

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности*

*1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 004.891
ББК 32.973.202
Э41

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «30» августа 2021 г., протокол № 1

Составители: канд. техн. наук, доц. А. Е. Мисник;
канд. техн. наук, доц. С. К. Крутолевич;
ассистент С. А. Прокопенко
Рецензент канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации» дневной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	Е. А. Галковская
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 26 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, 2021

Содержание

Содержание	3
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	12
12 Лабораторная работа № 12. Искусственные нейронные сети радиальных базисных функций	12
13 Лабораторная работа № 13. Искусственные нейронные сети с анализом главных компонентов	13
14 Лабораторная работа № 14. Каскадные искусственные нейронные сети ...	14
15 Лабораторная работа № 15. Искусственные нейронные сети Жордана и Элмана.....	14
16 Лабораторная работа № 16. Искусственные нейронные сети Хопфилда ...	15
17 Лабораторная работа № 17. Искусственные нейронные сети Хэмминга	15
18 Лабораторная работа № 18. Искусственные нейронные сети адаптивной резонансной теории	16
19 Лабораторная работа № 19. Искусственные нейронные сети двунаправленной ассоциативной памяти	17
20 Лабораторная работа № 20. Когнитрон	17
21 Лабораторная работа № 21. Неокогнитрон	18
22 Лабораторная работа № 22. Сверточные нейронные сети	18
23 Лабораторная работа № 23. Рекуррентные нейронные сети	19
Список литературы	19

Введение

Целью учебной дисциплины «Экспертные системы» является формирование специалистов, умеющих обосновано 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 подготавливает 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

- 1 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

1 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].

Задание для самостоятельного выполнения

1 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 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 компонентов [1, с. 84–85].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать нейронную PCA сеть.

Контрольные вопросы

1 Назначение ИНС с анализом главных компонентов.

2 Особенности построения ИНС с анализом главных компонентов.

3 Особенности обучения ИНС с анализом главных компонентов.

4 Особенности функционирования ИНС с анализом главных компонентов.

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.

17 Лабораторная работа № 17. Искусственные нейронные сети Хэмминга***Цель работы***

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

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети Хэмминга [1, с. 90–92].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре Хэмминга.

Контрольные вопросы

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

18 Лабораторная работа № 18. Искусственные нейронные сети адаптивной резонансной теории***Цель работы***

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети адаптивной резонансной теории.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети адаптивной резонансной теории [1, с. 92–95].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре адаптивной резонансной теории.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ИНС адаптивной резонансной теории.
- 2 Особенности построения ИНС адаптивной резонансной теории.
- 3 Особенности обучения ИНС адаптивной резонансной теории.
- 4 Особенности функционирования ИНС адаптивной резонансной теории.

19 Лабораторная работа № 19. Искусственные нейронные сети двунаправленной ассоциативной памяти

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования нейронной сети двунаправленной ассоциативной памяти.

Теоретические сведения

Искусственные нейронные сети двунаправленной ассоциативной памяти [1, с. 95–96].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать искусственную нейронную сеть по архитектуре двунаправленной ассоциативной памяти.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение ИНС двунаправленной ассоциативной памяти.
- 2 Особенности построения ИНС двунаправленной ассоциативной памяти.
- 3 Особенности обучения ИНС двунаправленной ассоциативной памяти.
- 4 Особенности функционирования ИНС двунаправленной ассоциативной памяти.

20 Лабораторная работа № 20. Когнитрон

Цель работы

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования когнитрона.

Теоретические сведения

Когнитрон [1, с. 97-99].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать структуру когнитрона.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение когнитрона.
- 2 Особенности построения когнитрона.
- 3 Особенности обучения когнитрона.
- 4 Особенности функционирования когнитрона.

21 Лабораторная работа № 21. Неокогнитрон***Цель работы***

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования неокогнитрона.

Теоретические сведения

Неокогнитрон, [1, с. 99–102].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать структуру неокогнитрона.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение неокогнитрона.
- 2 Особенности построения неокогнитрона.
- 3 Особенности обучения неокогнитрона.
- 4 Особенности функционирования неокогнитрона.

22 Лабораторная работа № 22. Сверточные нейронные сети***Цель работы***

Изучение назначения, особенности построения, обучения и функционирования сверточной нейронные сети.

Теоретические сведения

Сверточные нейронные сети [1, с. 102-104].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать архитектуру сверточной нейронной сети.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение сверточной нейронной сети.
- 2 Особенности построения сверточной нейронной сети.
- 3 Особенности обучения сверточной нейронной сети.
- 4 Особенности функционирования сверточной нейронной сети.

23 Лабораторная работа № 23. Рекуррентные нейронные сети***Цель работы***

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

Теоретические сведения

Рекуррентные нейронные сети [1, с. 104–107].

Задание для самостоятельного выполнения

Реализовать архитектуру рекуррентной нейронной сети.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение рекуррентной нейронной сети.
- 2 Особенности построения рекуррентной нейронной сети.
- 3 Особенности обучения рекуррентной нейронной сети.
- 4 Особенности функционирования рекуррентной нейронной сети.

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.