

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
и 09.03.04 «Программная инженерия»
очной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 004.891
ББК 32.973.202
Э-82

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «15» декабря 2021 г., протокол № 5

Составители: канд. техн. наук, доц. А. Е. Мисник;
канд. техн. наук, доц. С. К. Крутолевич;
С. А. Прокопенко

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. М. Ковальчук

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальностей 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия».

Учебно-методическое издание

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 21 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа № 1. Формирование базы знаний с помощью экспертов	5
2 Лабораторная работа № 2. Формирование базы знаний с помощью таблицы решений	5
3 Лабораторная работа № 3. Формирование базы знаний с помощью продукционных правил.....	6
4 Лабораторная работа № 4. Формирование базы знаний с помощью семантических сетей	7
5 Лабораторная работа № 5. Формирование базы знаний с помощью фреймов	7
6 Лабораторная работа № 6. Экспертные системы с неопределенными знаниями и байесовские сети доверия	8
7 Лабораторная работа № 7. Экспертные системы извлечения знаний на основе генетических алгоритмов.....	9
8 Лабораторная работа № 8. Разработка искусственного нейрона	10
9 Лабораторная работа № 9. Нейронные сети и их свойства	10
10 Лабораторная работа № 10. Разработка алгоритма обучения нейронных сетей.....	11
11 Лабораторная работа № 11. Искусственные нейронные сети встречного распространения	11
12 Лабораторная работа № 12. Искусственные нейронные сети радиальных базисных функций.....	12
13 Лабораторная работа № 13. Искусственные нейронные сети с анализом главных компонентов.....	12
14 Лабораторная работа № 14. Каскадные искусственные нейронные сети.....	13
15 Лабораторная работа № 15. Искусственные нейронные сети Жордана и Элмана.....	14
16 Лабораторная работа № 16. Искусственные нейронные сети Хопфилда.....	14
Список литературы	15

Введение

Целью учебной дисциплины «Экспертные системы» является формирование специалистов, умеющих обоснованно применять методы, приёмы и технологии построения экспертных систем.

При изучении дисциплины «Экспертные системы» студенты выполняют лабораторные работы, которые соответствуют темам лекций.

Варианты заданий выдаются студентам заранее с тем, чтобы они имели возможность подготовиться к выполнению лабораторной работы: просмотреть теоретический материал по теме работы и продумать алгоритмы решения задач.

Программы пишутся на языке C++. Каждую программу в работающем виде (после отладки и тестирования) студент показывает преподавателю, после чего лабораторная работа подлежит защите.

К защите работы студент готовит отчет, включающий в себя: титульный лист, формулировку задания, описание исходных данных, алгоритм решения задачи, результаты тестирования.

Защита лабораторной работы состоит из двух частей: практической и теоретической. В практической части студент объясняет алгоритмы работы представленной им программы, в теоретической – отвечает на вопросы по теме лабораторной работы.

При подготовке к защите студенту рекомендуется ответить на контрольные вопросы.

1 Лабораторная работа № 1. Формирование базы знаний с помощью экспертов

Цель работы

Разработка программного обеспечения (ПО) для формирования базы знаний, основанной на опросе экспертов.

Теоретические сведения

Выявление знаний от экспертов [1, с. 21–23].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 В соответствии с выданным заданием разработать ПО для экспертного оценивания.
- 2 Одним из типовых методов провести оценивание степени влияния объектов.
- 3 Провести оценку достоверности экспертизы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое экспертное оценивание, для чего он необходимо?
- 2 Что включает в себя процедура сравнения?
- 3 Дайте определение эмпирической системы.
- 4 Какие существуют методы для измерения степени влияния объектов?
- 5 В чем заключается процедура ранжирования объектов?
- 6 Что такое непосредственная оценка объектов?
- 7 Назовите основные характеристики экспертов.
- 8 Какие виды опросов используются при коллективной экспертизе?

2 Лабораторная работа № 2. Формирование базы знаний с помощью таблицы решений

Цель работы

Разработка программного обеспечения для формирования базы знаний с использованием таблицы решений.

Теоретические сведения

Таблица решений [1, с. 24–27].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 В соответствии с выданным заданием разработать ПО для формирования таблицы решений.
- 2 С помощью множества предикатов описать исходную и конечную ситуацию.
- 3 Разработать процедуру перехода из начального в конечное состояние.

Контрольные вопросы

- 1 В чем заключается основная идея таблицы решений?
- 2 Назовите основное достоинство алгоритма поиска решений.
- 3 В чем заключается недостаток алгоритма поиска решений?
- 4 Для чего применяется система STRIPS?
- 5 Что является основной задачей системы STRIPS?

3 Лабораторная работа № 3. Формирование базы знаний с помощью продукционных правил

Цель работы

Разработка программного обеспечения для формирования базы знаний с использованием продукционных правил.

Теоретические сведения

Продукционные правила [1, с. 28–30].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 В соответствии с выданным заданием разработать ПО для формирования продукционных правил.
- 2 Разработать алгоритм формирования цепочки выводов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие системы представления знаний получили название «системы продукций»?
- 2 Что представляет собой цепочка вывода?
- 3 Назовите основные способы выполнения правил в экспертной системе.
- 4 Что такое метаправила?
- 5 Для чего необходимы продукционные правила?

4 Лабораторная работа № 4. Формирование базы знаний с помощью семантических сетей

Цель работы

Разработка программного обеспечения для формирования базы знаний с использованием семантических сетей.

Теоретические сведения

Семантические сети [1, с. 31–33].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 В соответствии с выданным заданием разработать ПО для формирования семантических сетей.
- 2 Разработать алгоритм формирования выводов на основе семантических сетей.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение семантики.
- 2 Что такое семантическая сеть?
- 3 Что представляет собой тип связи *is-a*?
- 4 Что представляет собой тип связи *a-kind-of*?
- 5 Для чего используется связь *is-a*?
- 6 Назовите типы отношений в семантических сетях.
- 7 Какие бывают семантические сети по типу отношений.
- 8 Что представляет собой *n*-арные семантические сети?
- 9 Назовите основные типы отношений, которые используются в семантических сетях.

5 Лабораторная работа № 5. Формирование базы знаний с помощью фреймов

Цель работы

Разработка программного обеспечения для формирования базы знаний с использованием фреймов.

Теоретические сведения

Фреймы [1, с. 34–35].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 В соответствии с выданным заданием разработать ПО для формирования базы знаний на основе фреймов.
- 2 Разработать алгоритм формирования выводов на основе фреймов.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое фрейм?
- 2 Опишите структуру фрейма.
- 3 Для чего создаются фреймы-образцы и фреймы-экземпляры?
- 4 Какие преимущества дает создание фреймов?
- 5 Каким свойством обладает теория фреймов?
- 6 Приведите пример фрейма-сценария.
- 7 Приведите пример фрейма-ситуации.

6 Лабораторная работа № 6. Экспертные системы с неопределенными знаниями и байесовские сети доверия

Цель работы

Разработка программного обеспечения для формирования базы знаний в условиях неопределенности.

Теоретические сведения

Экспертные системы с неопределенными знаниями и байесовские сети доверия [1, с. 36–42].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Формирование ЭС на основе законов распределения случайных величин.
- 2 Разработка ЭС по оценке вероятности поломки оборудования.
- 3 Разработка ЭС по диагностике оборудования.

Контрольные вопросы

- 1 Какие типы неопределенностей встречаются в экспертных системах?
- 2 Какие проблемы необходимо решать при проектировании и создании экспертных систем?
- 3 В чем заключается объективистский подход теории субъективных вероятностей?
- 4 Какие направления вероятностных расчетов существуют?
- 5 Что характерно для байесовских сетей доверия?

6 Назовите свойства направленного ациклического графа в байесовской сети доверия.

7 Что представляют собой вершины в байесовских сетях доверия?

8 Что представляют собой дуги в байесовских сетях доверия?

7 Лабораторная работа № 7. Экспертные системы извлечения знаний на основе генетических алгоритмов

Цель работы

Разработка программного обеспечения для извлечения знаний на основе генетических алгоритмов.

Теоретические сведения

Интеллектуальные системы извлечения знаний, генетические алгоритмы [1, с. 43–53].

Задания для самостоятельного выполнения

Реализация генетического алгоритма для поиска минимума целевой функции в заданной предметной области.

Контрольные вопросы

- 1 Какие типы систем извлечения новых знаний существуют?
- 2 На каких принципах построены нейросетевые системы?
- 3 Что представляют собой системы символьного обучения?
- 4 На каких принципах базируются эволюционные системы?
- 5 Назовите основные направления эволюционных вычислений.
- 6 Сформулируйте определение абстрактного автомата в теории алгоритмов.
- 7 Назовите основные направления эволюционных вычислений и их авторов.
- 8 В чем заключается основной механизм эволюции?
- 9 Что представляет собой генетический код индивидуума?
- 10 Назовите основные понятия, используемые в генетических алгоритмах.
- 11 Сформулируйте определения популяции и ее размера.
- 12 Какие операторы используются в генетических алгоритмах?
- 13 В каких случаях происходит остановка генетического алгоритма?
- 14 Назовите основные отличия генетических алгоритмов от традиционных методов поиска решений.

8 Лабораторная работа № 8. Разработка искусственного нейрона

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования искусственного нейрона.

Теоретические сведения

Искусственный нейрон [1, с. 56–58].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализация искусственного нейрона с различными активационными функциями.

Контрольные вопросы

- 1 Из каких элементов состоит формальный нейрон?
- 2 Назовите функции активации нейрона.
- 3 Какие типы нейронов в искусственной нейронной сети (ИНС) можно выделить в зависимости от выполняемых ими функций?

9 Лабораторная работа № 9. Нейронные сети и их свойства

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения нейронных сетей.

Теоретические сведения

Классификация искусственных нейронных сетей [1, с. 58–60].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Реализация однослойной сети прямого назначения.
- 2 Реализация многослойной сети прямого назначения.
- 3 Реализация рекуррентной сети.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте классификацию архитектуры нейронных сетей.
- 2 В чем отличие рекуррентных сетей и сетей прямого назначения?

10 Лабораторная работа № 10. Разработка алгоритма обучения нейронных сетей

Цель работы

Изучение алгоритмов обучения нейронных сетей.

Теоретические сведения

Обучение нейронных сетей [1, с. 60–80].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Обучить ранее созданную нейронную сеть на основе памяти.
- 2 Обучить ранее созданную нейронную сеть на основе правила Хебба.
- 3 Обучить ранее созданную нейронную сеть на основе конкурентного обучения.

Контрольные вопросы

- 1 В чем заключается необходимость нормализация данных?
- 2 В чем состоит обучение на основе правила Хебба?
- 3 Что такое конкурентное обучение ИНС?
- 4 Какова цель обучения с учителем и в чем заключается алгоритм обратного распространения ошибки?
- 5 Каковы особенности алгоритма сопряженных градиентов?
- 6 Какова цель обучения без учителя ИНС?
- 7 В чем заключается суть алгоритма обучения без учителя самоорганизующихся карт Кохонена?
- 8 Что из себя представляет обучение с подкреплением?
- 9 Когда прекращается процесс обучения ИНС?

11 Лабораторная работа № 11. Искусственные нейронные сети встречного распространения

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети встречного распространения.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети встречного распространения [1, с. 80–83].

Задание для самостоятельного выполнения

Добавить в нейронную сеть слои Кохорена и Гросберга.

Контрольные вопросы

- 1 Какими свойствами обладают искусственные нейронные сети?
- 2 Когда использование искусственной нейронной сети является целесообразным?
- 3 Назначение, особенности обучения и функционирования ИНС встречного распространения.
- 4 Опишите нейроны слоя Кохонена и слоя Гроссберга.

12 Лабораторная работа № 12. Искусственные нейронные сети радиальных базисных функций

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети радиальных базисных функций.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети радиальных базисных функций [1, с. 83–84].

Задание для самостоятельного выполнения

Добавить в нейронную сеть скрытые нейроны с радиально симметричной (гауссовой) активационной функцией.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение, особенности обучения и функционирования ИНС радиальных базисных функций.
- 2 Условия построения RBF-сети.
- 3 Области применения, достоинства и недостатки RBF-сети.

13 Лабораторная работа № 13. Искусственные нейронные сети с анализом главных компонентов

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети с анализом главных компонентов.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети с анализом главных компонент [1, с. 84–85].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать нейронную PCA сеть.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ИНС с анализом главных компонент.
- 2 Особенности построения ИНС с анализом главных компонент.
- 3 Особенности обучения ИНС с анализом главных компонент.
- 4 Особенности функционирования ИНС с анализом главных компонент.

14 Лабораторная работа № 14. Каскадные искусственные нейронные сети

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования каскадных искусственных нейронных сетей.

Теоретические сведения

Каскадные искусственные нейронные сети [1, с. 85–87].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать каскадную искусственную нейронную сеть.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение каскадных ИНС.
- 2 Особенности построения каскадных ИНС.
- 3 Особенности обучения каскадных ИНС.
- 4 Особенности функционирования каскадных ИНС.

15 Лабораторная работа № 15. Искусственные нейронные сети Жордана и Элмана

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронных сетей Жордана и Элмана.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети Жордана и Элмана [1, с. 87].

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре Жордана.
- 2 Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре Элмана.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ИНС Жордана и Элмана.
- 2 Особенности построения ИНС Жордана и Элмана.
- 3 Особенности обучения ИНС Жордана и Элмана.
- 4 Особенности функционирования ИНС Жордана и Элмана.

16 Лабораторная работа № 16. Искусственные нейронные сети Хопфилда

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети Хопфилда.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети Хопфилда [1, с. 88–90].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре Хопфилда.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ИНС Хопфилда.
- 2 Особенности построения ИНС Хопфилда.
- 3 Особенности обучения ИНС Хопфилда.
- 4 Особенности функционирования ИНС Хопфилда.

Список литературы

- 1 **Борисов, В. В.** Экспертные системы: учебное пособие / В. В. Борисов, А. В. Бобряков, А. Е. Мисник – Смоленск: Универсум, 2021. – 110 с.
- 2 **Сосинская, С. С.** Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний: учебное пособие / С. С. Сосинская. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 216 с.