей в процессе обучения. Алгоритмы сокращения. Конструктивные алгоритмы.</p> <p>1.3. Персептрон. Многослойный персептрон. Нейронные сети радиальных базисных функций. Вероятностная нейронная сеть. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть.</p> <p>1.4. Нейронные сети Кохонена. Нейронные сети встречного распространения. Нейронные сети Хопфилда.</p> <p>1.5. Нейронные сети Хэмминга. Двухнаправленная ассоциативная память. Каскадные искусственные нейронные сети.</p> <p>1.6. Сети адаптивной резонансной теории (назначение, описание, структура, обучение, применение).</p> <p>1.7. Когнитрон и неокогнитрон (назначение, описание, структура, обучение, применение).</p> <p>1.8. Представление задачи в нейросетевом логическом базисе. Применение ИНС для моделирования: статических объектов, классификации, аппроксимации функций, кластеризации, временных рядов, линейных динамических объектов.</p> <p>1.9. Общие сведения о современных программных средствах и системах моделирования искусственных нейронных сетей. Характеристики современных программных средств и систем моделирования искусственных нейронных сетей.</p> <p>1.10. Общие сведения и характеристики пакета Neural Networks Toolbox системы MATLAB. Примеры использования пакета Neural Networks Toolbox при решении задач: классификации, аппроксимации функций, прогнозирования значений процесса, автоматического выделения центров кластеров. Использование среды Simulink для построения и визуализации искусственных нейронных сетей.</p> |
| 2 | <p>лабораторные работы в осеннем семестре 5 шт. по 4 часа:</p> <p>2.1. Персептроны и однослойные персептронные нейронные сети. Основы программирования в системе MATLAB. Графическая визуализация вычислений в системе MATLAB.</p> <p>2.2. Разработка моделей нейрона в системе MATLAB. Алгоритм обратного распространения ошибки.</p> <p>2.3. Процедуры настройки и адаптации параметров персептронных нейронных сетей. Исследование радиальных базисных сетей.</p> <p>2.4. Исследование самоорганизующихся карт Кохонена. Классификация с использованием искусственных нейронных сетей.</p> <p>2.5. Аппроксимация функций с использованием искусственных нейронных сетей.</p>  |
| 3 | <p>Расчетно-графическая работа:</p> <p>«Разработка и анализ данных социологического опроса на основе искусственной нейронной сети (многослойного персептрона)»</p>   |
| 4 | <p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>4.1. Изучение материалов лекций;</p>   |

|  |
|--|
| 4.2. Подготовка к защите лабораторных работ;<br>4.3. Подготовка к тесту по теме №1;<br>4.4. Выполнение расчетно-графической работы;<br>4.5. Подготовка к экзамену по дисциплине (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД). |
|--|

**Текущий контроль:** устный опрос на каждой лекции по материалам предыдущей пары, защита лабораторных работ.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий                                 | Образовательные технологии   |
|-------|--|--|
| 1     | Лекции   | Классическая (традиционная, информационная) лекция   |
| 2     | Лабораторная работа                                  | Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально<br><br>Допуск к лабораторной работе   |
| 3     | Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)     | Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине) |
| 4     | Контроль (промежуточная аттестация: <b>экзамен</b> ) | Технология письменного контроля, в том числе тестирование  |

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

**Типовые тесты по теме №1 для проверки знаний студентов:**

| № п/п | Вопрос  | Варианты ответа  |   |
|-------|---|--|---|
| 1.    | По каким принципам строятся искусственные нейронные сети?                                     | В соответствии с принципами организации и функционирования биологических нейронных сетей   | + |
|       |   | По принципам и правилам математической логики  |   |
|       |   | В соответствии принципами искусственного интеллекта и теории принятия решений  |   |
|       |   | На основе принципов имитационного моделирования сложных систем и процессов   |   |
| 2.    | Кто и когда предложил первую модель нейрона?  | У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.   | + |
|       |   | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  |   |
|       |   | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  |   |
|       |   | Д. Хьюбел (D. Hubel) и Т. Визель (T. Wiesel) в 1959 г.   |   |
| 3.    | Кто и когда впервые предложил правила обучения искусственной нейронной сети?                  | У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.   | + |
|       |   | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  |   |
|       |   | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  |   |
|       |   | Д. Хьюбел (D. Hubel) и Т. Визель (T. Wiesel) в 1959 г.   |   |
| 4.    | Кто и когда разработал принципы организации и функционирования перцептронов?                  | У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.   | + |
|       |   | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  |   |
|       |   | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  |   |
|       |   | Д. Хьюбел (D. Hubel) и Т. Визель (T. Wiesel) в 1959 г.   |   |
| 5.    | Кто и когда разработал когнитрон?   | У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.   | + |
|       |   | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  |   |
|       |   | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  |   |
|       |   | К. Фукушима (K. Fukushima) в 1975 г.   |   |
| 6.    | Кто и когда предложил нейросетевые модели, обучающейся без учителя на основе самоорганизации? | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  | + |
|       |   | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  |   |
|       |   | Т. Кохонен (T. Kohonen) в 1982 г.  |   |
|       |   | К. Фукушима (K. Fukushima) в 1975 г.   |   |
| 7.    | Кто и когда создал адаптивную резонансную теорию и модели нейронных сетей на ее основе?       | Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.  | + |
|       |   | Т. Кохонен (T. Kohonen) в 1982 г.  |   |
|       |   | С. Гроссберг (S. Grossberg) в 1987 г.  |   |
|       |   | Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.  |   |
| 8.    | Какими свойствами обладают искусственные нейронные сети?                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• обучение на основе примеров;</li> <li>• извлечение значимой информации и закономерностей из избыточных и зашумленных данных;</li> <li>• обобщение предыдущего опыта;</li> <li>• адаптивность к изменению условий функционирования</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• обучение на основе прецедентов (примеров);</li> <li>• простота лингвистической интерпретации структуры сети и значений синаптических весов нейронов сети;</li> <li>• извлечение значимой информации и закономерностей из избыточных и зашумленных данных;</li> <li>• быстрая сходимость при решении оптимизационных задач;</li> <li>• малое число циклов и длительности времени обучения</li> </ul> |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• не критичность к виду параметров;</li> <li>• обобщение предыдущего опыта;</li> <li>• извлечение значимой информации и закономерностей из избыточных и зашумленных данных;</li> <li>• простота представления экспертных знаний;</li> <li>• логическая прозрачность структуры нейронной сети</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• не критичность к виду параметров;</li> <li>• обобщение предыдущего опыта;</li> <li>• извлечение значимой информации и закономерностей из избыточных и зашумленных данных;</li> </ul>  |   |



| № п/п | Вопрос  | Варианты ответа  |   |
|-------|---|--|---|
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• простота представления экспертных знаний;</li> <li>• невозможность использования в реальном масштабе времени</li> </ul>   |   |
| 9.    | Когда использование искусственной нейронной сети является целесообразным? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствует алгоритм решения задачи или неизвестен принцип ее решения, но имеются экспериментальные данные ее решения;</li> <li>• задача характеризуется большими объемами информации;</li> <li>• данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы</li> </ul>   | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствует алгоритм решения задачи или неизвестен принцип ее решения, и нет экспериментальных данных ее решения;</li> <li>• задача характеризуется незначительными объемами информации;</li> <li>• данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы</li> </ul> |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• задача характеризуется большими объемами информации;</li> <li>• необходимо осуществить лингвистическую интерпретацию структуры сети и значений синаптических весов нейронов сети;</li> <li>• данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы</li> </ul>        |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• задача характеризуется большими объемами информации;</li> <li>• требуется объяснить результаты функционирования и моделирования;</li> <li>• необходимо осуществить экспертное формирование базы знаний</li> </ul>   |   |
| 10.   | В чем заключается задача кластеризации?                                   | Задача кластеризации состоит в указании принадлежности входного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным классам.   |   |
|       |   | При решении задачи кластеризации отсутствует обучающая выборка с метками классов. Решение задачи кластеризации основано на установлении подобия образов и размещении близких образов в один кластер.   | + |
|       |   | Задачей кластеризации является нахождение решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию.   |   |
|       |   | Задачей кластеризации является расчет такого входного воздействия, при котором система следует по желаемой траектории, диктуемой эталонной моделью.  |   |
| 11.   | В чем заключается задача аппроксимации?                                   | Задача аппроксимации состоит в указании принадлежности входного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным классам.   |   |
|       |   | При решении задачи аппроксимации отсутствует обучающая выборка с метками классов. Решение задачи аппроксимации основано на установлении подобия образов и размещении близких образов в один класс аппроксимации.   |   |
|       |   | Задачей аппроксимации является нахождение решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию.   |   |
|       |   | Пусть имеется обучающая выборка, которая генерируется неизвестной функцией. Задача аппроксимации состоит в нахождении оценки этой функции.   | + |
| 12.   | Из каких элементов состоит формальный нейрон?                             | Из умножителей, сумматора и нелинейного преобразователя  | + |
|       |   | Из интегратора, линейного преобразователя и нормализатора  |   |
|       |   | Из сумматоров, умножителя и нелинейных преобразователей  |   |
|       |   | Из сумматоров, умножителя и делителя   |   |
| 13.   | В какой последовательности осуществляется функционирование нейрона?       | Во-первых, умножение сигналов на входах нейрона на весовые коэффициенты; во-вторых, суммирование полученных результатов; в-третьих, нелинейное преобразование  | + |
|       |   | Во-первых, суммирование сигналов на входах нейрона; во-вторых, их нормализация; в-третьих, нелинейное преобразование   |   |
|       |   | Во-первых, нормализация сигналов на входах нейрона; во-вторых, их суммирование; в-третьих, нелинейное преобразование   |   |
|       |   | Во-первых, умножение сигналов на входах нейрона на весовые коэффициенты; во-вторых, нелинейное преобразование полученных результатов; в-третьих, их суммирование   |   |

| № п/п | Вопрос  | Варианты ответа   |   |
|-------|---|---|---|
| 14.   | Назовите несуществующую функцию активации нейрона   | Номинальная   | + |
|       |   | Сигмоидальная   |   |
|       |   | Радиально-базисная  |   |
|       |   | Квадратичная  |   |
| 15.   | Какие свойства сигмоидальной функции привели к ее широкому распространению в качестве активационной функции для моделей нейронов? | <ul style="list-style-type: none"> <li>простое выражение для производной;</li> <li>дифференцируемость на всей оси абсцисс;</li> <li>усиление слабых сигналов лучше, чем больших, и предотвращение насыщения от больших сигналов</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>возможность использования только либо для положительных, либо для отрицательных значений входных сигналов;</li> <li>одинаковое усиление малых и больших значений входных сигналов;</li> <li>простое выражение для ее производной;</li> </ul> |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>обеспечение хороших алгебраических свойств реализуемого нелинейного преобразования;</li> <li>отсутствие ограничений области значений;</li> <li>предотвращение насыщения от больших сигналов</li> </ul>                                       |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>отсутствие ограничений области значений;</li> <li>дифференцируемость на всей оси абсцисс;</li> <li>простота интегрирования</li> </ul>  |   |
| 16.   | Какая из активационных функций нейрона принимает одно из двух альтернативных значений?  | Линейная  |   |
|       |   | Сигмоидальная   |   |
|       |   | Знаковая (сигнатурная)  | + |
|       |   | Радиально-базисная  |   |
| 17.   | Какая из активационных функций нейрона не имеет ограничений в области значений?   | Линейная  | + |
|       |   | Сигмоидальная   |   |
|       |   | Знаковая (сигнатурная)  |   |
|       |   | Радиально-базисная  |   |
| 18.   | Какие типы нейронов в искусственной нейронной сети можно выделить в зависимости от выполняемых ими функций?                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>входные нейроны; промежуточные нейроны; выходные нейроны</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>синаптические нейроны; соматические нейроны; дендритные нейроны</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>нормализованные нейроны; активационные нейроны; неактивационные нейроны</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>возбуждающие нейроны; тормозящие нейроны; нейтральные нейроны</li> </ul>   |   |
| 19.   | Какие основные типы искусственных нейронных сетей можно выделить точки зрения их топологии?                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>многослойные; полносвязные; слабосвязные</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>однослойные; двуслойные; многослойные</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>последовательные; параллельные; последовательно-параллельные</li> </ul>  |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>синхронные; асинхронные; комбинированные</li> </ul>  |   |
| 20.   | В каких нейронных сетях каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам сети?                                      | В полносвязных  | + |
|       |   | В многослойных  |   |
|       |   | В слоистых  |   |
|       |   | В слабосвязанных  |   |
| 21.   | На какие типы делятся многослойные нейронные сети?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>монотонные; сети без обратных связей; сети с обратными связями</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>монотонные; немонотонные; смешанные</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>слабосвязанные; сильносвязанные; комбинированные</li> </ul>  |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>слоистые; частично-слоистые; неслоистые</li> </ul>   |   |
| 22.   | Какие существуют разновидности нейронных сетей с обратными связями?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>слоисто-циклические;</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>слоисто-полносвязные;</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>полносвязанно-слоистые</li> </ul>  |   |
| 23.   | Со сколькими нейронами в окрестности фон Неймана связан каждый нейрон слабосвязной нейронной сети?                                | 3   |   |
|       |   | 4   | + |
|       |   | 6   |   |
|       |   | 8   |   |

| № п/п | Вопрос  | Варианты ответа  |   |
|-------|---|--|---|
| 24.   | Со сколькими нейронами в окрестности Голея связан каждый нейрон слабосвязной нейронной сети?        | 3  |   |
|       |   | 4  |   |
|       |   | 6  | + |
|       |   | 8  |   |
| 25.   | Со сколькими нейронами в окрестности Мура связан каждый нейрон слабосвязной ИНС?                    | 3  |   |
|       |   | 4  |   |
|       |   | 6  |   |
|       |   | 8  | + |
| 26.   | Какие основные типы искусственных нейронных сетей можно выделить точки зрения принципа их действия? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• формальные искусственные нейронные сети;</li> <li>• релаксационные искусственные нейронные сети;</li> <li>• искусственные нейронные сети, имитирующие свойства естественных нейронных сетей</li> </ul>  | + |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• формальные искусственные нейронные сети;</li> <li>• квазиформальные;</li> <li>• неформальные</li> </ul>   |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• гомогенные;</li> <li>• гетерогенные;</li> <li>• гибридные</li> </ul>  |   |
|       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• гомеостатические;</li> <li>• самонастраивающиеся;</li> <li>• эволюционирующие</li> </ul>  |   |
|       |   |  |   |
| 27.   | К какому типу искусственных нейронных сетей относится многослойный персептрон?                      | К сетям без обратных связей  | + |
|       |   | К сетям с обратными связями  |   |
|       |   | К слоисто-циклическим сетям с обратными связями  |   |
|       |   | К полносвязно-слоистым сетям   |   |
| 28.   | Чем характеризуются гомогенные нейронные сети?  | Нейронами одного типа с единой функцией активации.   | + |
|       |   | Нейронами одного типа с различной функцией активации.  |   |
|       |   | Нейронами различного типа с единой функцией активации.   |   |
|       |   | Нейронами различного типа с различной функцией активации.  |   |
| 29.   | На чем основан принцип действия релаксационных сетей?   | Основаны на использовании одинаковых или различных по структуре и особенностям функционирования формальных искусственных нейронов  |   |
|       |   | Основаны на особенностях поведения автономных нелинейных динамических систем, обладающих при фиксированном наборе параметров точками устойчивого равновесия, к которым они приходят в зависимости от начального состояния  |   |
|       |   | Имитируют основные аспекты естественных нейронных сетей  |   |
|       |   | Основаны на построении построить такого отображения, чтобы на каждый возможный входной сигнал формировался правильный выходной сигнал  |   |
| 30.   | Что доказывает Теорема Колмогорова–Арнольда?  | Возможность построения многомерного отображения с помощью математических операций над не более чем двумя переменными   | + |
|       |   | Представимость функции многих переменных достаточно общего вида с помощью двухслойной нейронной сети с прямыми полными связями с $n$ нейронами входного слоя, $(2n+1)$ нейронами скрытого слоя с заранее известными ограниченными функциями активации (например, сигмоидальными) и $m$ нейронами выходного слоя с неизвестными функциями активации |   |
|       |   | Решаемость задачи представления функции произвольного вида на нейронной сети и указывает для каждой задачи минимальные числа нейронов сети, необходимых для ее решения   |   |
|       |   | Представление многомерных функций многих переменных с использованием однородных двухслойных нейронных сетей с сигмоидальными передаточными функциями   |   |

| № п/п | Вопрос  | Варианты ответа  |   |
|-------|---|--|---|
| 31.   | Что доказывает теорема Хехт-Нильсена?   | Возможность построения многомерного отображения с помощью математических операций над не более чем двумя переменными   |   |
|       |   | Представимость функции многих переменных достаточно общего вида с помощью двухслойной нейронной сети с прямыми полными связями с $n$ нейронами входного слоя, $(2n+1)$ нейронами скрытого слоя с заранее известными ограниченными функциями активации (например, сигмоидальными) и $m$ нейронами выходного слоя с неизвестными функциями активации | + |
|       |   | Представимость любой непрерывной функции трех переменных в виде суммы функций не более двух переменных   |   |
|       |   | Представимость непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиций непрерывных функций одного переменного и сложения   |   |
| 32.   | Укажите верную формулировку «теоремы о полноте»   | Любая непрерывная функция нескольких переменных может быть представлена в виде суперпозиций непрерывных функций одного переменного и сложения  |   |
|       |   | Любая непрерывная функция трех переменных может быть представлена в виде суммы функций не более двух переменных.   |   |
|       |   | Любая многомерная функция нескольких переменных может быть представлена с помощью нейронной сети фиксированной размерности.  |   |
|       |   | Любая непрерывная функция на замкнутом ограниченном множестве может быть равномерно приближена функциями, вычисляемыми нейронными сетями, если функция активации нейрона дважды непрерывно дифференцируема и непрерывна  | + |
| 33.   | Какова цель обучения с учителем искусственной нейронной сети?   | Настроить параметры нейронов (синаптические веса и смещения) нейронной сети таким образом, чтобы обеспечить для входных сигналов получение требуемых выходных сигналов.  | + |
|       |   | Изменить структуру и параметры нейронной сети таким образом, чтобы она стала адекватной структуре и параметрам решаемой задачи.  |   |
|       |   | Обеспечить минимальную избыточность ИНС.   |   |
|       |   | Осуществить установление устойчивых зависимостей между сохраняемыми в искусственной нейронной сети данными.  |   |
| 34.   | К какой группе методов обучения искусственных нейронных сетей относится алгоритм обратного распространения ошибки (error back propagation)? | Локальной оптимизации с вычислением частных производных первого порядка  | + |
|       |   | Локальной оптимизации с вычислением частных производных первого и второго порядка  |   |
|       |   | Стохастической оптимизации   |   |
|       |   | Глобальной оптимизации   |   |
| 35.   | От чего зависит число образцов, которые способна распознавать искусственная нейронная сеть?   | От числа слоев, нейронов в этих слоях, числа весов этих нейронов и вида активационных функций нейронов   | + |
|       |   | От числа нейронов  |   |
|       |   | От числа нейронов и от числа весов этих нейронов   |   |
|       |   | От числа слоев и нейронов в этих слоях   |   |
| 36.   | Когда прекращается процесс обучения искусственной нейронной сети?   | Либо когда пройдено определенное количество эпох обучения, либо когда ошибка достигнет некоторого определенного малого уровня, либо когда ошибка перестанет уменьшаться  |   |
|       |   | Когда структуру и параметры ИНС изменились таким образом, что она стала адекватной структуре и параметрам решаемой задачи  |   |
|       |   | Когда обеспечена минимальная избыточность ИНС  |   |
|       |   | Когда установились устойчивые зависимости между сохраняемыми в искусственной нейронной сети данными.   |   |
| 37.   | В чем выражается способность к обобщению искусственной нейронной сети?  | Это способность нейронной сети делать точный прогноз на данных, не принадлежащих исходному обучающему множеству  | + |
|       |   | Это возможность агрегирования исходных данных в нейронной сети для получения обобщенной оценки.  |   |
|       |   | Это способность нейронной генерировать новые гипотезы  |   |
|       |   | Это способность нейронной сети увеличивать объем запоминаемой информации по результатам длительного обучения   |   |

| № п/п | Вопрос   | Варианты ответа  |   |
|-------|--|--|---|
| 38.   | В чем выражается эффект переобучения нейронной сети?   | В чрезмерно точной подгонке выходных значений сети в случае слишком долгого ее обучения при условии, избыточно «мощной» сети   | + |
|       |  | В неспособности забывать накопленный опыт сети при ее повторном обучении   |   |
|       |  | В улучшении прогностических возможностей сети по результатам длительного обучения  |   |
|       |  | В увеличении зависимости от качества обучающей выборки в процессе обучения   |   |
| 39.   | Каково назначение кросс-проверки нейронной сети?   | Независимый контроль результата в ходе алгоритма.  | + |
|       |  | Сравнение результатов обучения сети с различной структурой на одной и той же части выборки.  |   |
|       |  | Независимый контроль работы различных слоев нейронной сети.  |   |
|       |  | Независимый контроль работы различных слоев нейронной сети, так и отдельных нейронов.  |   |
| 40.   | Какова цель обучения без учителя искусственной нейронной сети?                                   | Настроить параметры нейронов (синаптические веса и смещения) нейронной сети лишь с использованием входных сигналов таким образом, чтобы предъявление достаточно близких входных сигналов давало одинаковые выходные сигналы.                     | + |
|       |  | Изменить структуру и параметры нейронной сети таким образом, чтобы она стала адекватной структуре и параметрам решаемой задачи.  |   |
|       |  | Настроить параметры нейронов (синаптические веса и смещения) нейронной сети таким образом, чтобы обеспечить для входных сигналов получение требуемых выходных сигналов.  |   |
|       |  | Осуществить установление устойчивых зависимостей между сохраняемыми в искусственной нейронной сети данными.  |   |
| 41.   | Чем отличается сигнальный метод обучения Хебба от дифференциального?                             | В сигнальном методе обучения Хебба усиливаются веса связей между возбужденными нейронами, а в дифференциальном методе обучения Хебба более интенсивно изменяются веса связей, соединяющие нейроны, выходы которых наиболее динамично изменились. | + |
|       |  | В сигнальном методе обучения Хебба изменяются только веса смежных нейронов, а в дифференциальном методе обучения Хебба – изменяются веса нейронов, непосредственно не связанных друг с другом.   |   |
|       |  | В сигнальном методе обучения Хебба веса нейронов из соседних слоев изменяются попарно, а в дифференциальном методе обучения Хебба – изменяются веса сразу групп нейронов.  |   |
|       |  | В сигнальном методе обучения Хебба изменяются веса нейронов одновременно всей сети, а в дифференциальном методе обучения Хебба – последовательно от слоя к слою.   |   |
| 42.   | В чем заключается суть алгоритма обучения без учителя т. Кохонена?                               | Минимизация разницы между входными сигналами нейрона, поступающими с выходов нейронов предыдущего слоя, и весовыми коэффициентами его синапсов   | + |
|       |  | Настройка параметров нейронов для усиления весов связей между возбужденными нейронами  |   |
|       |  | Быстрое синхронное изменение весов всех нейронов одновременно для всей сети.   |   |
|       |  | Возможность использования ограниченного количества входных сигналов для обучения без ухудшения качества обучения.  |   |
| 43.   | В чем заключается назначение алгоритмов сокращения (pruning algorithms) ИНС?                     | Сокращение числа нейронов в скрытых слоях  | + |
|       |  | Сокращение числа нейронов во входном и скрытых слоях   |   |
|       |  | Сокращение числа синапсов в скрытых слоях  |   |
|       |  | Сокращение числа синапсов во входном и скрытых слоях   |   |
| 44.   | В чем заключается назначение конструктивных алгоритмов (constructive algorithms) нейронной сети? | Увеличение числа нейронов в скрытых слоях  |   |
|       |  | Увеличение и сокращение нейронов в скрытых слоях   |   |
|       |  | Увеличение числа синапсов в скрытых слоях нейронной сети   |   |
|       |  | Увеличение и сокращение числа синапсов во входном и скрытых слоях  |   |



### Краткое содержание РГР:

«Разработка и анализ данных социологического опроса на основе искусственной нейронной сети (многослойного персептрона)»

**Постановка задачи.** Исходные данные представляют собой материалы социологического опроса, по 14 вопросам (признакам), отражающим социальный статус опрашиваемого:

- $x_1$  – возраст, лет;
- $x_2$  – пол;
- $x_3$  – образование;
- $x_4$  – базовая профессия;
- $x_5$  – национальность;
- $x_6$  – самооценка социального слоя;
- $x_7$  – отношение к религии;
- $x_8$  – род занятий;
- $x_9$  – основное место работы;
- $x_{10}$  – сфера деятельности;
- $x_{11}$  – средний доход члена семьи, руб.;
- $x_{12}$  – самооценка уровня доходов;
- $x_{13}$  – тип населенного пункта, где проживает опрашиваемый;
- $x_{14}$  – политическая ориентация.

Среди перечисленных только два признака ( $x_1$  и  $x_{11}$ ) имеют количественный характер, три признака ( $x_4$ ,  $x_5$  и  $x_7$ ) – чисто качественный, остальные – качественный, выраженный в псевдоколичественной форме.

Заметим, что признак  $x_{14}$  (политическая ориентация) представляется здесь «выходной» или «основной» следственной переменной, определяемой или формируемой другими (причинными) переменными  $x_1, \dots, x_{13}$ . Действительно, можно предположить, что уровень доходов в семье формирует политическую ориентацию, обратное вряд ли имеет место, хотя и может иметь место; аналогичные соображения можно провести и по другим признакам.

В связи с этим, сформулируем следующую задачу исследований: выявить причинно-следственные связи между политической ориентацией субъекта ( $x_{14}$ ) и признаками, характеризующими его социальное положение ( $x_1, \dots, x_{13}$ ).

**Методы исследований.** При выборе метода исследований необходимо учесть тот факт, что большинство из признаков – качественные, и поэтому имеющиеся данные требуют применения специальных приемов исследования. При анализе же псевдоколичественных данных необходимо принимать во внимание невозможность в большинстве случаев установления между ними отношений эквивалентности и предпочтения, что влечет трудности в определении мер сходства и т. п. Это, в свою очередь, при применении к ним приемов и формул обработки, разработанных для количественных переменных (например, регрессионного, корреляционного или дискриминантного анализов) приводит к крайне низкой достоверности получаемых результатов.

Поэтому выберем в качестве методов исследования менее чувствительные к выполнению вероятностных предпосылок нейросетевые методы.

### Задачи исследований.

- 1) Определение признаков, наиболее существенно влияющих на выбранную выходную переменную (отклик).
- 2) Построение искусственной нейронной сети, отражающей причинно-следственные связи между откликом и входными признаками.
- 3) Интерпретация результатов.

### Примеры вопросов к защите РГР:

1. Охарактеризуйте особенности многослойного персептрона.
2. Опишите структуру и функции нейроподобного нейрона многослойного персептрона.

3. Опишите алгоритм обратного распространения ошибок для обучения многослойного персептрона.

4. Приведите классификацию искусственных нейронных сетей.

Оценочные средства для промежуточной аттестации:

**Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:**

1. Области применения искусственных нейронных сетей.
2. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона.
3. Разновидности искусственных нейронов.
4. Классификация искусственных нейронных сетей и их свойства.
5. Теорема Колмогорова–Арнольда.
6. Работа Хехт-Нильсена. Следствия из теоремы Колмогорова–Арнольда–Хехт-Нильсена
7. Постановка и возможные пути решения задачи обучения искусственных нейронных сетей.
8. Обучение с учителем, алгоритм обратного распространения ошибки.
9. Обучение без учителя.
10. Настройка числа нейронов в скрытых слоях многослойных нейронных сетей в процессе обучения. Алгоритмы сокращения. Конструктивные алгоритмы.
11. Персептрон.
12. Многослойный персептрон.
13. Нейронные сети радиальных базисных функций.
14. Вероятностная нейронная сеть.
15. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть.
16. Нейронные сети Кохонена.
17. Нейронные сети встречного распространения.
18. Нейронные сети Хопфилда.
19. Нейронные сети Хэмминга.
20. Двухнаправленная ассоциативная память.
21. Каскадные искусственные нейронные сети.
22. Сети адаптивной резонансной теории.
23. Когнитрон и неокогнитрон.
24. Представление задачи в нейросетевом логическом базисе.
25. Применение ИНС для моделирования статических объектов, классификации, аппроксимации функций.
26. Применение ИНС для кластеризации, временных рядов, линейных динамических объектов.
27. Общие сведения о современных программных средствах и системах моделирования искусственных нейронных сетей. Характеристики современных программных средств и систем моделирования искусственных нейронных сетей.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – **экзамен**.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

| Оценка по дисциплине  | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине   |
|---|--|
| «отлично»/<br>«зачтено (отлично)»/<br>«зачтено»                     | <p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».</p>                                  |
| «хорошо»/<br>«зачтено (хорошо)»/<br>«зачтено»                       | <p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».</p>  |
| «удовлетворительно»/<br>«зачтено (удовлетворительно)»/<br>«зачтено» | <p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</p>   |
| «неудовлетворительно»/ не зачтено                                   | <p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p> |



## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебное и учебно-лабораторное оборудование**

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

### **Программное обеспечение**

При проведении лабораторных работ предусматривается использование персональных компьютеров, оснащенных необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения: Windows Pro 7, 8, 10, Office 2003, 2007, 2010, Matlab.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### **для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;

- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.

2. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В., Круглов В.В.. MATLAB с пакетами расширений.– М: Нолидж, 2001.

3. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М. Горячая линия – Телеком, 2012. – 383 с.

### **Дополнительная литература.**

1. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001.

2. Комашинский В. И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002.

### **Список авторских методических разработок.**

1. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. 2-е изд. стереотип. – М. Горячая линия – Телеком, 2001. – 312 с.



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но-<br>мер<br>изме-<br>мене-<br>ния | Номера страниц       |                      |            |                               | Всего<br>стра-<br>ниц в<br>доку-<br>менте | Наименование<br>и № документа,<br>вводящего<br>изменения | Подпись, Ф.И.О.<br>внесшего измене-<br>ния в данный эк-<br>земпляр | Дата<br>внесения из-<br>менения в<br>данный эк-<br>земпляр | Дата<br>введения из-<br>менения |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|-------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------|
|                                     | изме-<br>нен-<br>ных | заме-<br>нен-<br>ных | но-<br>вых | анну-<br>лиро-<br>ванн-<br>ых |   |  |  |  |                                 |
| 1                                   | 2                    | 3                    | 4          | 5                             | 6   | 7  | 8  | 9  | 10                              |
|                                     |                      |                      |            |                               |   |  |  |  |                                 |