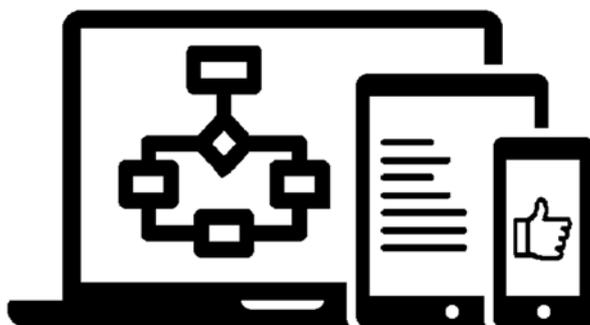


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

# БАЗЫ ЗНАНИЙ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов специальности  
1-40 05 01 «Информационные системы и технологии  
(по направлениям)»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 004.032.26  
ББК 32.973.202  
Б17

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «23» февраля 2021 г., протокол № 2

Составители: канд. техн. наук, доц. С. К. Крутолевич;  
канд. техн. наук, доц. А. В. Кушнер

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)».

Учебно-методическое издание

## БАЗЫ ЗНАНИЙ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	Т. Н. 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 38 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

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 производственных 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 является формирование представлений о проблемах искусственного интеллекта, методах представления и хранения знаний, о применении возможностей искусственного интеллекта в решениях прикладных задач конструкторского и технологического проектирования.

При изучении дисциплины 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**

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 определения 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 (ЭС) 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**

1 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, особенностей 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, особенностей построения нейронных сетей.

### **Теоретические сведения**

Классификация искусственных нейронных сетей и их свойства [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 искусственной нейронной сети (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, особенностей 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 Гроссберга.

### **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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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, особенностей 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.