

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника**

**Наименование образовательной программы: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Маслов А.Н.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rf8f2f741-MaslovAN-736ea3ef |

А.Н. Маслов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Свириденко О.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5f |

О.В.  
Свириденко

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Меркурьев И.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f |

И.В.  
Меркурьев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов

ИД-2 Применяет современные программные средства для моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей

2. ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем

ИД-3 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи №12, 20, 13, 14 (Контрольная работа)
2. Задачи №18, 22, 23 (Контрольная работа)
3. Задачи №6, 7, 9, 11 (Контрольная работа)
4. Задачи №8,10,17,19 (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                     | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                     | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 15   |
| Нейронные сети.                                     |                                 |      |      |      |      |
| Нейронные сети.                                     |                                 | +    |      |      |      |
| Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация. |                                 |      |      |      |      |
| Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация. |                                 |      | +    |      |      |

|                                       |    |    |    |    |
|---------------------------------------|----|----|----|----|
| Сеть Кохонена. Кластеризация.         |    |    |    |    |
| Сеть Кохонена. Кластеризация.         |    | +  |    |    |
| Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига. |    |    |    |    |
| Муравьиный алгоритм.                  |    |    | +  |    |
| Алгоритм отжига.                      |    |    | +  |    |
| Генетический алгоритм.                |    |    |    |    |
| Генетический алгоритм.                |    |    | +  |    |
| Нечёткие множества.                   |    |    |    |    |
| Нечёткие множества.                   |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                               | 20 | 20 | 30 | 30 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Контрольная точка                                                                                                                                                             |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4              | ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Применяет современные программные средства для моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей | Знать:<br>Генетический алгоритм.<br>Алгоритм отжига.<br>Сеть Кохонена.<br>Сеть Хопфилда,<br>Структуру нейронных сетей. Основные способы обучения сетей.<br>Уметь:<br>Применять нечеткий регулятор.<br>Применять методы обучения нейронных сетей без учителя<br>Применять методы обучения нейронных сетей с учителем.<br>Составлять входные и выходные элементы и матрицы весов со смещением нейронных сетей в задачах фильтрации и классификации. | Задачи №6, 7, 9, 11 (Контрольная работа)<br>Задачи №8,10,17,19 (Контрольная работа)<br>Задачи №12, 20, 13, 14 (Контрольная работа)<br>Задачи №18, 22, 23 (Контрольная работа) |
| ОПК-13             | ИД-3 <sub>ОПК-13</sub> Разрабатывает                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Знать:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Задачи №6, 7, 9, 11 (Контрольная работа)                                                                                                                                      |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей</p> | <p>Сеть обратного распространения ошибок, Алгоритм муравья. Алгоритмы нечеткой логики в управлении систем и обработке информации. Уметь: Строить граф пути, его оптимизацию, эвристику. Обрабатывать и распознавать изображения, осуществлять фильтрацию и коррекцию геометрических изображений.</p> | <p>Задачи №12, 20, 13, 14 (Контрольная работа)<br/>Задачи №18, 22, 23 (Контрольная работа)</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Задачи №6, 7, 9, 11

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

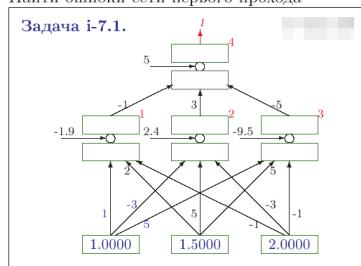
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

#### Алгоритм обратного распространения ошибок

Найти ошибки сети первого прохода



#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                               |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Структуру нейронных сетей. Основные способы обучения сетей.                                            | 1.<br>1. 2. Свойства функции активации?                                              |
| Знать: Сеть обратного распространения ошибок,                                                                 | 1.<br>1. 1. Где в алгоритме изменяются веса персептрона?<br>2.3. Условие сходимости? |
| Уметь: Применять методы обучения нейронных сетей без учителя                                                  | 1.1. Как выбирать коэффициент обучаемости?                                           |
| Уметь: Применять методы обучения нейронных сетей с учителем.                                                  | 1.2. Что изменяется при обратном проходе сети обратного распространения ошибок?      |
| Уметь: Обработать и распознавать изображения, осуществлять фильтрацию и коррекцию геометрических изображений. | 1.3. Как выбрать функцию активации в двухслойном персептроне?                        |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

## **КМ-2. Задачи №8,10,17,19**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

### **Гетероассоциативная память**

Даны четыре образца закодированные 1 (закрашенный квадрат) и -1 (пустой квадрат) слева направо, сверху вниз, ассоциированные с биполярной формой номера. Найти десятичную форму ассоциации образца  $y$  после первого цикла обработки данных. Использовать функцию  $\text{sgn}(x) = 1$ , при  $x > 0$ ,  $\text{sgn}(x) = 0$ , при  $x \leq 0$ .



**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Сеть Кохонена.                                                                                                            | 1.2. Можно ли использовать гетероассоциативные сети для восстановления входных элементов по выходу?<br>2.3. Может ли размерность входного элемента быть меньше размерности элемента на выходе? |
| Знать: Сеть Хопфилда,                                                                                                            | 1.1. Сеть Хопфилда является ассоциативной?                                                                                                                                                     |
| Уметь: Составлять входные и выходные элементы и матрицы весов со смещением нейронных сетей в задачах фильтрации и классификации. | 1.1. Перевод биполярной кодировки в логическую<br>2.2. Какое параметр останова в сети Хопфилда?                                                                                                |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*



*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Задачи №12, 20, 13, 14

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

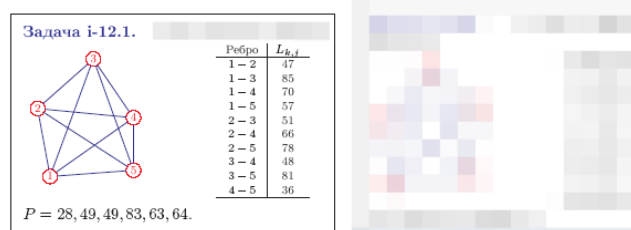
**Краткое содержание задания:**

#### Муравьиный алгоритм

Задача коммивояжера решается с помощью муравьиного алгоритма. Первый муравей выходит из вершины 1 по ребрам графа с равномерным слоем феромона  $\tau_{k,j} = 1$ . После прохождения гамильтонова цикла по следу муравья добавляется феромон интенсивностью  $100/L_1$ , где  $L_1$  — длина его пути. Второй муравей также выходит из вершины 1. Дана последовательность  $P$  случайных чисел, выпавших в при выборе очередной вершины и расстояния  $L_{k,j}$  между вершинами  $k, j$ . Секторы вероятности перехода сортировать по возрастанию номеров вершин. Использовать формулу вероятности перехода из вершины  $k$  в  $j$

$$P_{k,j} = 100 \frac{\eta_{k,j}^\alpha \tau_{k,j}^\beta}{\sum \eta_{k,i}^\alpha \tau_{k,i}^\beta}$$

при  $\alpha = 1, \beta = 1, \eta_{k,j} = 1/L_{k,j}$ . Найти длину пути  $L_2$  второго муравья.



11

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                       |                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритм отжига.                               | 1.3. Какие параметры влияют на вероятность выбора пути?                                                                                                      |
| Знать: Генетический алгоритм.                         | 1.4. Какие типы эволюции используются в генетическом алгоритме?                                                                                              |
| Знать: Алгоритм муравья.                              | 1.1. Как изменяется функция "феромон" после прохождения каждого муравья?<br>2.2. Какое минимальное число муравьев-агентов должно быть в задаче коммивояжера? |
| Уметь: Строить граф пути, его оптимизацию, эвристику. | 1.1. Как уменьшить время работы алгоритма отжига?<br>2.2. Как уменьшить время работы алгоритма муравья?                                                      |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-4. Задачи №18, 22, 23**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

**Марковские цепи. Стационарное распределение**

Дана матрица переходов цепи Маркова. Найти стационарное распределение цепи.

Задача i-22.1.

$$P = \begin{vmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.6 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 \\ 0.5 & 0.1 & 0.4 \end{vmatrix}$$



ЦЦ

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                              |                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритмы нечеткой логики в управлении систем и обработке информации. | 1.1.Почему Марковские цепи называют цепи с короткой памятью?<br>2.2.Что такое матрица переходов? |
| Уметь: Применять нечеткий регулятор.                                         | 1.1.Как определить полно связную цепь?                                                           |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется  
если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется  
если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**3 семестр**

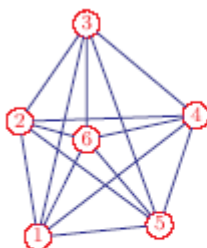
**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

## **Пример билета**

1. Сеть Кохонена.
  2. Задача.№13. Алгоритм Отжига.
1. Задача.№8. Двухнаправленная ассоциативная сеть

## Алгоритм отжига

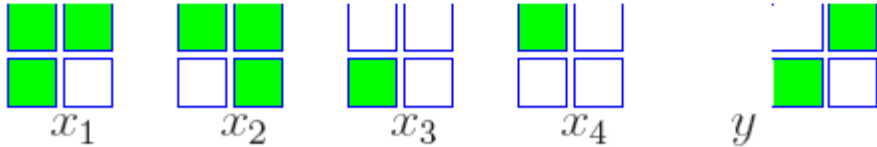
Найти длину гамильтонова цикла  $S_4$  в полном графе  $K_6$  после четырех циклов решения задачи методом отжига. Даны расстояния  $L_{i,j}$  между вершинами. Даны также: начальная последовательность вершин  $L_0$ , последовательность замен вершин  $Z$  и выпавшие при этом вероятности перехода  $P_k$ ,  $k = 1, \dots, 4$ . Переход на худшее ( $\Delta S_k = S_k - S_{k-1} > 0$ ) решение допустим, если  $P_* = 100e^{-\Delta S_k/T_k} > P_k$ , где снижение температуры происходит по закону  $T_{k+1} = 0.5T_k$  от  $T_1 = 100$  независимо от того, принято решение или нет. Если  $\Delta S_k \leq 0$ , то новое решение принимается.

| Задача i-13.1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Задача i-13.2. | 2         |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
|  <p> <math>V = [1, 4, 3, 5, 6, 2, 1].</math><br/> <math>Z = [V_2 \rightleftharpoons V_3], [V_3 \rightleftharpoons V_4],</math><br/> <math>[V_4 \rightleftharpoons V_5], [V_5 \rightleftharpoons V_6].</math><br/> <math>P = 21, 25, 27, 10.</math> </p> | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ребро</th> <th><math>L_{i,j}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 - 2</td><td>22</td></tr> <tr><td>1 - 3</td><td>41</td></tr> <tr><td>1 - 4</td><td>37</td></tr> <tr><td>1 - 5</td><td>23</td></tr> <tr><td>1 - 6</td><td>20</td></tr> <tr><td>2 - 3</td><td>22</td></tr> <tr><td>2 - 4</td><td>33</td></tr> <tr><td>2 - 5</td><td>32</td></tr> <tr><td>2 - 6</td><td>13</td></tr> <tr><td>3 - 4</td><td>27</td></tr> <tr><td>3 - 5</td><td>40</td></tr> <tr><td>3 - 6</td><td>21</td></tr> <tr><td>4 - 5</td><td>21</td></tr> <tr><td>4 - 6</td><td>21</td></tr> <tr><td>5 - 6</td><td>21</td></tr> </tbody> </table> | Ребро          | $L_{i,j}$ | 1 - 2 | 22 | 1 - 3 | 41 | 1 - 4 | 37 | 1 - 5 | 23 | 1 - 6 | 20 | 2 - 3 | 22 | 2 - 4 | 33 | 2 - 5 | 32 | 2 - 6 | 13 | 3 - 4 | 27 | 3 - 5 | 40 | 3 - 6 | 21 | 4 - 5 | 21 | 4 - 6 | 21 | 5 - 6 | 21 |  <p> <math>V = [1, 5, 6, 2, 4, 3, 1].</math><br/> <math>Z = [V_2 \rightleftharpoons V_4], [V_5 \rightleftharpoons V_2],</math><br/> <math>[V_3 \rightleftharpoons V_5], [V_6 \rightleftharpoons V_2].</math><br/> <math>P = 51, 95, 63, 88.</math> </p> | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ребро</th> <th><math>L_{i,j}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 - 2</td><td>26</td></tr> <tr><td>1 - 3</td><td>42</td></tr> <tr><td>1 - 4</td><td>38</td></tr> <tr><td>1 - 5</td><td>26</td></tr> <tr><td>1 - 6</td><td>19</td></tr> <tr><td>2 - 3</td><td>23</td></tr> <tr><td>2 - 4</td><td>35</td></tr> <tr><td>2 - 5</td><td>39</td></tr> <tr><td>2 - 6</td><td>17</td></tr> <tr><td>3 - 4</td><td>24</td></tr> <tr><td>3 - 5</td><td>41</td></tr> <tr><td>3 - 6</td><td>23</td></tr> <tr><td>4 - 5</td><td>22</td></tr> <tr><td>4 - 6</td><td>21</td></tr> <tr><td>5 - 6</td><td>23</td></tr> </tbody> </table> | Ребро | $L_{i,j}$ | 1 - 2 | 26 | 1 - 3 | 42 | 1 - 4 | 38 | 1 - 5 | 26 | 1 - 6 | 19 | 2 - 3 | 23 | 2 - 4 | 35 | 2 - 5 | 39 | 2 - 6 | 17 | 3 - 4 | 24 | 3 - 5 | 41 | 3 - 6 | 23 | 4 - 5 | 22 | 4 - 6 | 21 | 5 - 6 | 23 |
| Ребро                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $L_{i,j}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 32                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 4 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 4 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 5 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| Ребро                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $L_{i,j}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 1 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 2 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 3 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 4 - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 4 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |
| 5 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |           |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |

# Гетероассоциативная память

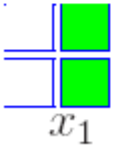
Даны четыре образца закодированные 1 (закрашенный квадрат) слева направо, сверху вниз, ассоциированные с номерами. Найти десятичную форму ассоциации образцов. Найти десятичную форму ассоциации образцов. Цикла обработки данных. Использовать функцию  $\text{sgn}(x)$ ,  $\text{sgn}(x) = 0$ , при  $x \leq 0$ .

**Задача i-8.1.** 1



$x_1$        $x_2$        $x_3$        $x_4$        $y$

**Задача**



$x_1$

## Процедура проведения

Письменный ответ. Дополнительные вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Применяет современные программные средства для моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей

## Вопросы, задания

- 1.3. Метод обратного распространения ошибок.
- 2.4. Сеть Кохонена.
- 3.5. Сеть Хопфилда.
- 4.6. Двухнаправленная ассоциативная сеть.
- 5.10. Алгоритм Муравья.
- 6.11. Алгоритм Отжига.
- 7.12. Генетический алгоритм.
- 8.13. Сеть Хемминга.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Размерность матриц весов двухслойного персептрона первого слоя -  $3 \times 3$ , второго слоя -  $3 \times 2$ . Какие размерности входных и выходных векторов сети?

Ответы:

1. любые 2. 3 и 2 соответственно. 3. 2 и 2 соответственно. 4. 2 и 3 соответственно.

Верный ответ: 2.

2.2. Имеется два эталонных входа для сети Хопфилда.  $X1 = \{1, -1, 1\}$  и  $X2 = \{-1, 1, -1\}$ . Найти матрицу весов сети.

Ответы:

$(X1^T \cdot X1 + X2^T \cdot X2); \text{dig} = 0$

Верный ответ: 0 -2 2 -2 0 -2 2 -2 0

3.3. Какая функция активации используется в алгоритме обратного распространения ошибки?

Ответы:

1. Сигмоидальная 2. Линейная 3. Импульсная 4. Тригонометрическая

Верный ответ: 1.

4.4. В ассоциативной сети можно получить на выходе входной вектор?

Ответы:

1. нет 2. да 3. можно при определенных условиях

Верный ответ: Нет. т.к., если размерность входного и выходного векторов равны, то данная сеть превращается в сеть Хопфилда.

5.5. Что такое биполярная кодировка?

Ответы:

1. 0,1 2. 0,1,2 3. -1,0,1 4. -1,1

Верный ответ: 4.

6.7. Что такое список “Табу” муравьином алгоритме.

Ответы:

1. Список всех узлов 2. Список муравьев 3. Список запретных узлов 4. Список случайных узлов

Верный ответ: 3.

7.8. К чему приводит быстрое затухание функции температуры с каждым шагом в алгоритме отжига?

Ответы:

1. Убывает работу сети в целом. 2. Быстрее уменьшается вариативность выбора решения на каждом шаге алгоритма 3. Повышается вероятность принятия не правильного решения

Верный ответ: 1., 2., 3.

8.9. Как изменится популяция в генетическом алгоритме при перекрестном скрещивании?

Ответы:

1. Не изменится 2. Изменится количество ген. 3. Появятся новые хромосомы со старым набором ген. 4. Появятся новые хромосомы с новым набором ген.

Верный ответ: 3.

9.10. К чему приводит использование мутации в генетическом алгоритме?

Ответы:

1. Гены не изменяются 2. Гены изменяются 3. Появляются новые решения с новыми характеристиками

Верный ответ: 2., 3.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-З<sub>ОПК-13</sub> Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей

## Вопросы, задания

1.1. Понятие искусственного интеллекта.



- 2.2. Нейронные сети. Виды нейронных сетей. Нейрон.
- 3.7. Нечеткие множества. Логические и арифметические операции.
- 4.8. Построение функций принадлежности на основе парных сравнений.
- 5.9. Нечеткий логический вывод.
- 6.14. Марковские цепи.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.6. Даны два нечетких множества  $A=0.9/a+0.3/b+0.9/c$ ,  $B=0.1/a+0.8/b+0.5/c$ . Найти арифметическую операцию  $A+B$  и логическую операцию  $A \cup B$ .

Ответы:

$$m(A+B)=m(A)+m(B)-m(A)m(B)$$

$$m(A \cup B)=\max(m(A), m(B))$$

$$\text{Верный ответ: } m(A+B)=0.91/a+0.86/b+0.95/c \quad m(A \cup B)=0.9/a+0.8/b+0.9/c$$

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено полностью. На дополнительные вопросы даны полные ответы. Допускается две арифметические или другие незначительные ошибки не связанные напрямую со знанием дисциплины.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Допускается выполнение заданий с одной ошибкой связанной со знанием дисциплины. На дополнительные вопросы даны полные или с небольшими неточностями ответы.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Допускается выполнение заданий не в полном объеме или с двумя грубыми ошибками связанными со знанием дисциплины. На все дополнительные вопросы даны полные ответы.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Сделано только одно из трех заданий или допущено более двух ошибок связанных со знанием дисциплины. На дополнительные вопросы даны не правильные или с неточные ответы.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка выставляется по формуле  $0.3 \cdot \text{"оценка текущей аттестации"} + 0.7 \cdot \text{"оценка промежуточной аттестации"}$  с математическим округлением