|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  высшего профессионального образования |
| **«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»** |

#### Кафедра «Кибернетика»

|  |
| --- |
| УтверждЕН  на заседании кафедры  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г., протокол №\_\_\_  Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.М. Загребаев |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ВХОДНОГО/ ТЕКУЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ/ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ / ИТОГОВОЙ

АТТЕСТАЦИИ

#### ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

#### «Введение в теорию нейронных сетей»

Направление подготовки (специальность) – 09.03.04 Программная инженерия

Наименование образовательной программы (специализация) – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

2015 г.

**Паспорт**

**фонда оценочных средств**

**по дисциплине «Введение в теорию нейронных сетей»**

**1. Состав контролируемых компетенций**

Дисциплина «Введение в теорию нейронных сетей» относится к общенаучному циклу образовательной программы и является курсом, изучаемым студентом по выбору.

Целью учебного курса «Введение в теорию нейронных сетей» является ознакомление будущих специалистов с современными математическими и алгоритмическими подходами к построению систем, обучающихся или самообучающихся по располагаемой выборке данных.

Учебный курс «Введение в теорию нейронных сетей» ставит также своей целью освоение студентами практических приемов обучения нейронных сетей, выбора их архитектуры и оценки качества функционирования. Выполняемые студентами лабораторные работы позволяют получить практический опыт по созданию и экспериментальному исследованию свойств нейронных сетей применительно к различным прикладным задачам обработки данных.

По окончании курса студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК) в сфере научной и научно-исследовательской деятельности:

ПК-1 – способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования;

ПК-2 – готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности.

Кроме того, курс способствует развитию следующих способностей:

– способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области прикладной математики и информатики;

– способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты;

– способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;

– способность углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности;

– способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

ЗНАТЬ: базовые понятия теории искусственных нейронных сетей, основные архитектуры нейронных сетей, принципы построения нейросетевых моделей и методы их обучения;

УМЕТЬ: применять на практике математический аппарат теории нейронных сетей; строить нейросетевые решения практических задач, конструировать нейросетевые модели;

ОБЛАДАТЬ НАВЫКАМИ: моделирования и обучения нейронных сетей, оценки точности нейросетевого решения задач обработки данных, применения нейросетевых технологий к решению типовых задач обработки данных.

**2. Программа оценивания контролируемой компетенции**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины\* | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование  оценочного средства\*\* |
|  | Раздел 1  Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях | ПК-1 | Контрольная работа  (письменная) |
|  | ПК-1 | Тесты к лабораторным работам 1 и 2  (карточки контроля) |
|  | ПК-1 | Контрольный опрос по списку вопросов  (устный) |
|  | Раздел 2  Многослойный персептрон. Сеть Хопфилда. Самоорганизующаяся карта Кохонена | ПК-2 | Контрольная работа  (письменная) |
|  | ПК-2 | Тесты к лабораторным работам 4 – 6  (карточки контроля) |
|  | ПК-2 | Контрольный опрос по списку вопросов  (собеседование) |
|  | ПК-1, ПК-2 | Индивидуальное задание  (на компьютере) |
|  | Зачет | ПК-1, ПК-2 | Билеты к зачету  (письменный ответ) |

|  |  |
| --- | --- |
| **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  федеральное государственное автономное образовательное учреждение  высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | Квалификация (степень) выпускника – бакалавр 09.03.04 Программная инженерия  Кафедра «Кибернетика» |

Дисциплина «Введение в теорию нейронных сетей»

**БИЛЕТ К ЗАЧЕТНОЙ РАБОТЕ № 1**

1. На рисунке представлена схема нейронной сети с одним входом. Активационная характеристика нейронов 1 и 2: *f*(*h*)=*h*2, активационная характеристика нейрона 3 – гауссиана *f*(*h*)=. Изобразите на графике *y*(*x*) функцию, реализуемую нейронной сетью.

*x*

*y*

1

1

-1

1

0,5

0,5

1. Известны линейные дискриминантные функции трех классов: . Постройте нейросетевой **классификатор на бинарных нейронах**. Укажите на схеме синаптические коэффициенты всех нейронов. Напишите логические функции, реализуемые нейронами выходного слоя.
2. Постройте схему компаратора, вычисляющего максимум из 4-х входных сигналов. В качестве простейшего элемента схемы используйте компаратор на 2 входа. Используя логические операции ¯ (отрицание),  (логическое «и») и  (логическое «или»), напишите логические выражения, по которым вычисляются значения индикаторных выходов всего компаратора на 4 входа на основе значений выходов простейших компараторов.
3. Задана таблица истинности логической функции *y* трех переменных *x*1 , *x*2 , *x*3 .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x*1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *x*2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| *x*3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *y* | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Логическая функция реализуется на сети бинарных нейронов по универсальной схеме, использующей дизъюнктивную нормальную форму.

*а*. Сколько слоев содержит сеть?

*b*. Сколько нейронов содержит первый слой?

1. На рисунке представлена схема нейронной сети, функционирующей в синхронном режиме. Активационные характеристики нейронов являются сигмоидальными (выберите одну из характеристик этого типа). Смещения нейронов предполагаются нулевыми. Синаптические коэффициенты нейронов по всем входам равны 1. Напишите **уравнения функционирования сети во времени**.

1

2

3

*x*

*y*1

*y*2

*y*3

1. Постройте схему сети Хопфилда, содержащую 3 биполярных нейрона (N=3) и настроенную на следующую выборку:



Расставьте синаптические коэффициенты нейронов.

1. Что такое «ложная память» сети Хопфилда? Как экспериментально установить наличие ложной памяти в сети Хопфилда? Какие еще типы памяти сети Хопфилда Вам известны?
2. Для максимизации функции многих переменных применяется генетический алгоритм с бинарным кодированием параметров. Рассматривается "выживаемость" двух схем:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № бинарного разряда | 1 | 2 | 3 | … | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | … | 70 |
| Схема *H1* | \* | \* | \* | \* | **1** | \* | **0** | \* | \* | \* | **1** | \* | \* |
| Схема *H2* | \* | \* | \* | \* | **0** | \* | **1** | **1** | \* | **0** | **1** | \* | \* |

В поколении t средние значения функции приспособленности  и  для обеих схем получились равными. Каковы значения длины и порядка для каждой схемы? Какая схема имеет больше шансов выжить в результате эволюции? Почему?

1. Напишите правило самообучения нейронов **карты** Кохонена. К каким нейронам оно применяется? Какие параметры и характеристики должны быть заданы для организации процесса самообучения? Объясните все использованные обозначения.
2. Имеется самообучающаяся двумерная карта Кохонена 2х2. Каждый пример в выборке характеризуется двумя признаками: , *p=*. На такте τ самообучения сети установились следующие значения синаптических коэффициентов нейронов:



Функция  задается выражением (*ρ* – суммарное координатное смещение):



На такте (τ+1) на карту был подан вектор x = (0.3; –0.7) и победителем оказался нейрон (2,1). Рассчитайте значения синаптических коэффициентов на такте (τ+1) после подачи примера x, полагая параметр скорости обучения λ=0.3.

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.А. Мишулина

(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.М. Загребаев

(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

Вопросы 1, 2, 3, 7, 9 проверяют уровень обученности ЗНАТЬ.

Вопросы 4, 5, 6, проверяют уровень обученности УМЕТЬ.

Вопросы 8, 10 проверяют уровень обученности ВЛАДЕТЬ.

**Критерии оценки:**

* Балл более 32 выставляется студенту, если он правильно ответил не менее чем на 8 вопросов билета;
* балл от 24 до 32 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее для 8-и вопросов и из них дал полные правильные ответы не менее чем на 6 вопросов;
* балл от 15 до 24 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее чем для 6-и вопросов и дал полные правильные ответы не менее чем на 4 вопроса билета;
* балл менее 12 выставляется студенту, если он дал полные правильные ответы менее чем на 4 вопроса билета.

|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  высшего профессионального образования |
| **«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»** |

Кафедра «Кибернетика»

**Вопросы для собеседования**

по дисциплине«Введение в теорию нейронных сетей»

**Раздел 1.** Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях

1. Математическая модель технического нейрона. Типы активационных характеристик, примеры. Особенности модели технического нейрона, связанные с функционированием биологического нейрона.
2. Рекуррентная нейронная сеть. Математическая модель. Векторно-матричная форма записи. Пример. Режимы функционирования: синхронный, асинхронный.
3. Использование расширенных матриц синаптических коэффициентов (по входам и обратным связям) и расширенного вектора входных переменных для математического описания функционирования рекуррентной нейронной сети.
4. Постановка задачи обучения нейронной сети. Структура и состав обучающей выборки. Критерий точности обучения. Состав обучаемых параметров. Уравнение настройки обучаемых параметров.
5. Процесс обучения нейронной сети: уравнение обучения, время функционирования сети и время обучения, генерализация данных и валидация сети, "переобучение" сети, тестирование нейронной сети, инициализация настраиваемых синаптических коэффициентов.
6. Функция *s*(*x*1*, x*2), реализуемая техническим нейроном с двумя входами. Графическая иллюстрация для разных активационных характеристик нейрона.
7. Постановка задачи распознавания образов с помощью сети Хемминга. Исходные данные для решения задачи. Принцип, положенный в основу построения сети Хемминга. Структура сети Хемминга.
8. Сеть Хемминга. Математическое описание. Формулировка и решение оптимизационной задачи для выбора синаптических коэффициентов.
9. Реализация функции **max**(*x*1*, x*2*,…,xn*) на нейронной сети прямого распространения. Активационные характеристики нейронов в структуре сети. Ограничения на входные сигналы. Реализация выходов сети MAXNET прямого распространения, используемых в сети Хемминга.
10. Рекуррентная сеть MAXNET. Математическая модель, режим функционирования. Ограничения на входные сигналы, момент съема выходного сигнала. Доказательство соответствия рекуррентной сети MAXNET поставленной математической задаче.
11. Общая характеристика сети Хемминга. Назначение сети. Описание входных/выходных сигналов. Архитектура сети, значения синаптических коэффициентов и смещений нейронов.
12. Иллюстрация построения и функционирования сети Хемминга на практическом примере. Архитектура сети, значения синаптических коэффициентов и смещений нейронов, структурная схема.
13. Реализация элементарных булевых функций AND, OR, NOT на нейронах с бинарной активационной характеристикой.
14. Реализация элементарных булевых функций AND, OR, NOT на нейронах с биполярной активационной характеристикой.
15. Проблема XOR. Невозможность реализации булевой функции XOR на одном нейроне. Реализация функции XOR на двух и трех бинарных (биполярных) нейронах (схемы).
16. Реализация произвольной булевой функции на многослойной нейронной сети с жесткими активационными характеристиками нейронов. Доказательство достаточности двух слоев для реализации произвольной булевой функции. Функциональные задачи первого и второго слоев. Принцип настройки синаптических коэффициентов. Пример.
17. Постановка задачи распознавания образов. Свойство разделимости классов. Необходимость обеспечения свойства "усиленной" разделимости классов.
18. Понятие дискриминантных функций классов. Уравнение границы между двумя классами с использованием понятия дискриминантной функции. Линейные дискриминантные функции классов. Элементарный персептрон.
19. Постановка задачи обучения элементарного персептрона. Уравнение функционирования, обобщенные векторные переменные. Условие разделимости классов (математическая формализация). Обучающая выборка. Режим обучения.
20. Правило Хебба обучения элементарного персептрона, правило Уидроу-Хоффа: уравнения обучения и сравнительная характеристика методов.
21. Теорема Розенблатта. Формулировка теоремы и интерпретация ее условий (без доказательства теоремы).
22. Общая постановка задачи распознавания образов для случая *n* попарно линейно разделимых классов. Принцип нейросетевого решения. Архитектура сети. Демонстрация на примере. Правило обучения нейронов **первого слоя**, обучающая выборка.
23. Общая постановка задачи распознавания образов для случая *n* попарно линейно разделимых классов. Принцип нейросетевого решения. Архитектура сети. Демонстрация на примере. Настройка синаптических коэффициентов нейронов **второго слоя**. Логические функции, реализуемые нейронами 2-го слоя.
24. Внутреннее представление классов при решении задачи классификации данных. Коды многогранников. Полнота представления классов кодами многогранников. Геометрическая иллюстрация. Принцип построения нейросетевого классификатора с использованием внутренних кодов многогранников.
25. Постановка задачи распознавания образов для двух линейно неразделимых классов. Основной принцип нейросетевого решения задачи. Метод Мезарда и Надала построения нейронной сети на биполярных нейронах для решения задачи распознавания образов (общая идея метода). Архитектура нейронной сети.
26. Метод Мезарда и Надала построения нейронной сети на биполярных нейронах для решения задачи распознавания образов ("черепичный" алгоритм). Способ обучения нейронов сети (правило обучения, обучающая выборка). Критерий останова процесса роста сети.
27. Метод Мезарда и Надала построения нейронной сети на биполярных нейронах для решения задачи распознавания образов. Иллюстрация метода на примере двумерного вектора признаков (с представлением архитектуры сети, соответствующей приведенному примеру расположения классов в плоскости). Обоснование конечности процесса роста числа нейронов.
28. Нейросетевое решение задачи распознавания образов при известных эталонных представителях классов. Архитектура сети. Активационная характеристика нейронов. Принцип расчета синаптических коэффициентов. Геометрическая иллюстрация на примере вектора признаков размерности 2.

**Раздел 2.** Многослойный персептрон. Сеть Хопфилда.

Самоорганизующаяся карта Кохонена

1. Математическая модель многослойной нейронной сети. Уравнение функционирования *i-*го нейрона слоя *q,* диапазоны изменения индексов. Активационные характеристики нейронов в слоях.

Основные типы прикладных задач, решаемых с помощью многослойной нейронной сети (МНС). Состав и способ построения обучающих выборок. Пример.

1. Постановка задачи обучения многослойной нейронной сети. Критерий точности обучения. Уравнение настройки обучаемых параметров простым градиентным методом. Доказательство невозрастания критерия при настройке параметров нейросети простым градиентным методом и непрерывном времени обучения.
2. Применение простого градиентного метода для настройки синаптических коэффициентов многослойной нейронной сети. Уравнение обучения в дискретном времени. Вычислительная сложность реализации процесса обучения при использовании классического способа оценивания производных. Вывод выражения для градиента с использованием понятия двойственных переменных (без вывода системы уравнений для самих двойственных переменных). Иллюстрация принципа обучения на общей схеме (без детализации).
3. Методы обучения нейронных сетей. Простой градиентый метод. Градиентный метод с моментом. Влияние момента на сходимость процедуры обучения. Сравнение с простым градиентным методом.
4. Методы обучения нейронных сетей. Градиентный метод с адаптивной настройкой параметра скорости обучения (правила delta-delta и delta-bar-delta). Параметры метода. Преимущества по сравнению с простым градиентным методом.
5. Метод обратного распространения ошибки для обучения **однослойной** нейронной сети. Постановка задачи и вывод основных выражений. Демонстрация на примере.
6. Метод обратного распространения ошибки для обучения **многослойной** нейронной сети. Постановка задачи и вывод уравнений для двойственных переменных.
7. Организация процесса обучения многослойной нейронной сети простым градиентным методом: уравнение обучения, ограничения при выборе начальных значений обучаемых параметров, "паралич" сети, валидация сети, критерий останова процесса обучения.
8. Выбор архитектуры многослойной нейронной сети при решении прикладных задач: деструктивный и конструктивный подходы. Критерии для деструкции сети. Модификации критерия настройки синаптических коэффициентов, облегчающие решение задачи деструкции сети.
9. Конструктивный подход к выбору архитектуры многослойной нейронной сети. Метод Эша.
10. Обоснование возможности воспроизведения произвольной непрерывной функции одной переменной на двухслойной нейронной сети. Активационные характеристики нейронов первого и второго слоев. Иллюстрация на рисунке.
11. Обоснование достаточности трехслойной нейронной сети для воспроизведения произвольной непрерывной функции многих переменных. Иллюстрация функциональных преобразований нейронов каждого из трех слоев на рисунках.
12. Понятие ассоциативной памяти. Принцип реализации ассоциативной памяти в сети Хопфилда. Математическое описание функционирования сети Хопфилда на биполярных нейронах. Физическая интерпретация. Свойства матрицы синаптических связей. Синхронное и асинхронное функционирование.
13. Энергетический функционал сети Хопфилда на биполярных нейронах. Теорема о конечности переходного процесса в сети Хопфилда. Свойство энергетического функционала сети Хопфилда в состоянии устойчивого равновесия.
14. Математическое описание функционирования сети Хопфилда на бинарных нейронах. Формулы для вычисления синаптических коэффициентов и смещений. Энергетический функционал.
15. Анализ устойчивых состояний сети Хопфилда, построенной на выборке данных, содержащей единственный образец. Помехоустойчивость сети.
16. Статистический анализ устойчивых состояний сети Хопфилда, построенной на выборке данных, содержащей P ( P ≠ 1 ) образцов. Оценка объема "памяти" сети Хопфилда.
17. Типы аттракторов сети Хопфилда. Применение сети Хопфилда для решения задачи кластеризации данных. Пример.
18. Применение сети Хопфилда для решения задачи классификации данных. Иллюстрация на примере.
19. Стохастический нейрон. Математическая модель. Пример применения.
20. Применение сети Хопфилда для решения задачи коммивояжера. Математическая формализация задачи. Иллюстрация решения задачи коммивояжера на двумерной квадратной клеточной решетке. Математическая модель нейронной сети Хопфилда при упорядочении нейронов на двумерной решетке (варианты бинарных и биполярных нейронов).
21. Энергетический функционал сети Хопфилда, используемой для решения задачи коммивояжера. Принцип построения критерия оптимальности при использовании сети Хопфилда для решения задачи коммивояжера. Содержание требований к матрице состояний сети Хопфилда в установившемся режиме.
22. Оптимизация функционала, используемого при решении задачи коммивояжера с помощью сети Хопфилда. Стохастическая сеть Хопфилда. Метод имитации отжига.
23. Задача кластеризации многомерных данных. Постановка задачи. Сеть Кохонена. Формальное описание функционирования, активационная характеристика. Показатель близости входного вектора признаков определенному кластеру.
24. Нормирование по длине вектора признаков (разные подходы). Самообучение нейронов слоя Кохонена. Уравнение самообучения (в скалярной и векторной формах). Графическая иллюстрация.

Особенности организации процесса самообучения. Способы инициализации синаптических коэффициентов. Метод устранения "мертвых" нейронов.

1. Карта Кохонена. Математическое описание функционирования. Способы оценки "расстояний" между нейронами на сетке их взаимного расположения. Графическая иллюстрация представления нейронов карты Кохонена в пространстве входных признаков.

"Окраска" нейронов карты Кохонена. Область практического применения, примеры.

1. Способ самообучения карты Кохонена. Требования к процедуре настройки синаптических коэффициентов нейронов. Уравнение самообучения.

Иллюстрация процессов самообучения и функционирования карты Кохонена в пространстве признаков входных объектов (образцов). Интерпретация синаптических коэффициентов обученных нейронов.

1. Сеть встречного распространения. Слой Гроссберга. Описание функционирования нейронов слоя Гроссберга. Примеры практического использования.

Обучение нейронов слоя Гроссберга. Исходные данные. Уравнение обучения (в скалярной и векторной формах).

1. Принципиальные особенности генетических алгоритмов по сравнению с другими методами оптимизации функции многих переменных. Сравнительный анализ. Бинарные генетические алгоритмы: принцип построения, хромосома, генетические операции, организация эволюционного процесса.
2. Применение генетического алгоритма для обучения нейронных сетей. Состав хромосомы, организация эволюционного процесса, способы реализации генетических операций, критерий останова. Пример.
3. Математические основы бинарных генетических алгоритмов. Основные понятия и определения. Формулировка и доказательство теоремы о выживаемости схем.
4. Генетические алгоритмы с непрерывными параметрами. Особенности реализации генетических операций.

Собеседование по теме раздела 1 проводится в случае неудовлетворительной оценки по контрольной работе 1.

Собеседование по теме раздела 2 проводится в случае неудовлетворительной оценки по контрольной работе 2.

**Критерии оценки собеседования**

* Балл более 13 выставляется студенту, если он ответил более чем на 80% заданных вопросов;
* балл от 11 до 13 выставляется студенту, если он полно ответил на вопросы, составляющие от 60% до 80% от общего числа заданных вопросов;
* балл от 7 до 11 выставляется студенту, если он полно ответил на вопросы, составляющие от 40% до 60% от общего числа заданных вопросов;
* балл менее 5 выставляется студенту, если он полно ответил не более чем на 30% от общего числа заданных вопросов.

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Мишулина

(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  высшего профессионального образования |
| **«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»** |

#### Кафедра «Кибернетика»

**Образец варианта задания контрольной работы 1**

по дисциплине«Введение в теорию нейронных сетей»

1. Метод Мезарда и Надала построения нейронной сети на биполярных нейронах для решения задачи распознавания образов и реализации булевых функций ("черепичный" алгоритм). Способ обучения нейронов сети (правило обучения, обучающая выборка). Критерий останова процесса роста сети.
2. Общая постановка задачи распознавания образов для случая *n* попарно линейно разделимых классов. Принцип нейросетевого решения. Демонстрация на примере. Архитектура сети. Правило обучения нейронов первого слоя, обучающая выборка.

3. Постановка задачи обучения нейронной сети. Структура и состав обучающей выборки. Критерий точности обучения. Состав обучаемых параметров. Уравнение настройки обучаемых параметров простым градиентным методом.

4. Постройте классификатор на **бинарных** нейронах для классов Ω1, Ω2, представленных на рисунке. Укажите синаптические коэффициенты и смещения **всех** нейронов.



1. На такте τ обучения элементарного биполярного персептрона, предназначенного для классификации объектов с числом признаков M = 3, были получены следующие значения синаптических коэффициентов:

.

На следующем такте обучения для возможной коррекции значений синаптических коэффициентов используется следующий пример обучающей выборки:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *x*1 | *x*2 | *x*3 | *σ* |
| 3 | 1 | 2 | 1 |

Рассчитайте скорректированный (если коррекция необходима) вектор синаптических коэффициентов. Правильно ли распознаётся рассмотренный пример обучающей выборки после выполнения такта (*τ* + 1) обучения?

Предполагается, что правильно обученный персептрон даёт реакцию +1 на вектор признаков, принадлежащий первому классу, и –1 – на вектор признаков, принадлежащий второму классу.

**Критерии оценки**

* Балл более 13 выставляется студенту, если он правильно ответил не менее чем на 8 вопросов билета;
* балл от 11 до 13 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее для 8-и вопросов и из них дал полные правильные ответы не менее чем на 6 вопросов;
* балл от 8 до 11 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее чем для 6-и вопросов и дал полные правильные ответы не менее чем на 4 вопроса билета;
* балл менее 5 выставляется студенту, если он дал полные правильные ответы менее чем на 4 вопроса билета.

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Мишулина

(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  высшего профессионального образования |
| **«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»** |

#### Кафедра «Кибернетика»

**Образец варианта задания контрольной работы 2**

по дисциплине«Введение в теорию нейронных сетей»

1. Математические основы бинарных генетических алгоритмов. Основные понятия и определения. Формулировка и доказательство теоремы о выживаемости схем.

2. Выбор архитектуры многослойной нейронной сети при решении прикладных задач: деструктивный и конструктивный подходы.

Критерии для деструкции сети. Модификации критерия настройки синаптических коэффициентов, облегчающие решение задачи деструкции сети.

Конструктивный подход к выбору архитектуры многослойной нейронной сети. Метод Эша.

3. Применение сети Хопфилда для решения задачи коммивояжера. Математическая формализация задачи. Иллюстрация решения задачи коммивояжера на двумерной квадратной клеточной решетке. Математическая модель нейронной сети Хопфилда (система уравнений функционирования) при упорядочении нейронов на двумерной решетке (вариант **бинарных** нейронов).

4. **Биполярная** сеть Хопфилда функционирует в **асинхронном** режиме. Сеть имеет 4 нейрона и характеризуется матрицей синаптических коэффициентов

.

Биполярные нейроны имеют **стохастическую активационную характеристику** с параметром α = 0.25 логистической вероятностной функции.

В момент времени *t* функционирования сети установилось состояние нейронов .

Рассчитайте состояние сети ,  и , используя следующие необходимые для расчета случайные числа, равномерно распределенные на интервале [0; 1]:

**x** = (0.42; 0.25; 0.13).

Дайте пояснения к каждому шагу решения задачи.

5. В топографической карте Кохонена расстояние ρ между нейронами в плоской решетке оценивается как **суммарное координатное смещение**. Карта содержит 25 нейронов, расположенных в узлах квадратной решетки. Входной вектор признаков имеет размерность 3.

На шаге τ обучения на вход сети подан вектор **x** = (-2; 3; 1.73). Победителем оказался нейрон, расположенный в узле (4; 1) и имеющий синаптические коэффициенты . Значения синаптических коэффициентов всех остальных нейронов определены вектором , кроме (*i*; *j*) = (4; 1).

Напишите уравнения и рассчитайте значения синаптических коэффициентов нейронов карты Кохонена на такте обучения (τ+1) при следующих условиях:

* параметр скорости обучения равен 0.5;
* функция, характеризующая множество настраиваемых нейронов и интенсивность их коррекции, задана выражением:



**Критерии оценки**

* Балл более 13 выставляется студенту, если он правильно ответил не менее чем на 8 вопросов билета;
* балл от 11 до 13 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее для 8-и вопросов и из них дал полные правильные ответы не менее чем на 6 вопросов;
* балл от 8 до 11 выставляется студенту, если он обозначил направления решения не менее чем для 6-и вопросов и дал полные правильные ответы не менее чем на 4 вопроса билета;
* балл менее 5 выставляется студенту, если он дал полные правильные ответы менее чем на 4 вопроса билета.

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Мишулина

(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  высшего профессионального образования |
| **«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»** |

#### Кафедра «Кибернетика»

**Индивидуальное задание[[1]](#footnote-1)**

по дисциплине«Введение в теорию нейронных сетей»

Тема задания:

«Решение прикладных задач обработки данных с помощью

многослойного персептрона»

**1. Определение типа решаемой задачи**. Для выполнения этого пункта загрузить файл данных Вашего индивидуального задания и по структуре обучающей выборки сделать заключение, что нейросеть будет применяться для решения задачи: аппроксимации функций, прогноза значений временного ряда или классификации.

**2. Визуализация данных**

Визуализация представляется для примеров обучающей выборки.

Для задачи аппроксимации необходимо построить все проекции выходов от входов по условию вашего варианта (например out1(in1); out1(in2); out2(in1); out2(in2)).

Для задачи классификации построить геометрическое расположение классов.

Для задачи прогноза временных рядов построить график временного ряда.

Примечание: для задач классификации и прогноза временных рядов в бланке присутствуют избыточные координатные оси – следует представить только 1 график.

**3. Ответы на вопросы**

**для задачи аппроксимации:**

1. имеются ли выбросные значения функции (сильно отличающиеся от соседних значений)?
2. наблюдается ли линейная зависимость значений функции от какого-либо аргумента?
3. наблюдается ли колебательная зависимость значений функции от какого-либо аргумента?

**для задачи классификации:**

1. есть ли области перекрытия классов?
2. наблюдаются ли вложенные классы?
3. сколько прямых нужно провести, для того чтобы представить границу между классами?

**для задачи прогноза временных рядов:**

* 1. имеются ли выбросные значения ряда (сильно отличающиеся от соседних значений)?
  2. наблюдается ли линейный тренд?
  3. наблюдается ли колебательная зависимость значений ряда от временных отсчетов?

**4. Построение и обучение МНС**

Сделайте вывод о том, сколько слоев должна содержать сеть и сколько нейронов должно быть в каждом слое для рационального решения задачи (выполнение указанной функции при заданной точности (10% для задач аппроксимации и прогноза временных рядов и 20-35% для задачи классификации) и максимального выполнения свойства генерализации). Заполните пункты отчета, касающиеся процедур обучения.

Обучите нейронную сеть. Заполните таблицу по результатам обучения для обучающей и тестовой выборки. В таблицу следует внести значение критерия D, достигнутое в конце обучения. Также необходимо представить график зависимости значения D на обучающей и тестовой выборках от эпохи обучения и график числа правильно решенных примеров по обучающей выборке от эпохи обучения (в абзаце «Процесс обучения представлен графиками»).

В таблицу еще необходимо внести некоторые показатели, которые рассчитываются для каждого выхода. С.к.о. модуля ошибки abs(e) рекомендуется рассчитывать исходя из формулы

С.к.о. abs(e) = (max[abs(e)] – min[abs(e)])/5

**5. Исследование чувствительности МНС к начальным значениям синаптических коэффициентов.** Повторить 4 раза обучение МНС, построенной в п.3 тем же методом с теми же параметрами. Вначале обучения задавать различные случайные значения синаптических коэффициентов. Результаты обучения заносить в таблицу только для первого и второго выхода сети. Сделать выводы о влиянии начальных значений синаптических коэффициентов; о попадании в локальный/глобальный минимум критерия D при рассматриваемом методе и выбранных параметрах; о необходимости изменить метод обучения и/или параметры метода в дальнейших экспериментах.

**6. Визуальный анализ результатов обработки данных обученной нейросетью**

Построить графики, аналогичные п.2, только не для желаемых выходов из обучающей выборки, а для реакции сети на поданное воздействие.

Далее следует сделать вывод о свойствах построенной МНС.

**7. Коррекция архитектуры МНС с целью улучшения качества обработки данных**

Следуя предыдущему выводу, провести эксперименты по построению и обучению еще 4-х сетей различных архитектур. Возможно, следует скорректировать число слоев, число нейронов и/или активационные характеристики по слоям. Результаты экспериментов занести в таблицу: число нейронов по слоям (архитектура), число настраиваемых параметров (суммарное число синаптических коэффициентов и смещений сети), число тактов обучения из случайного начального положения, значения итогового критерия D на обучающей и на тестовой выборке. В таблице выбрать лучшую архитектуру, исходя из числа примеров на настраиваемый параметр, значения и соотношения значений критерия D на обучающей и тестовой выборках.

Для лучшей архитектуры заполнить таблицу по результатам обучения.

Сделать вывод о том, какая из сетей (построенная в п.3 или наилучшая из п.5) более точно решает поставленную задачу. Объяснить свой вывод.

**8. Варианты заданий**

# В соответствии с Вашим вариантом задания подготовьте два файла:

1. *Файл с данными обучающей выборки.* Способы построения обучающей выборки для каждого из трех типов решаемых задач описаны в методических материалах:

1-ая строка:

<имя\_столбца><разделитель>[<имя\_столбца><разделитель>]

следующие строки:

<десятичное\_число><разделитель>[<десятичное\_число><разделитель>]

где <разделитель> — один или несколько пробелов, табуляция, точка с запятой.

Файл текстовый, расширение ‘dat’.

1. *Файл с данными для тестирования.* Тестовая выборка строится точно так же, как обучающая. Формат файла такой же, как в предыдущем пункте, расширение ‘kgb’.

###### Тема: Аппроксимация функций

1.*F*(*x*1, *x*2) = sin(*x*1) + *x*1sin(*x*2) ,  *x*1, *x*2  [0, 2pi]

2.*F*(*x*1, *x*2) = cos(*x*1/2) + *x*2 ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

3.*F*(*x*1, *x*2) = cos(*x*1 + *x*2) ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

4.*F*(*x*1, *x*2) = sin(*x*1/2) + *x*1 *x*2 ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

5.*F*(*x*1, *x*2) = *x*2sin(*x*1/2) + *x*1 sin(*x*2/2) ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

6.*F*(*x*1, *x*2) = sin(*x*1 + *x*2) – *x*1 ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

7.*F*(*x*1, *x*2) = exp(– *x*1) + sin(*x*2/2) ,   *x*1, *x*2  [0, 2pi]

8.*F*(*x*1, *x*2, *x*3) = sin(*x*1 + *x*2 + *x*3) ,   *x*1, *x*2, *x*3  [0, 2pi/3]

9.*F*(*x*1, *x*2, *x*3) = cos(*x*1 + *x*2 + *x*3) ,    *x*1, *x*2, *x*3  [0, 2pi/3]

10.*F*(*x*1, *x*2, *x*3) = sin((*x*1 + *x*2 + *x*3)/2) ,    *x*1, *x*2, *x*3  [0, 2pi/3]

11.*F*(*x*1, *x*2, *x*3) = cos((*x*1 + *x*2 + *x*3)/2) ,    *x*1, *x*2, *x*3  [0, 2pi/3]

12.*F*(*x*1, *x*2, *x*3) = exp(– *x*1) + exp(– *x*2) + exp(*x*3/2) , *x*1, *x*2,   *x*3  [0, 2pi/3]

*Порядок построения обучающей и тестовой выборок:*

1. Перейти к дискретной задаче путем разбиения области значений каждого аргумента функции на 10 интервалов (получим функцию, определенную на “сетке”).
2. Построить таблицу

*x*1 *x*2 *x*3 *F*(*x*1, *x*2, *x*3)

Число строк таблицы равно числу узлов сетки, полученной в результате дискретизации (п. 1), значения *x*1, *x*2, *x*3 соответствуют значениям аргументов функции в узле сетки. (Таблица должна содержать значения аргументов и соответствующие значения функции для каждого узла сетки).

1. Полученную таблицу разделить на две части: данные для обучения и данные для тестирования. Для тестирования следует выделить 10 — 15% от исходной таблицы. Чем равномернее будут распределены тестовые точки по всей области определения функции, тем лучше будут результаты решения задачи аппроксимации на нейронной сети. Обучающую и тестовую выборки оформить в виде отдельных файлов в соответствии с форматом, описанным выше.

###### Тема: Прогноз временных рядов

13.   Урожайность ячменя в Англии и Уэльсе с 1884 по 1939 г.

  (в центнерах (50.8 кг) на акр, данные из Agricultural Statistics)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Урожайность | Год | Урожайность | Год | Урожайность | Год | Урожайность | Год | Урожайность |
| 1884 | 15.2 | 1896 | 15.9 | 1908 | 15.5 | 1920 | 14.7 | 1932 | 16.0 |
| 1885 | 16.9 | 1897 | 15.5 | 1909 | 17.3 | 1921 | 14.3 | 1933 | 16.8 |
| 1886 | 15.3 | 1898 | 16.9 | 1910 | 15.5 | 1922 | 14.0 | 1934 | 16.9 |
| 1887 | 14.9 | 1899 | 16.4 | 1911 | 15.5 | 1923 | 14.5 | 1935 | 16.6 |
| 1888 | 15.7 | 1900 | 14.9 | 1912 | 14.2 | 1924 | 15.4 | 1936 | 16.2 |
| 1889 | 15.1 | 1901 | 14.5 | 1913 | 15.8 | 1925 | 15.3 | 1937 | 14.0 |
| 1890 | 16.7 | 1902 | 16.6 | 1914 | 15.7 | 1926 | 16.0 | 1938 | 18.1 |
| 1891 | 16.3 | 1903 | 15.1 | 1915 | 14.1 | 1927 | 16.4 | 1939 | 17.5 |
| 1892 | 16.5 | 1904 | 14.6 | 1916 | 14.8 | 1928 | 17.2 |  |  |
| 1893 | 13.3 | 1905 | 16.0 | 1917 | 14.4 | 1929 | 17.8 |  |  |
| 1894 | 16.5 | 1906 | 16.8 | 1918 | 15.6 | 1930 | 14.4 |  |  |
| 1895 | 15.0 | 1907 | 16.8 | 1919 | 13.9 | 1931 | 15.0 |  |  |

14.   Поголовье овец в Англии и Уэльсе с 1867 по 1939 г.

 (данные из Agricultural Statistics)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Поголовье (x106) | Год | Поголовье (x106) | Год | Поголовье (x106) | Год | Поголовье (x106) | Год | Поголовье (x106) |
| 1867 | 2203 | 1882 | 1747 | 1897 | 1892 | 1912 | 1805 | 1927 | 1707 |
| 1868 | 2360 | 1883 | 1818 | 1898 | 1916 | 1913 | 1713 | 1928 | 1640 |
| 1869 | 2254 | 1884 | 1909 | 1899 | 1968 | 1914 | 1726 | 1929 | 1611 |
| 1870 | 2165 | 1885 | 1958 | 1900 | 1928 | 1915 | 1752 | 1930 | 1632 |
| 1871 | 2024 | 1886 | 1892 | 1901 | 1898 | 1916 | 1795 | 1931 | 1775 |
| 1872 | 2078 | 1887 | 1919 | 1902 | 1850 | 1917 | 1717 | 1932 | 1850 |
| 1873 | 2214 | 1888 | 1853 | 1903 | 1841 | 1918 | 1648 | 1933 | 1809 |
| 1874 | 2292 | 1889 | 1868 | 1904 | 1824 | 1919 | 1512 | 1934 | 1653 |
| 1875 | 2207 | 1890 | 1991 | 1905 | 1823 | 1920 | 1338 | 1935 | 1648 |
| 1876 | 2119 | 1891 | 2111 | 1906 | 1843 | 1921 | 1383 | 1936 | 1665 |
| 1877 | 2119 | 1892 | 2119 | 1907 | 1880 | 1922 | 1344 | 1937 | 1627 |
| 1878 | 2137 | 1893 | 1991 | 1908 | 1968 | 1923 | 1384 | 1938 | 1791 |
| 1879 | 2132 | 1894 | 1859 | 1909 | 2029 | 1924 | 1484 | 1939 | 1797 |
| 1880 | 1955 | 1895 | 1856 | 1910 | 1996 | 1925 | 1597 |  |  |

15.   Расстояния, пройденные авиалайнерами

## Соединенного Королевства за месяц, тыс. миль

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | **1963** | **1964** | **1965** | **1966** | **196**7 | **1968** | **1969** | **1970** |
| 1 | 6827 | 7269 | 8350 | 8186 | 8334 | 8639 | 9491 | 10840 |
| 2 | 6178 | 6775 | 7829 | 7444 | 7899 | 8772 | 8919 | 10436 |
| 3 | 7084 | 7819 | 8829 | 8484 | 9994 | 1089 | 1160 | 1358 |
| 4 | 8162 | 8371 | 9948 | 9864 | 1007 | 1045 | 8852 | 1340 |
| 5 | 8462 | 9069 | 1063 | 1025 | 1080 | 1117 | 1257 | 1310 |
| 6 | 9644 | 1024 | 1125 | 1228 | 1295 | 1058 | 1475 | 1493 |
| 7 | 1046 | 1103 | 1142 | 1163 | 1222 | 1079 | 1366 | 1414 |
| 8 | 1074 | 1088 | 1139 | 1157 | 1224 | 1277 | 1373 | 1405 |
| 9 | 9963 | 1033 | 1066 | 1241 | 1328 | 1381 | 1511 | 1623 |
| 10 | 8194 | 9109 | 9396 | 9637 | 1036 | 1085 | 1218 | 1238 |
| 11 | 6848 | 7685 | 7775 | 8094 | 8730 | 9290 | 1065 | 1159 |
| 12 | 7027 | 7602 | 7933 | 9280 | 9614 | 1092 | 1216 | 1277 |

16.   Иммиграция в США, тыс. чел.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год |  | Год |  | Год |  | Год |  |
| 1820 | 8385 | 1862 | 91985 | 1904 | 812870 | 1946 | 108721 |
| 1821 | 9127 | 1863 | 176282 | 1905 | 1026499 | 1947 | 147292 |
| 1822 | 6911 | 1864 | 193418 | 1906 | 1100735 | 1948 | 170570 |
| 1823 | 6354 | 1865 | 248120 | 1907 | 1285349 | 1949 | 188317 |
| 1824 | 7912 | 1866 | 318568 | 1908 | 782870 | 1950 | 249187 |
| 1825 | 10199 | 1867 | 315722 | 1909 | 751786 | 1951 | 205717 |
| 1826 | 10837 | 1868 | 277680 | 1910 | 1041570 | 1952 | 265520 |
| 1827 | 18875 | 1869 | 352768 | 1911 | 878587 | 1953 | 170434 |
| 1828 | 27382 | 1870 | 387203 | 1912 | 838172 | 1954 | 208177 |
| 1829 | 22520 | 1871 | 321350 | 1913 | 1197892 | 1955 | 237790 |
| 1830 | 23322 | 1872 | 404806 | 1914 | 1218480 | 1956 | 321625 |
| 1831 | 22633 | 1873 | 459803 | 1915 | 326700 | 1957 | 326867 |
| 1832 | 48386 | 1874 | 313339 | 1916 | 298826 | 1958 | 253265 |
| 1833 | 58640 | 1875 | 227498 | 1917 | 295403 | 1959 | 260686 |
| 1834 | 65365 | 1876 | 169986 | 1918 | 110618 | 1960 | 265398 |
| 1835 | 45374 | 1877 | 141857 | 1919 | 141132 | 1961 | 271344 |
| 1836 | 76242 | 1878 | 138469 | 1920 | 430001 | 1962 | 283763 |
| 1837 | 79340 | 1879 | 177826 | 1921 | 805228 |  |  |
| 1838 | 38914 | 1880 | 457257 | 1922 | 309556 |  |  |
| 1839 | 68069 | 1881 | 669431 | 1923 | 522919 |  |  |
| 1840 | 84066 | 1882 | 788992 | 1924 | 706896 |  |  |
| 1841 | 80289 | 1883 | 603322 | 1925 | 294314 |  |  |
| 1842 | 104565 | 1884 | 518592 | 1926 | 304488 |  |  |
| 1843 | 69994 | 1885 | 395346 | 1927 | 335175 |  |  |
| 1844 | 78615 | 1886 | 334203 | 1928 | 307255 |  |  |
| 1845 | 114371 | 1887 | 490109 | 1929 | 279678 |  |  |
| 1846 | 154416 | 1888 | 546889 | 1930 | 241700 |  |  |
| 1847 | 234968 | 1889 | 444427 | 1931 | 97139 |  |  |
| 1848 | 226527 | 1890 | 455302 | 1932 | 35576 |  |  |
| 1851 | 379466 | 1891 | 560319 | 1933 | 23068 |  |  |
| 1852 | 371603 | 1892 | 579663 | 1934 | 29470 |  |  |
| 1853 | 368645 | 1893 | 439730 | 1935 | 34956 |  |  |
| 1854 | 427833 | 1894 | 285631 | 1936 | 36329 |  |  |
| 1855 | 200877 | 1895 | 258536 | 1937 | 50244 |  |  |
| 1849 | 297024 | 1896 | 343267 | 1938 | 67895 |  |  |
| 1850 | 295984 | 1897 | 230832 | 1939 | 82998 |  |  |
| 1856 | 200436 | 1898 | 229299 | 1940 | 70756 |  |  |
| 1857 | 251306 | 1899 | 311715 | 1941 | 51776 |  |  |
| 1858 | 123126 | 1900 | 448572 | 1942 | 28781 |  |  |
| 1859 | 121282 | 1901 | 487918 | 1943 | 23725 |  |  |
| 1860 | 153640 | 1902 | 648743 | 1944 | 28551 |  |  |
| 1861 | 91918 | 1903 | 857046 | 1945 | 38119 |  |  |

*Порядок построения обучающей и тестовой выборок:*

1. С помощью “сканирующего” окна шириной около 10 точек преобразовать данные о временном ряде в таблицу вида:

*p*(*t*1) *p*(*t*2) *p*(*t*3) … *p*(*t*10)

*p*(*t*2) *p*(*t*3) *p*(*t*4) … *p*(*t*11)

… … … … …

*p*(*t к* – 10) *p*(*t к*– 8) *p*(*tк*– 8) … *p*(*tк*)

*t к* — последний момент времени в исходной таблице, задающей временной ряд.

1. Полученную таблицу разделить на две части: данные для обучения и данные для тестирования. Для обучения следует взять приблизительно 70 — 80% примеров из начала полученной таблицы (подряд, начиная с первого примера), оставшиеся примеры составят тестовую выборку. Обучающую и тестовую выборки оформить в виде отдельных файлов в соответствии с форматом, описанным выше.

#### Тема: Классификация данных

|  |  |
| --- | --- |
| 17.  **3** |  |
| 18.  **3** |  |
| 19. |  |
| 20. |  |
| 21.  **3** |  |

*Порядок построения обучающей и тестовой выборок:*

1. Произвольно задать 150 — 200 точек, распределенных по равномерному закону в закрашенной прямоугольной области (в соответствии с Вашим вариантом). Значения координат любой точки являются действительными числами из заданных интервалов.
2. Построить таблицу

*x*1 *x*2 *K*(*x*1, *x*2)

*K*(*x*1, *x*2) — это класс принадлежности точки. Каждому классу соответствует на рисунке область одного цвета, помеченная номером.

1. Полученную таблицу преобразовать к виду

*x*1 *x*2 

(*см. теоретическое введение к лабораторной работе*)

1. Полученную таблицу разделить на две части: данные для обучения и данные для тестирования. Для тестирования следует выделить 10 — 15% от исходной таблицы. Чем равномернее будут распределены тестовые точки по всей области классификации, тем достовернее будет результат тестирования. Обучающую и тестовую выборки оформить в виде отдельных файлов в соответствии с форматом, описанным выше.

**Критерии оценки:**

* Балл 8 выставляется студенту, если он выполнил все эксперименты и оформил итоговый отчет;
* балл 6 выставляется студенту, если он допустил несущественные ошибки при выполнении экспериментов и оформлении итогового отчета;
* балл 4 выставляется студенту, если он допустил существенные ошибки при выполнении экспериментов и оформлении итогового отчета;
* балл 0 выставляется студенту, если он не выполнил индивидуальное задание и не проявил теоретическую готовность к его выполнению.

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Мишулина

(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

1. [↑](#footnote-ref-1)