

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования — первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 4 »



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.О.08 Специальные главы математики

Направление подготовки/специальность 09.04.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) / специализация Администрирование информационных систем

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08 Специальные главы математики составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 09.04.02 Информационные системы и технологии

Программу составил(и):

Ю.Г. Никитин, доцент кафедры теор. физики и комп. технологий  
кандидат физ.-мат. наук, доцент

\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08 Специальные главы математики утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 8 «16» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 13 «16» апреля 2021 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов, заведующий кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ,  
доктор физико-математических наук, профессор

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО ПНФ «Мезон»  
кандидат физико-математических наук

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

**1.1 Цель освоения дисциплины** – ознакомление с фундаментальными методами дифференциального и интегрального исчислений функций нескольких переменных, теории вероятностей и математической статистики.

### 1.2 Задачи дисциплины.

- 1) основные определения и понятия изучаемых разделов математики;
- 2) использовать математические методы в технических приложениях;
- 3) математическими методами и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Специальные главы математики» относится к базовой части общенаучного цикла Б.1. Для изучения дисциплины необходимо знание обязательного минимума содержания среднего образования, знания, полученные при изучении дисциплин модулей «Математика» и «Информатика» бакалавриата. Знания, получаемые при изучении дисциплины, используются при изучении всех дисциплин профессионального цикла.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны   |  |   |
|--------|--------------------|---|---|--|---|
|        |                    |   | знать   | уметь  | владеть   |
| 1.     | ОК-6               | способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности  | методы и средства для решения задач в своей предметной области  | применять свои знания к решению практических задач, пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения инженерных вопросов                            | математически аппаратом для решения специфических задач в области информационных систем и технологий  |
| 2      | ОПК-1              | способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, уметь самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном | базовые знания для восприятия новых математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | самостоятельно приобретать, развивать и применять новые знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | приемами приобретения, развития и применения новых знаний для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте |

|    |       |  |                            |   |  |
|----|-------|--|----------------------------|---|--|
|    |       | контексте  |                            |   |  |
| 3. | ОПК-2 | культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных их разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных | правила логического вывода | выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники | логикой рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы   | Всего часов                          | Семестры (часы) |             |   |   |   |
|--|--------------------------------------|-----------------|-------------|---|---|---|
|  |                                      | А               |             |   |   |   |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     | <b>28,2</b>                          | <b>28,2</b>     |             |   |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         |                                      |                 |             |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                   | 14                                   | 14              | -           | - | - |   |
| Лабораторные занятия                                       |                                      |                 | -           | - | - |   |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 14                                   | 14              | -           | - | - |   |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |                                      |                 |             |   |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      |                                      |                 |             |   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,2                                  | 0,2             |             |   |   |   |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>115,8</b>                         | <b>115,8</b>    |             |   |   |   |
| Проработка учебного (теоретического) материала             | 57,9                                 | 57,9            | -           | - | - |   |
| Подготовка к текущему контролю                             | 57,9                                 | 57,9            | -           | - | - |   |
| <b>Контроль:</b>   |                                      |                 |             |   |   |   |
| Подготовка к экзамену                                      |                                      |                 |             |   |   |   |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                  | <b>час.</b>                          | <b>108</b>      | <b>108</b>  | - | - | - |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>28,2</b>     | <b>28,2</b> |   |   |   |
|  | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>        | <b>4</b>    |   |   |   |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

| №  | Наименование разделов                            | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|--|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |  | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |  |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2  | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Функции нескольких переменных                    | 50               | 6                 | 6  |    | 38                   |
| 2. | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы | 46               | 4                 | 4  |    | 38                   |
| 3. | Случайные события                                | 47,8             | 4                 | 4  |    | 39,8                 |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>                      | 143,8            | 14                | 14 |    | 115,8                |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                             | Содержание раздела   | Форма текущего контроля |
|----|--|--|-------------------------|
| 1  | 2  | 3  | 4                       |
| 1. | Функции нескольких переменных                    | Функции двух переменных. Линии уровня функции двух переменных. Предел функции нескольких переменных. Точки непрерывности и точки разрыва функции.              | Решение задач           |
| 2. | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы | Понятие двойного и тройного интегралов, их свойства. Вычисление интегралов последовательным интегрированием. Замена переменных в двойном и тройном интегралах. | Решение задач           |
| 3. | Случайные события                                | Случайные события. Классическое определение вероятности. Формулы комбинаторики.  | Решение задач           |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

| №  | Наименование раздела                             | Содержание раздела  | Форма текущего контроля |
|----|--|---|-------------------------|
| 1  | 2  | 3   | 4                       |
| 4. | Функции нескольких переменных                    | Непрерывность функции нескольких переменных в точке и на множестве. Точки непрерывности и точки разрыва функции. Понятие о сложной функции. | Решение задач           |
| 5. | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы | Полярные, цилиндрические и сферические координаты. Приложения двойных и тройных интегралов  | Решение задач           |

|    |                   |                        |               |
|----|-------------------|------------------------|---------------|
| б. | Случайные события | Формулы комбинаторики. | Решение задач |
|----|-------------------|------------------------|---------------|

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

Не предусмотрено

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                            | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | 2                                  | 3  |
| 1 | Подготовка к лекционным занятиям   | Звонарев, С.В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие / С.В. Звонарев, В.С. Кортов, Т.В. Штанг. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 121 с.  |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | Звонарев, С.В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие / С.В. Звонарев, В.С. Кортов, Т.В. Штанг. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 121 с.<br>Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. |
| 4 | Подготовка к зачёту                | Звонарев, С.В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие / С.В. Звонарев, В.С. Кортов, Т.В. Штанг. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 121 с.<br>Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии.

Программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

###### Темы практических работ

1. Методы обучения синаптических весов нейрона.  
Цель занятия: закрепить навыки применения математического аппарата нейронных сетей для решения задачи распознавания образов

#### Пример решения задачи

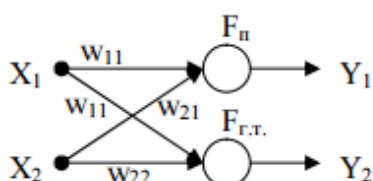
**Задача.** Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: гиперболический тангенс ( $k=1$ ) и пороговую функцию ( $T=0,7$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций эквивалентности и дизъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

**Описание процесса решения.** Для обучения нейронной сети по  $\Delta$ -правилу необходимо:

- 1) Графически отобразить структуру нейронной сети. Определить размерность матрицы синаптических весов.
- 2) Определить обучающую выборку, представив ее в табличном виде.
- 3) Выбрать входные данные, на которых будет рассматриваться итерация цикла обучения.
- 4) Следуя алгоритмы обучения по  $\Delta$ -правилу, просчитать одну итерацию цикла и представить новые синаптические веса в матричном виде.

##### Решение.

- 1) По заданию нейронная сеть состоит из двух нейронов, значит, входов у однослойной нейронной сети будет 2 и выходов 2, а синаптических весов 4. Первый нейрон имеет пороговую функцию активации, второй – гиперболический тангенс.



- 2) По заданию нейронная сеть бинарная, поэтому на ее входы могут подаваться только нули и единицы, так как входа 2, то возможных комбинаций входных значений будет 4 (обучающая выборка будет состоять из 4 векторов). Выход первого нейрона согласно заданию соответствует оператору эквивалентности, а второго – дизъюнкции. Поэтому таблица с обучающей выборкой будет выглядеть следующим образом:

| X1 | X2 | D1 | D2 |
|----|----|----|----|
| 0  | 0  | 1  | 0  |
| 0  | 1  | 0  | 1  |
| 1  | 0  | 0  | 1  |
| 1  | 1  | 1  | 1  |

- 3) Пусть в качестве вектора обучения будет рассматриваться 3-ая строка таблицы.
- 4) Следуя алгоритмы обучения по  $\Delta$ -правилу выполним 6 шагов

**1 шаг:** зададим матрицу весов случайным образом из интервала  $[0,1]$ :

| Wij(1) | 1   | 2   |
|--------|-----|-----|
| 1      | 0.7 | 1   |
| 2      | 0.5 | 0.2 |

**2 шаг:** вектор  $X=\{1,0\}$ , вектор  $D=\{0,1\}$ .

**3 шаг:** вычисление выходных значений нейронной сети (вектор  $Y$ ).

$$T = 0.7;$$

$$S_1 = x_1 \cdot w_{11} + x_2 \cdot w_{21} = 1 \cdot 0.7 + 0 \cdot 0.5 = 0.7;$$

$$Y_1 = \begin{cases} 1, & \text{при } S_1 \geq T \\ 0, & \text{при } S_1 < T \end{cases} = \begin{cases} 1, & \text{при } 0.7 \geq 0.7 \\ 0, & \text{при } 0.7 < 0.7 \end{cases} = 1.$$

$$k = 1,$$

$$S_2 = x_1 \cdot w_{12} + x_2 \cdot w_{22} = 1 \cdot 0.9 + 0 \cdot 0.2 = 0.9,$$

$$Y_2 = \text{th}\left(\frac{S_2}{k}\right) = \frac{e^{0.9} + e^{-0.9}}{e^{0.9} - e^{-0.9}} \approx 1.39.$$



**4 шаг:**

$$\varepsilon_1 = (d_1 - y_1) = (0 - 1) = -1,$$

$$\varepsilon_2 = (d_2 - y_2) = (1 - 1.39) = -0.39.$$

**5 шаг:** задаем  $\eta$ - коэффициент обучения от 0 до 1 и изменяем веса:

$$\eta = 0.8,$$

$$w_{11}(2) = w_{11}(1) - 0.8 \cdot \varepsilon_1 \cdot x_1 = 0.7 - 0.8 \cdot (-1) \cdot 1 = 1.5,$$

$$w_{21}(2) = w_{21}(1) - 0.8 \cdot \varepsilon_1 \cdot x_2 = 0.5 - 0.8 \cdot (-1) \cdot 0 = 0.5,$$

$$\theta_1(2) = \theta_1(1) - 0.8 \cdot \varepsilon_1 = 0.7 - 0.8 \cdot (-1) = 1.5,$$

$$w_{12}(2) = w_{12}(1) - 0.8 \cdot \varepsilon_2 \cdot x_1 = 0.9 - 0.8 \cdot (-0.39) \cdot 1 = 1.212,$$

$$w_{22}(2) = w_{22}(1) - 0.8 \cdot \varepsilon_2 \cdot x_2 = 0.2 - 0.8 \cdot (-0.39) \cdot 0 = 0.2.$$

| Wij(2) | 1   | 2     |
|--------|-----|-------|
| 1      | 1.5 | 1.212 |
| 2      | 0.5 | 0.2   |

**6 шаг:** вычислим среднеквадратичную ошибку (можно выбрать другие методы оценки ошибки)

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^H (d_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^2 \varepsilon_i^2 = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 = (-1)^2 + (-0.39)^2 = 1.1521.$$

$H$ - количество нейронов.

Так как мы рассматриваем одну итерацию цикла обучения в любом случае выходим из цикла.

## Задачи

1. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей пороговую функцию активации ( $T=0,7$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций дизъюнкции и импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
2. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей линейную функцию активации ( $k=0,6$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций конъюнкции и дизъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
3. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей сигмоидальную функцию активации ( $k=1$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций импликации и конъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
4. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функцию активации гиперболический тангенс ( $k=1$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций эквивалентности и импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
5. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: гиперболический тангенс ( $k=2$ ) и пороговую функцию ( $T=0,5$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций эквивалентности и конъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

6. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: сигмоидальную ( $k=1$ ) и линейную ( $k=0,6$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций импликации и конъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
7. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: линейную ( $k=0,7$ ) и пороговую ( $T=0,75$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций конъюнкции и эквивалентности (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
8. Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: пороговую ( $T=0,8$ ) и сигмоидальную ( $k=1$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций конъюнкции и импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

2. Метод обратного распространения ошибок

Цель занятия: усвоить идею метода обратного распространения ошибки, знать его область применения, преимущества и недостатки перед всеми изученными ранее методами.

### Пример решения задачи

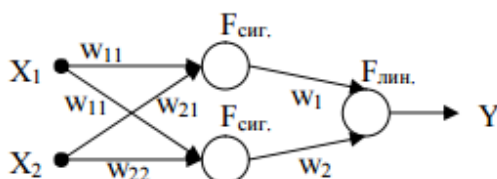
**Задача.** Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется сигмоидальная функция активации ( $k=0,9$ ), а во втором – 1, линейная ( $l=0,7$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «штрих Шеффера» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

**Описание процесса решения.** Для обучения нейронной сети методом обратного распространения ошибки необходимо:

- 1) Графически отобразить структуру нейронной сети. Определить размерность и количество матриц синаптических весов (для каждого слоя своя матрица).
- 2) Определить обучающую выборку, представив ее в табличном виде.
- 3) Выбрать входные данные, на которых будет рассматриваться итерация цикла обучения.
- 4) Следуя алгоритмы обучения методом обратного обучения ошибки просчитать одну итерацию цикла и представить новые синаптические веса в матричном виде.

#### Решение.

- 1) По заданию нейронная сеть состоит из трех нейронов, два входных, один выходной, значит синаптических весов 6. Первый слой нейронов имеет сигмоидальную функцию активации, второй – линейная.



- 2) По заданию нейронная сеть бинарная, поэтому на ее входы могут подаваться только нули и единицы, так как входов 2, то возможных комбинаций входных значений будет 4 (обучающая выборка будет состоять из 4 векторов). Выход нейронной сети согласно заданию соответствует оператору «штрих Шеффера». Поэтому таблица с обучающей выборкой будет выглядеть следующим образом:

| X1 | X2 | D |
|----|----|---|
| 0  | 0  | 1 |
| 0  | 1  | 1 |
| 1  | 0  | 1 |
| 1  | 1  | 0 |

- 3) Пусть в качестве вектора обучения будет рассматриваться 2-ая строка таблицы.
- 4) Следуя алгоритму обучения по  $\Delta$ -правилу, выполним 5 шагов:  
**1 шаг:** зададим матрицу весов случайным образом из интервала  $[0,1]$ :

| Wij(1) | 1   | 2   |
|--------|-----|-----|
| 1      | 0.6 | 0.9 |
| 2      | 0.1 | 0.5 |

| Wg(1) | 1   | 2   |
|-------|-----|-----|
|       | 0.3 | 0.8 |

**2 шаг:** вектор  $X=\{0,1\}$ ,  $D=\{1\}$ .

**3 шаг (прямой проход):** вычисление в циклах выходов всех слоев и получение выходных значений нейронной сети (вектор Y).

$$S_1 = x_1 \cdot w_{11} + x_2 \cdot w_{21} = 0 \cdot 0.6 + 1 \cdot 0.1 = 0.1;$$

$$S_2 = x_1 \cdot w_{12} + x_2 \cdot w_{22} = 0 \cdot 0.9 + 1 \cdot 0.5 = 0.5;$$

$$k = 0.9;$$

$$Y_1 = \frac{1}{1 + e^{-S_1 \cdot k}} = \frac{1}{1 + e^{-0.1 \cdot 0.9}} = 0.5224,$$

$$Y_2 = \frac{1}{1 + e^{-S_2 \cdot k}} = \frac{1}{1 + e^{-0.5 \cdot 0.9}} = 0.61,$$

$$S_3 = Y_1 \cdot w_1 + Y_2 \cdot w_2 = 0.5224 \cdot 0.3 + 0.61 \cdot 0.8 = 0.64472;$$

$$l = 0.7,$$

$$Y = l \cdot S = 0.4513.$$

**4 шаг (обратный проход):** изменение весов:

$$\eta = 0.7,$$

$$\delta^2 = (d - Y) \cdot Y \cdot (1 - Y) = (1 - 0.4513) \cdot 0.4513(1 - 0.4513) = 0.3587$$

$$w_1(2) = w_1(1) + \eta \cdot \delta^2 \cdot Y_1 = 0.3 + 0.7 \cdot 0.3587 \cdot 0.5224 = 0.431,$$

$$w_2(2) = w_2(1) + \eta \cdot \delta^2 \cdot Y_2 = 0.8 + 0.7 \cdot 0.3587 \cdot 0.61 = 0.953.$$

$$\delta_1^1 = Y_1 \cdot (1 - Y_1) \cdot \sum_{l=1}^{H_{k+1}} \delta_l^{k+1} \cdot w_l^{k+1} = Y_1 \cdot (1 - Y_1) \cdot \delta^2 \cdot w_1 = 0.5224 \cdot (1 - 0.5224) \cdot 0.3587 \cdot 0.3 = 0.0268,$$

$$\delta_2^1 = Y_2 \cdot (1 - Y_2) \cdot \sum_{l=1}^{H_{k+1}} \delta_l^{k+1} \cdot w_l^{k+1} = Y_2 \cdot (1 - Y_2) \cdot \delta^2 \cdot w_2 = 0.61 \cdot (1 - 0.61) \cdot 0.3587 \cdot 0.8 = 0.0682,$$

$$w_{11}(2) = w_{11}(1) + \eta \cdot \delta_1^1 \cdot x_1 = 0.6 + 0.7 \cdot 0.0268 \cdot 0 = 0.6,$$

$$w_{12}(2) = w_{12}(1) + \eta \cdot \delta_2^1 \cdot x_1 = 0.9 + 0.7 \cdot 0.0682 \cdot 0 = 0.9,$$

$$w_{21}(2) = w_{21}(1) + \eta \cdot \delta_1^1 \cdot x_2 = 0.1 + 0.7 \cdot 0.0268 \cdot 1 = 0.119,$$

$$w_{22}(2) = w_{22}(1) + \eta \cdot \delta_2^1 \cdot x_2 = 0.5 + 0.7 \cdot 0.0682 \cdot 1 = 0.548.$$

| Wij(2) | 1     | 2     |
|--------|-------|-------|
| 1      | 0.6   | 0.9   |
| 2      | 0.119 | 0.548 |

| Wg(2) | 1     | 2     |
|-------|-------|-------|
|       | 0.431 | 0.953 |

**5 шаг:**

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^H (d_i - y_i)^2 = (1 - 0.4513)^2 = 0.237.$$

Так как мы рассматриваем одну итерацию цикла обучения, в любом случае выходим из цикла.

### Задачи

1. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона, а во втором – 1. Функция активации нейронов сети - пороговая ( $T=0,6$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «исключающее или» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

2. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона, а во втором – 1. Функция активации нейронов сети - сигмоидальная ( $k=1$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
3. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона, а во втором – 1. Функция активации нейронов сети - линейная ( $k=0,6$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «штрих Шеффера» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
4. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона, а во втором – 1. Функция активации нейронов сети – гиперболический тангенс ( $k=1$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «стрелка Пирса» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
5. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется сигмоидальная функция активации ( $k=0,9$ ), а во втором – 1, пороговая ( $T=0,7$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «исключающее или» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

6. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется линейная функция активации ( $k=0,5$ ), а во втором – 1, сигмоидальная ( $k=0,7$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
7. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется пороговая функция активации ( $T=0,4$ ), а во втором – 1, линейная ( $k=0,6$ ) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «штрих Шеффера» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
8. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоёв, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется пороговая функция активации ( $T=0,6$ ), а во втором – 1, гиперболический тангенс ( $k=2$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «стрелка Пирса» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.
3. Модели конкурентного обучения. Самоорганизующиеся карты Кохонена.  
Цель занятия: Исследовать зависимость качества функционирования самоорганизующейся карты Кохонена от количества эпох обучения на примере задачи классификации ирисов Фишера.

#### 4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточного контроля

Раздел 1. Проблема полноты.

Раздел 2. Оптимизация структуры сети.

Раздел 3. Гибридные сети встречного распространения.

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Естественный нейрон и его формальная модель.
2. Методы обучения синаптических весов нейрона.
3. Проблема полноты.



4. Метод обратного распространения ошибок.
5. Улучшение сходимости и качества градиентного обучения.
6. Оптимизация структуры сети.
7. Модели конкурентного обучения.
8. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
9. Гибридные сети встречного распространения.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или ее части, выполнения практических, контрольных, реферативных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных занятий. Студенты у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

Для получения положительной оценки зачёта по итогам семестра необходимо минимум выполнение следующих условий: выполнение и успешная защита всех практических работ, а так же посещение 80% лекционных и практических занятий.

Решение о зачете принимается исходя из того, что студент должен был освоить теорию гораздо шире, нежели контролируют эти вопросы тестов, задачи, а так же конфигурирование сети, а экзаменатор руководствуется «положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в КубГУ».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей, умеет подтвердить теоретические положения примерами из практики.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не имеет представления о содержании программного материала, либо допускает существенные ошибки в изложении материала, не может подтвердить теоретические положения примерами.

Студент очной формы обучения к зачету должен выполнить и защитить все практические работы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 672 с.

– Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42190](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190)

2. Шевцов Г. С. Численные методы линейной алгебры / Шевцов Г. С., О.Г. Крюкова, Мызникова Б. И. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. 496 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1800](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1800)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами : учебное пособие : в 4-х ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - Ч. 4. - 160 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1241-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277963>

2. Скрипник, Д.А. Общие вопросы технической защиты информации / Д.А. Скрипник. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 425 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429070>

3. Кобб, М. Безопасность ИIS / М. Кобб, М. Джост. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. - 534 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234137>.

4. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие / авт.-сост. С.В. Буцык, А.С. Крестников, А.А. Рузаков ; под общ. ред. С.В. Буцык и др. - Челябинск : ЧГИК, 2016. - 116 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94839-537-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492739>

### **5.3 Периодические издания:**

1. Вестник СПбГУ. Серия: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления
2. Инфокоммуникационные технологии
3. Информатика и образование
4. Информатика. Реферативный журнал. ВИНТИ
5. Информационное общество
6. Информационные ресурсы России

7. Информационные технологии
8. Компьютер Пресс
9. Мир ПК
10. Нейрокомпьютеры: разработка, применение
11. Открытые системы. СУБД
12. Прикладная информатика
13. Проблемы передачи информации
14. Программирование
15. Программные продукты и системы

#### **6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
3. Электронный каталог (212.192.128.113/marcweb/index.asp)
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
6. Электронная библиотечная система «ibooks.ru» – коллекция для высшего профессионального образования (<http://ibooks.ru>)
7. Электронная библиотечная система «Znanium.com» – по заявкам преподавателей КубГУ доступны полные тексты коллекции (<http://znanium.com>)
8. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа ([www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php](http://www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php))

#### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

Структура дисциплины «Специальные главы математики» определяет следующие виды самостоятельной работы студентов: самоподготовка.

Самоподготовка является одним из видов самостоятельной работы студентов очной формы обучения. Она проводится в целях закрепления знаний, полученных на всех видах учебных занятий, а также расширения и углубления знаний, т.е. активного приобретения студентами новых знаний.

Самоподготовка включает изучение материала по рекомендованным учебникам и учебным пособиям. Так как существует огромное количество учебной литературы, то для этого вида самоподготовки необходимо предварительное указание преподавателя. Преподаватель должен выступать здесь в роли опытного «путеводителя», определяя последовательность знакомства с литературными источниками и «глубину погружения» в каждый из них.

Преподаватель должен прогнозировать затруднения, которые могут возникнуть у студентов при самостоятельном изучении и усвоении учебного материала и предусмотреть оперативную консультацию по любому вопросу. Если возникают затруднения по одному и тому же материалу (вопросу) у многих студентов, то желательно провести групповую консультацию. Консультации должны быть краткими: групповая - 2-3 мин., индивидуальная - 1-2 мин. Глубину и качество усвоения учебного материала необходимо непрерывно отслеживать при проведении текущего контроля знаний.

#### **Рекомендации по проведению и оцениванию практических работ**

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждого практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

При проведении практических занятий следует использовать различные формы организации работы студентов: фронтальную, групповую, индивидуальную. Каждая из них позволяет решать определенные дидактические задачи: Разнообразить работу студентов, повышать ответственность каждого студента за самостоятельное выполнение полного объема работ, повышать качество подготовки студентов.

Основными этапами практического занятия являются:

- проверка знаний студентов – их теоретической подготовленности к занятию;
- инструктаж, проводимый преподавателем;
- выполнение заданий, работ, упражнений, решение задач;
- последующий анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями.

До конца семестра студент должен сдать результаты выполнения всех практических работ, предусмотренным настоящими указаниями. В противном случае студенты к сдаче зачета не допускаются.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Не предусмотрены.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
  3. Поисковая система для поиска научной информации Scirus (<http://www.scirus.com>)
  4. Библиотека видеолекций ведущих лекторов России Лекториум – on-line (<http://www.lektorium.tv>)
  5. Среда модульного динамического обучения (<http://moodle.kubsu.ru>)
  6. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий (<http://mschool.kubsu.ru>)
- 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

| №  | Вид работ              | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность   |
|----|------------------------|--|
| 1. | Лекционные занятия     | Учебные аудитории для проведения лекционных занятий – ауд. 213, корп. С, вычислительный центр (ул. Ставропольская, 149)  |
| 2. | Семинарские занятия    | Учебные аудитории для проведения семинарских занятий – ауд. 213, корп. С, вычислительный центр (ул. Ставропольская, 149) |
| 3. | Самостоятельная работа | Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)                                       |