

# Искусственные нейронные сети

## Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение. Физические и математические модели нейронов. Классификация ИНС и их свойства.	Введение. Биологические основы функционирования нейрона. Электрические модели нейронов – Ходжикина Хаксли, оптоэлектронная. Математические модели нейронов. Типы активационных функций. Классификация НС и их свойства. Теорема Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нильсена.
2	Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Градиентные методы. Методы глобальной оптимизации. Генетические алгоритмы.	Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Подбор оптимальной архитектуры НС. Детерминированные методы обучения НС. Алгоритмы наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики. Подбор коэффициентов обучения. Эвристические методы обучения НС. Алгоритм имитации отжига. Машина Больцмана. Генетические алгоритмы. Инициализация весов.
3	Основные концепции НС. Многослойные персептроны. Радиальные нейронные сети.	Основные концепции НС. Персептроны. НС встречного распространения. Обучение слоев Кохонена и Гроссберга. Радиальные НС. Подбор параметров и количества базисных функций. Сравнение сигмоидальных и радиальных НС.
4	Рекуррентные НС. Автоассоциативная сеть Хопфилда. Сеть Хемминга. Двухнаправленная ассоциативная память. Сети ART. Когнитрон и неокогнитрон. Сети RMLP и Эльмана.	Рекуррентные НС, сети Хопфилда и Хемминга, их структура и обучение. Двухнаправленная ассоциативная память. Сети ART. Когнитрон и неокогнитрон. Рекуррентные сети на основе персептрона. Сети RMLP и RTRN. Рекуррентная сеть Элмана.
5	НС с самоорганизацией. Сети Кохонена и Гроссберга. Корреляционные сети Хебба. Энергетическая функция. Сети PCA и ICA.	НС с самоорганизацией на основе конкуренции, их отличительные особенности. Сеть Кохонена. Гибридные НС. Корреляционные сети Хебба. Энергетическая функция. Нейронные сети PCA. ICA-сети Херольта-Джугтена
6	Специализированные структуры НС. НС Фальмана и Вольтерри. НС с нечеткой логикой.	Специализированные структуры НС. НС каскадной корреляции Фальмана. Динамическая сеть Вольтерри. Нечеткие множества. Функция принадлежности. Операции на нечетких множествах. НС с нечеткой логикой.
7	Программная эмуляция ИНС. Характеристики современных нейропакетов. НС в пакетах "MATLAB" и "STATISTICA".	Программная эмуляция ИНС. Характеристики современных нейропакетов: Neural 10, Neuro Pro, Brain Maker, Trajan, "STANN", NNT "MATLAB 6.5".
8	Аппаратная реализация ИНС. Нейрокомпьютеры (НК) на микропроцессорах, СБИС - нейрочипах, ПЛИС.	Аппаратная реализация ИНС. Нейропроцессоры и нейрокомпьютеры (НК). НК на универсальных микропроцессорах и СБИС-нейрочипах. Перспективные технологии ИНС. НК на ПЛИС

	Перспективные технологии НК.	XILINX, Altera. Оптические и молекулярные НК, нанокomпьютеры.
9	Применение ИНС. Аппроксимация функций, прогнозирование, распознавание образов, сжатие информации, комбинаторная оптимизация. Нейросетевые экспертные системы. Решение задач управления.	Применение ИНС в задачах аппроксимации функций, прогнозирования, распознавания образов, сжатия информации, комбинаторной оптимизации, управления динамическими объектами.

### **Перечень вопросов к зачету:**

1. Биологические основы функционирования нейрона и электрические модели нейронов.
2. Математические модели нейронов. Типы активационных функций.
3. Модели нейронов. Персептрон и сигмоидальный нейрон.
4. Модели нейронов. Нейрон типа «ADALINE». Инстар и оутстар Гроссберга.
5. Нейроны типа WTA и WTM. Модель нейрона Хебба. Стохастическая модель нейрона.
6. Классификация НС и их свойства. Теорема Колмогорова–Арнольда–Хехт–Нильсена. Определение числа нейронов скрытых слоев.
7. Проблемы выбора архитектуры НС, метода ее обучения и их решение.
8. Обучение с учителем. Алгоритм обратного распространения ошибки.
9. Обучение без учителя. Алгоритм обучения Хебба и Кохонена.
10. Градиентные методы обучения НС. Алгоритмы наискорейшего спуска и переменной метрики.
11. Градиентные методы обучения НС. Алгоритмы Левенберга–Марквардта и сопряженных градиентов. Подбор коэффициентов обучения.
12. Эвристические методы обучения НС. Сравнение эффективности детерминированных алгоритмов обучения.
13. Стохастические методы обучения НС. Алгоритм имитации отжига. Машина Больцмана.
14. Сочетание детерминированных и статистических методов обучения НС. Генетические алгоритмы.
15. Подбор оптимальной архитектуры НС. Редукция НС с учетом чувствительности и использования штрафных функций.
16. Методы наращивания НС. Формирование обучающих выборок. Добавление шума при обучении НС.
17. Основные концепции НС. Модели ассоциативной памяти. Персептроны.
18. Нейронные сети встречного распространения – структура, обучение, применение.
19. Радиальные нейронные сети. Математические основы построения и структура радиальных НС.
20. Обучение радиальных НС. Подбор количества базисных функций. Сравнение характеристик радиальных и сигмоидальных НС.
21. Рекуррентные НС. Автоассоциативная сеть Хопфилда.
22. Оптимизирующие НС Хемминга.
23. Двухнаправленная ассоциативная память (НС Коско) – структура, характеристики, разновидности.
24. Рекуррентные сети на базе персептрона. Структура и обучение сети RMLP.
25. Рекуррентная сеть Эльмана – структура, обучение, компьютерное моделирование. Сеть RTRN.
26. Сети АРТ – обучение, характеристики, разновидности.
27. Модели машинного зрения Фукушимы. Когнитрон и неокогнитрон.

28. НС с самоорганизацией на основе конкуренции. Сеть Кохонена. Алгоритмы WTM.
29. Алгоритм нейронного газа. Гибридные НС со слоем Кохонена, их применение.
30. НС с самоорганизацией корреляционного типа. Энергетическая функция. Нейронные сети PCA.
31. Самоорганизующиеся корреляционные НС. ICA – сети Херольта–Джуттена.
32. Специализированные структуры НС. Сеть каскадной корреляции Фальмана.
33. Динамическая НС Вольтерри, ее структура и особенности обучения.
34. Нечеткие множества. Функция принадлежности. Операции нечеткой логики. Фуззификатор и дефуззификатор. Модель Мамдани–Заде.
35. НС с нечеткой логикой. Структура НС TSK и Ванга–Менделя. Алгоритмы обучения и применение НС с нечеткой логикой.
36. Программная эмуляция НС. Сравнительный анализ характеристик современных нейропакетов: Neural 10, Neuro Pro, Brain Maker, Trajan, NNT «MATLAB 6.5».
37. Аппаратная эмуляция ИНС. Реализация нейрокомпьютеров (НК) на основе универсальных МП, СБИС-нейрочипах и ПЛИС.
38. Перспективные технологии реализации ИНС. Оптические и молекулярные НК. Нанонейрокомпьютеры.
39. Применение прикладного пакета NNT MATLAB для решения задач интерполяции, классификации, распознавания.
40. Представление исходных данных и определение структуры НС при решении задач прогнозирования, оптимизации, сжатия информации.

## **Комплект измерительных материалов**

### **КИМ № 1**

1. Электрические модели нейронов. Модель Ходжкина–Хаксли. Оптоэлектронная модель нейрона.
2. Подбор коэффициента обучения в градиентных методах обучения НС

### **КИМ № 2**

1. Биологические основы функционирования нейрона.
2. Эвристические методы обучения НС. Алгоритм имитации отжига. Машина Больцмана.

### **КИМ № 3**

1. Искусственный нейрон и его основные свойства. Виды активационных функций.
2. Сочетание детерминированных и статистических методов обучения НС. Генетические алгоритмы.

### **КИМ № 4**

1. Модели нейронов. Персептрон.
2. Методы инициализации весов при обучении нейронных сетей.

### **КИМ № 5**

1. Модели нейронов. Сигмоидальный нейрон.
2. Основные концепции НС. Модели ассоциативной памяти. Персептроны.

### **КИМ № 6**

1. Модель нейрона типа «ADALINE».
2. Нейронные сети встречного распространения – структура, обучение, применение.

### **КИМ № 7**

1. Модели нейронов. Инстар и оутстар Гроссберга.
2. Оптимизирующие НС. Нейронные сети Хопфилда.

### **КИМ № 8**

1. Модель нейрона типа WTA.
2. Оптимизирующие НС Хемминга.

#### **КИМ № 9**

1. Модель нейрона Хебба.
2. Двухнаправленная ассоциативная память (НС Коско) – структура, характеристики, разновидности.

#### **КИМ № 10**

1. Стохастическая модель нейрона.
2. Сети адаптивной резонансной теории – структура, характеристики, разновидности.

#### **КИМ № 11**

1. Классификация нейронных сетей и их свойства.
2. Модели машинного зрения Фукушимы. Когнитрон и неокогнитрон.

#### **КИМ № 12**

1. Теорема Колмогорова–Арнольда–Хехт-Нильсена. Определение числа нейронов скрытых слоев.
2. Обучение радиальных НС. Подбор количества базисных функций. Сравнение характеристик радиальных и сигмоидальных НС.

#### **КИМ № 13**

1. Проблема обучения нейронных сетей и возможные пути ее решения.
2. Радиальные нейронные сети. Математические основы построения и структура радиальных НС.

#### **КИМ № 14**

1. Обучение с учителем. Алгоритм обратного распространения ошибки.
2. Программная эмуляция НС. Сравнительный анализ характеристик современных нейропакетов.

#### **КИМ № 15**

1. Обучение без учителя. Алгоритм обучения Хебба и Кохонена.
2. Применение прикладного пакета NNT MATLAB для решение задач интерполяции, классификации, распознавания.

#### **КИМ № 16**

1. Настройка числа нейронов в скрытых слоях многослойных НС. Алгоритмы сокращения. Конструктивные алгоритмы.
2. Аппаратная реализация НС. Нейропроцессоры – определение, классификация, основные параметры и характеристики.

#### **КИМ № 17**

1. Градиентные алгоритмы обучения НС. Алгоритм наискорейшего спуска.
2. Представление исходных данных и определение структуры НС при решении задач прогнозирования, оптимизации, сжатия информации.

#### **КИМ № 18**

1. Алгоритм сопряженных градиентов. Алгоритм переменной метрики.
2. Нейрокомпьютеры. Основные понятия и принципы реализации

### **Перечень практических заданий**

1. Аппроксимация функций
2. Аппроксимация многомерных функций
3. Сглаживание функций с помощью НС и эффект переобучения

4. Нахождение параметров формул по опытным данным
5. Нейросетевой классификатор
6. Распознавание образов
7. Экспертные системы
8. Прогнозирование