

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко»**



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИФим

*Ю.В. Иванов*  
Ю.В. Иванов

«*29*» *августа* 2014 г.

**КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ТЕОРИИ  
И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**  
**010500.62 – МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И**  
**АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**ПРОФИЛЬ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И**  
**АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

Глазов 2014

## 1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы по семестрам	Зачетные единицы	Часы
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Семестр 7</b>		
<b>Трудоемкость</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>1.5</b>	<b>54</b>
В том числе:		
Лекции		<b>14</b>
Лабораторные работы		<b>14</b>
Практические занятия / Семинары		<b>16</b>
КСР		<b>10</b>
<i>Другие виды аудиторной работы</i>		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>1.5</b>	<b>54</b>
В том числе:		
Подготовка к работе в малых группах		20
Подготовка к «круглым столам»		20
Работа над презентационными проектами по курсу		14
<b>Вид промежуточной аттестации - зачет</b>		

## 2. Структура и содержание дисциплины по модулям, разделам и темам

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости
		всего	ауд	лекц	пр.(сем)	лаб	КСР	СРС	
1.	Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.	14	7	2	4		1	7	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
2.	Модели представления знаний.	14	7	2	2	4	1	7	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
3.	Нейронные сети.	22	11	2	2	4	1	11	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
4.	Машинное зрение.	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
5.	Распознавание речи.	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий
6.	Экспертные системы.	22	11	2	2	6	1	11	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
7.	Тенденции развития систем искусственного интеллекта	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>54</b>	

### 3. Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий (в часах)

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские Занятия (час)	СРС (час)	Всего
Различные формы лекций (проблемная лекция, лекция с использованием средств мультимедиа визуализация, лекция вдвоём, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций и проч.)	8		4	12
Работа в малых группах		6	10	16
Метод проектов		6	20	26
Метод «дебаты»	4	2		6
<b>Итого интерактивных занятий (часов / % )</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>60 / 55%</b>

### 4. Планы и УММ к практическим (семинарским) занятиям

*Тема 1. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта*

1. История развития искусственного интеллекта как научного направления.
2. Направления современных исследований в искусственном интеллекте.
3. Взаимодействие с другими научными направлениями.
4. Философские аспекты проблемы искусственного интеллекта.

*Тема 2. Модели представления знаний*

1. Знания. Типы знаний.
2. Использование знаний.
3. Свойства знаний (интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика, активность).
4. Модели и методы представления знаний: декларативные и процедурные модели.
5. Логическая модель представления знаний.
6. Сетевая модель представления знаний.
7. Фреймовая модель представления знаний.

## 8. Продукционная модель представления знаний.

### *Тема 3. Нейронные сети*

1. Понятие о нейронной сети.
2. Структура нейронных сетей.
3. Модели представления и обработки информации в нейронной сети.
4. Оптимальные модели нейронных сетей.

### *Тема 4. Машинное зрение*

1. Машинное зрение.
2. Постановка задачи распознавания образов.
3. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.
4. Распознавание трехмерных объектов.

### *Тема 5. Распознавание речи*

1. Системы понимания естественного языка, машинный перевод.
2. Трудности распознавания естественного языка.
3. Распознавание рукописных и печатных текстов.
4. Подходы к распознаванию символов.
5. Распознавание речи. Задачи. Особенности.
6. Классификация систем распознавания речи.

### *Тема 6. Экспертные системы*

1. Понятие об экспертной системе (ЭС).
2. Общая характеристика ЭС.
3. Виды ЭС и типы решаемых задач.
4. Структура и режимы экспертной системы.
5. Классификация экспертных систем.
6. Этапы разработки ЭС: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.
7. Организация знаний в ЭС. Интеллектуальные информационные ЭС.

### *Тема 7. Тенденции развития систем искусственного интеллекта*

1. Состояние и тенденции развития искусственного интеллекта.
2. Успехи систем искусственного интеллекта и их причины.
3. Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта.

## **5. Материалы к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации**

Самостоятельная деятельность студентов включает изучение теоретического материала и разработка соответствующих программ.

В процессе изучения дисциплины предполагается в качестве контроля самостоятельной работы студентов выполнение небольших проверочных работ по теории, выполнение практических заданий.

В течение всего курса изучения дисциплины каждый бакалавр решает задачи, которые должны быть сданы до начала экзаменационной сессии.

Фонд оценочных средств (приложение 1).

## **ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ РЕФЕРАТОВ**

1. Проблема синтаксического анализа и использование грамматических правил в Прологе.
2. Задачи поиска пути в лабиринте.
3. Реализация шахматных задач на Прологе.
4. Однослойный персептрон с пороговой функцией. Алгоритм обучения однослойного персептрона.
5. Многослойные нейронные сети прямого распространения.
6. Игры с полной информацией и системы искусственного интеллекта.
7. Адаптирующиеся системы и обучение с поощрением.
8. Задача планирования в системах искусственного интеллекта.
9. Система планирования STRIPS.
10. Система планирования Graphplan.
11. Реализация игры шашки.

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Методы поиска в пространстве состояний: изучение методов перебора и критериев оценки методов перебора на произвольных графах.
2. Продукционная модель представления знаний: изучение базовых структур системы продукции и технических аспектов, касающихся практической реализации систем, основанных на знаниях.
3. Представление знаний фреймами: изучение методов представления знаний фреймами и соответствующих способов управления выводом.
4. Естественно-языковой интерфейс в системах искусственного интеллекта. Синтаксический анализ фразы русского языка: изучение методов приближенного представления фраз естественного языка формальными грамматиками и языками.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ**

1. Адаптивные нейронные сети.
2. Надежность нейронных сетей.
3. Диагностика нейронных сетей.
4. Задача распознавания образов и системы искусственного интеллекта. Компьютерное зрение.
5. Обработка изображений в системах компьютерного зрения. Выделение признаков.
6. Методы распознавания трехмерных сцен в системах искусственного интеллекта.
7. Экспертная система MYCIN и ее основные особенности.
8. Экспертная оболочка CLIPS и ее основные особенности.

## **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РАБОТ ПО РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ**

- 1) для диагностики неисправности компьютера,
- 2) для диагностики неисправности автомобиля,
- 3) для диагностики психологических особенностей личности,
- 4) для выбора аппаратно-программных средств для построения локальной сети,
- 5) для выбора средств разработки информационной системы,
- 6) для тестирования знаний в какой-либо узкой предметной области.

## **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Искусственный интеллект как научная область.

2. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
3. Классификация интеллектуальных систем.
4. Системы общения (основные классы).
5. Особенности реализации ЕЯ-систем, назначение и область применения.
6. Методы реализации ЕЯ-систем.
7. Системы понимания естественного языка.
8. Машинный перевод.
9. Экспертные системы и их классификация.
10. Назначение и принципы построения ЭС. Взаимодействие пользователя с системой.
11. Типичная структура и режимы ЭС.
12. Методы представления и решения задач в системах искусственного интеллекта: представление в пространстве состояний, представление в системе редукций, дедуктивный вывод.
13. Методы поиска в пространстве состояний: метод полного перебора.
14. Методы поиска в пространстве состояний: метод равных цен.
15. Методы поиска в пространстве состояний: метод перебора в глубину.
16. Методы поиска в пространстве состояний: оптимальный алгоритм перебора.
17. Критерии качества работы методов перебора.
18. Представления, допускающие сведение задач к подзадачам. "И/ИЛИ" графы.
19. Метод ключевых состояний и ключевых операторов.
20. Методы поиска при сведении задач к совокупности подзадач: перебор на графах типа "И/ИЛИ"; использование оценок стоимости для прямого перебора; алгоритм упорядоченного перебора для деревьев типа "И/ИЛИ".
21. Представление знаний в интеллектуальных системах: последовательное развитие структур данных, переход от данных к знаниям, отличительные особенности знаний, типы знаний
22. Сравнительная характеристика типичных моделей представления знаний.
23. Представление знаний правилами и логический вывод.
24. Граф "И/ИЛИ" и поиск данных в продукционной модели. Управление выводом в продукционной системе.
25. Логические модели представления знаний. Дедуктивные и индуктивные модели.
26. Представление знаний с помощью логики предикатов.
27. Сетевые модели представления знаний: функциональные сети, сценарии, семантические сети, фреймы. Отличительные характеристики и область применения.
28. Представление знаний фреймами: формализация, основные свойства фреймов, способы управления выводом
29. Представление знаний семантическими сетями. Формализация семантической сети.
30. Логический подход к искусственному интеллекту: формальные грамматики и логика.
31. Интерфейсы на естественном языке: неформальные методы
32. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.

## **6. Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплины**

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме. Поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу бакалавров, рекомендуя ту или иную литературу.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в пункте 10 «Список основной и дополнительной литературы по дисциплине» и пункте 11 «Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины».

## **7. Учебно-методические и иные дидактические материалы по освоению дисциплины**

### **Тема 1. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта**

1. История развития искусственного интеллекта как научного направления.
2. Направления современных исследований в искусственном интеллекте.
3. Взаимодействие с другими научными направлениями.
4. Философские аспекты проблемы искусственного интеллекта.

**Искусственный интеллект (ИИ, англ. *Artificial intelligence, AI*)** — наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

Среди огромного количества направлений искусственного интеллекта есть несколько особенно важных – ведущих, которые в данный момент вызывают наибольший интерес у теоретиков и практиков данной сферы.

1) Представление знаний и разработка систем, которые на них основаны. Это основное направление в области исследования искусственного интеллекта, связанное с разработкой баз знаний, созданием моделей представлений знаний, которые образуют ядро экспертных систем. Включает в себя инженерию знаний, так же модели и методы их структурирования.

2) Интеллектуальные роботы. Эта идея далеко не нова, само слово появилось в 20-х годах XX века.

В истории создания и развития робототехники можно условно выделить несколько поколений.

I поколение – это роботы с жесткой схемой управления, это программируемые манипуляторы, практически все современные промышленные роботы принадлежат к этому поколению.

II поколение – это адаптивные роботы, имеющие сенсорные устройства. Примеры создания таких роботов уже есть, но в производстве они пока практически не используются.

III поколение – это интеллектуальные, самоорганизующиеся роботы – конечная цель развития робототехники. Основные нерешенные проблемы при создании роботов данного типа это проблемы машинного зрения, адекватной обработки и хранения трехмерной визуальной информации.

В настоящее время в мире производится более 60 000 роботов за год, и на данном этапе созданием робототехники занимается инженерная наука, она не отвергает технологии искусственного интеллекта, но в силу различных причин не готова к их внедрению.

3) Обучение и самообучение. Активно развивающаяся область ИИ. Включает в себя модели, методы, алгоритмы предназначенные для автоматического накопления, структурирования и формирования знаний на основе обобщения и анализа данных. Включает индуктивное обучение и традиционные подходы из теории распознавания



образов. В последнее время к данному направлению примыкают системы анализа данных и поиска закономерностей в базах данных

4) Распознавание образов. Его основным подходом является описание классов явлений и объектов, которое определяется через значение значимых признаков. Каждому объекту вставляется соответствующая матрица признаков, по которой происходит его распознавание. Эта процедура чаще всего использует математические структуры и функции, которые разделяют объекты на классы. Данное направление вплотную связано с нейрокибернетикой и очень близко к машинному обучению.

Исходя из сказанного выше, вытекает основная философская проблема в области ИИ - возможность или не возможность моделирования мышления человека. В случае если когда-либо будет получен отрицательный ответ на этот вопрос, то все остальные вопросы не будут иметь не малейшего смысла.

Следовательно, начиная исследование ИИ, заранее предположим положительный ответ. Приведем несколько соображений, которые подводят нас к данному ответу.

1. Первое доказательство является схоластическим, и доказывает непротиворечивость ИИ и Библии. Даже люди далекие от религии, знают слова священного писания: "И создал Господь человека по образу и подобию своему ...". Исходя из этих слов, мы можем заключить, что, по-скольку Господь, во-первых, создал нас, а во-вторых, мы по своей сути подобны ему, то мы вполне можем создать кого-то по образу и подобию человека.

2. Создание нового разума биологическим путем для человека дело вполне привычное. Дети большую часть знаний приобретают путем обучения, а не как заложенную в них заранее.

3. То, что раньше казалось вершиной человеческого творчества - игра в шахматы, шашки, распознавание зрительных и звуковых образов, синтез новых технических решений, на практике оказалось не таким уж сложным делом (теперь работа ведется не на уровне возможности или невозможности реализации перечисленного, а о нахождении наиболее оптимального алгоритма).

4. С проблемой воспроизведения своего мышления тесно смыкается проблема возможности самовоспроизведения. Существуют также различные неформальные доказательства возможности самовоспроизведения, но самым ярким доказательством, пожалуй, будет существование компьютерных вирусов.

5. Принципиальная возможность автоматизации решения интеллектуальных задач с помощью ЭВМ обеспечивается свойством алгоритмической универсальности. Это означает, что на них можно программно реализовывать любые алгоритмы преобразования информации, - будь то вычислительные алгоритмы, алгоритмы управления, поиска доказательства теорем или композиции мелодий.

Однако не следует думать, что вычислительные машины и роботы могут в принципе решать любые задачи. Анализ разнообразных задач привел математиков к замечательному открытию. Было строго доказано существование таких типов задач, для которых невозможен единый эффективный алгоритм, решающий все задачи данного типа; в этом смысле невозможно решение задач такого типа и с помощью вычислительных машин. Этот факт способствует лучшему пониманию того, что могут делать машины и чего они не могут сделать.

## ***Тема 2. Модели представления знаний***

1. Знания. Типы знаний. Использование знаний.
2. Свойства знаний (интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика, активность).
3. Модели и методы представления знаний: декларативные и процедурные модели.
4. Логическая модель представления знаний.
5. Сетевая модель представления знаний.

6. Фреймовая модель представления знаний.
7. Продукционная модель представления знаний.

Система искусственного интеллекта – это система, оперирующая знаниями о проблемной области. Без базы знаний систем искусственного интеллекта не существует. Для формализации и представления знаний разрабатываются специальные модели представления знаний и языки для описания знаний, выделяются различные типы знаний.

Модели представления знаний относятся к прагматическому направлению (основано на предположении о том, что мыслительная деятельность человека – «черный ящик») в исследованиях по искусственному интеллекту. При этом в системах, основанных на знаниях, информационные структуры представляются в форме декларативных (описательных) знаний, а алгоритмы и эвристики – в форме процедурных знаний.

Признано, что системы, основанные на знаниях, целесообразно разрабатывать с выделением ряда подсистем. Основными из них считаются:

- подсистема представления декларативных знаний;
- подсистема представления процедурных знаний;
- подсистема манипулирования знаниями (механизм логического вывода).

Целью такого разделения является возможность использования системы в различных предметных областях. Для этого достаточно заменить подсистему представления декларативных знаний без изменения остальных частей. В самом деле, имея универсальный механизм логического вывода, достаточно заполнить оболочку системы конкретными правилами и фактами из требуемой предметной области, чтобы получить готовую к применению систему.

История развития методов инженерии знаний свидетельствует о том, что эта идея продолжительное время являлась основополагающим направлением исследований. Так, например, А. Ньюэлл и Г. Саймон из Университета Карнеги-Меллона (США) разработали программу GPS – универсальный решатель задач. В формальной логике был разработан метод резолюций. В 70-х гг. XX в., однако, большинство исследователей пришли к выводу, что не существует универсальной системы представления процедурных знаний, пригодной для всех областей деятельности. Подтверждением этому служит высокая ценность специалистов-экспертов в узких предметных областях. Была сформулирована проблема представления знаний.

Проблема представления знаний заключается в несоответствии между сведениями о зависимостях данной предметной области, имеющимися у специалиста, методами, используемыми им при решении задач, и возможностями формального (однозначно-ограниченного) представления такой информации в ЭВМ. Часто проблема осложняется трудностями для эксперта по формулированию в явном виде имеющихся у него знаний.

Общая проблема представления знаний включает ряд частных проблем:

- представление декларативных знаний как данных, наделенных семантикой (фактов);
- представление процедурных знаний как отношений между элементами модели, в том числе в виде процедур и функций;
- представление метазнаний – правил обработки фактов, способов организации логического вывода, методов решения задач пользователем, порождения новых знаний и т. д.

В настоящее время разработано множество моделей представления знаний. Имея обобщенное название, они различаются по идеям, лежащим в их основе, с точки зрения математической обоснованности. Типы моделей показаны на рисунке.



Первый подход, называемый эмпирическим, основан на изучении принципов организации человеческой памяти и моделировании механизмов решения задач человеком. На основе этого подхода в настоящее время разработаны и получили наибольшую известность следующие модели:

- продукционные модели – модель основанная на правилах, позволяет представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие». Продукционная модель обладает тем недостатком, что при накоплении достаточно большого числа (порядка нескольких сотен) продукций они начинают противоречить друг другу;
- сетевые модели (или семантические сети) – в инженерии знаний под ней подразумевается граф, отображающий смысл целостного образа. Узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами. Обладает тем недостатком, что однозначного определения семантической сети в настоящее время отсутствует;
- фреймовая модель – основывается на таком понятии как фрейм (англ. frame – рамка, каркас). Фрейм – структура данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах. Слоты могут быть терминальными либо являться сами фреймами, т.о. образуя целую иерархическую сеть.

Более подробно эти модели рассматриваются в соответствующих статьях. Условно в группу эмпирического подхода можно включить нейронные сети и генетические алгоритмы, относящиеся к бионическому (основано на предположении о том, что если в искусственной системе воспроизвести структуры и процессы человеческого мозга, то и результаты решения задач такой системой будут подобны результатам, получаемым человеком) направлению искусственного интеллекта. Особенностью моделей этого типа является широкое использование эвристик, что в каждом случае требует доказательства правильности получаемых решений.

Второй подход можно определить как теоретически обоснованный, гарантирующий правильность решений. Он в основном представлен моделями, основанными на формальной логике (исчисление высказываний, исчисление предикатов), формальных грамматиках, комбинаторными моделями, в частности моделями конечных проективных

геометрий, теории графов, тензорными и алгебраическими моделями. В рамках этого подхода до настоящего времени удавалось решать только сравнительно простые задачи из узкой предметной области.

### **Тема 3. Нейронные сети**

1. Понятие о нейронной сети.
2. Структура нейронных сетей.
3. Модели представления и обработки информации в нейронной сети.
4. Оптимальные модели нейронных сетей.

*Искусственные нейронные сети (ИНС)* – вид математических моделей, которые строятся по принципу организации и функционирования их биологических аналогов – сетей нервных клеток (нейронов) мозга. В основе их построения лежит идея о том, что нейроны можно моделировать довольно простыми автоматами (называемыми искусственными нейронами), а вся сложность мозга, гибкость его функционирования и другие важнейшие качества определяются связями между нейронами.

История ИНС начинается с 1943 года, когда У. Маккалок и У. Питтс предложили первую модель нейрона и сформулировали основные положения теории функционирования человеческого мозга. С тех пор теория прошла довольно большой путь, а что касается практики, то годовой объем продаж на рынке ИНС в 1997 году составлял 2 млрд. долларов с ежегодным приростом в 50%.

Спрашивается, зачем нужны нейронные сети. Дело в том, что существует множество задач, которые трехлетний ребенок решает лучше, чем самые мощные вычислительные машины. Рассмотрим, например задачу распознавания образов. Пусть у нас есть некоторая картинка (дерево и кошка). Требуется понять, что на ней изображено и где. Если вы попытаетесь написать программу решающую данную задачу, вам придется, последовательно перебирая отдельные пиксели этой картинки, в соответствии с некоторым критерием решить, какие из них принадлежат дереву, какие кошке, а какие ни тому, ни другому. Сформулировать же такой критерий, что такое дерево, – очень нетривиальная задача.

Тем не менее мы легко распознаем деревья, и в жизни и на картинках, независимо от точки зрения и освещенности. При этом мы не формулируем никаких сложных критериев. В свое время родители показали нам, что это такое, и мы поняли. На этом примере можно сформулировать несколько принципиальных отличий в обработке информации в мозге и в обычной вычислительной машине:

*Способность к обучению на примерах.*

Способность к обобщению. То есть мы, не просто запомнили все примеры виденных деревьев, мы создали в мозгу некоторый идеальный образ абстрактного дерева. Сравнивая с ним любой объект, мы сможем сказать, похож он на дерево или нет.

Еще одно видное на этой задаче отличие это параллельность обработки информации. Мы не считываем картинку по пикселям, мы видим ее целиком и наш мозг целиком ее и обрабатывает.

Еще, что хотелось бы добавить к этому списку отличий это поразительная надежность нашего мозга. К старости некоторые структуры мозга теряют до 40% нервных клеток. При этом многие остаются в здравом уме и твердой памяти.

Наконец еще, что хотелось отметить – это ассоциативность нашей памяти. Это способность находить нужную информацию по ее малой части.

Хотелось бы понять, какие именно особенности организации позволяют мозгу работать столь эффективно. Рассмотрим вкратце, как он устроен. Все, наверное, знают, что мозг состоит из нервных клеток (нейронов). Всего их ~10<sup>12</sup> штук.

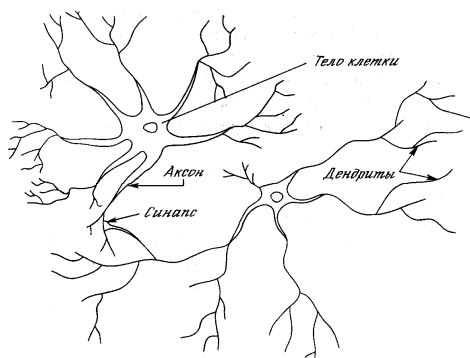


Рис.. Биологический нейрон.

Изобразим схематично отдельный нейрон. Он имеет один длинный, ветвящийся на конце отросток – аксон и множество мелких ветвящихся отростков – дендритов. Известно, что в ответ на возбуждение нейрон может генерировать нервный импульс, распространяющийся вдоль аксона. О его природе вам должны были рассказывать в курсе биофизики. То есть это волна деполяризации мембраны нейрона. Она является автоволной, то есть ее форма и скорость распространения не зависят от того, как и из-за чего она возникла. Доходя до конца аксона, она вызывает выделение веществ, называемых нейромедиаторами. Воздействуя на дендриты других нейронов, они могут в свою очередь вызвать появление в них нервных импульсов.

Давайте запишем, что нейрон является типичным элементом, действующим по принципу «все или ничего». Когда суммарный сигнал, приходящий от других нейронов, превышает некоторое пороговое значение, генерируется стандартный импульс. В противном случае нейрон остается в состоянии покоя.

Биологический нейрон – сложная система, математическая модель которой до конца не построена. Как я уже говорил в самом начале в основе теории ИНС лежит предположение о том, что вся эта сложность несущественна, а свойства мозга объясняются характером их соединения. Поэтому вместо точных математических моделей нейронов используется простая модель так называемого формального нейрона.

Он имеет входы, куда подаются некоторые числа  $x_1, \dots, x_n$ . Затем стоит блок, называемый адаптивным сумматором. На его выходе мы имеем взвешенную сумму входов:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i \quad (1)$$

Затем она подается на нелинейный преобразователь и на выходе мы имеем:

$$y = F(S) \quad (2)$$

Функция  $F$  нелинейного преобразователя называется активационной функцией нейрона. Исторически первой была модель, в которой в качестве активационной функции использовалась ступенчатая функция или функция единичного скачка:

$$F(S) = \begin{cases} 0, & S < 0, \\ 1, & S \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

То есть по аналогии с биологическим нейроном, когда суммарное воздействие на входе превысит критическое значение, генерируется импульс 1. Иначе нейрон остается в состоянии покоя, то есть выдается 0.

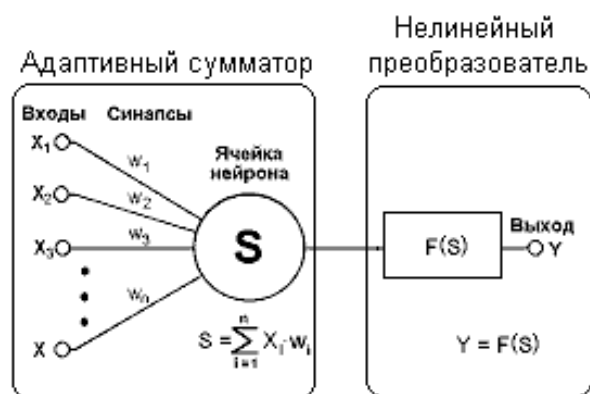


Рис. Искусственный нейрон.

Существует множество других функций активации. Одной из наиболее распространенных является логистическая функция (сигмоид).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (4)$$

При уменьшении  $\alpha$  сигмоид становится более пологим, в пределе при  $\alpha=0$  вырождаясь в горизонтальную линию на уровне 0.5, при увеличении  $\alpha$  сигмоид приближается по внешнему виду к функции единичного скачка с порогом в точке  $x=0$ . Одно из ценных свойств сигмоидной функции – простое выражение для ее производной, применение которого будет рассмотрено в дальнейшем.

$$f'(x) = \alpha \cdot f(x) \cdot (1 - f(x)) \quad (5)$$

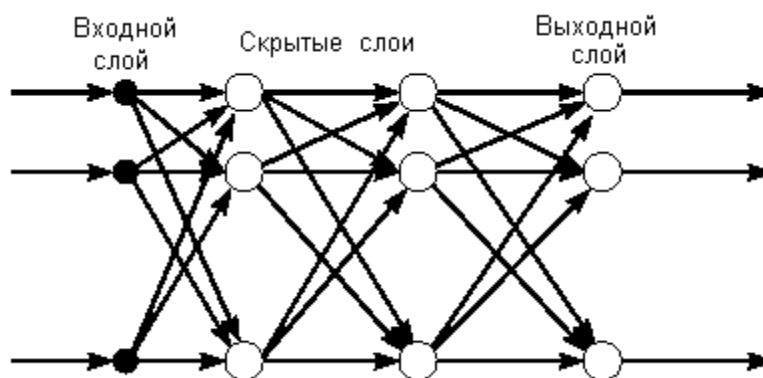
Теперь рассмотрим, как из таких нейронов можно составлять сети из таких нейронов. Строго говоря, как угодно, но такой произвол слишком необозрим. Поэтому выделяют несколько стандартных архитектур, из которых путем вырезания лишнего или добавления строят большинство используемых сетей. Можно выделить две базовые архитектуры: полносвязные и многослойные сети.

В полносвязных нейронных сетях каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам, в том числе и самому себе. Все входные сигналы подаются всем нейронам. Выходными сигналами сети могут быть все или некоторые выходные сигналы нейронов после нескольких тактов функционирования сети.

В многослойных нейронных сетях (их часто называют перцептронами) нейроны объединяются слоями. Слой содержит совокупность нейронов с едиными входными сигналами. Число нейронов в слое может быть любым и не зависит от количества нейронов в других слоях. В общем случае сеть состоит из нескольких слоев, пронумерованных слева на право. Внешние входные сигналы подаются на входы нейронов входного слоя (его часто нумеруют как нулевой), а выходами сети являются выходные сигналы последнего слоя. Кроме входного и выходного слоев в многослойной нейронной сети есть один или несколько так называемых скрытых слоев.

В свою очередь, среди многослойных сетей выделяют:

Сети прямого распространения (feedforward networks) – сети без обратных связей. В таких сетях нейроны входного слоя получают входные сигналы, преобразуют их и передают нейронам первого скрытого слоя, и так далее вплоть до выходного, который выдает сигналы для интерпретатора и пользователя. Если не оговорено противное, то каждый выходной сигнал  $n$ -го слоя передается на вход всех нейронов  $(n+1)$ -го слоя;



однако возможен вариант соединения  $n$ -го слоя с произвольным  $(n+r)$ -м слоем. Пример слоистой сети представлен на рисунке 4.

2. Сети с обратными связями (recurrent networks). В сетях с обратными связями информация передается с последующих слоев на предыдущие. Следует иметь в виду, что после введения обратных связей сеть уже не просто осуществляет отображение множества

входных векторов на множество выходных, она превращается в динамическую систему и возникает вопрос об ее устойчивости.

Возникает вопрос, как подобрать такие весовые коэффициенты, чтобы сеть решала задачу распознавания или аппроксимировала некоторую функцию? Замечательное свойство нейронных сетей состоит в том, что их этому можно научить.

*Алгоритмы обучения бывают 3-х видов:*

*Обучение с учителем.* При этом сети предъявляется набор обучающих примеров. Каждый обучающий пример представляют собой пару: вектор входных значений и желаемый выход сети. Скажем, для обучения предсказанию временных рядов это может быть набор нескольких последовательных значений ряда и известное значение в следующий момент времени. В ходе обучения весовые коэффициенты подбираются таким образом, чтобы по этим входам давать выходы максимально близкие к правильным.

*Обучение с поощрением.* При этом сети не указывается точное значение желаемого выхода, однако, ей выставляется оценка хорошо она поработала или плохо.

*Обучение без учителя.* Сети предъявляются некоторые входные векторы и в ходе их обработки в ней происходят некоторые процессы самоорганизации, приводящие к тому, что сеть становится способной решать какую-то задачу.

Хотя многие задачи успешно решаются с помощью нейронных сетей, нужно понимать, что путь от нынешнего состояния работ в этой области к глубокому пониманию принципов работы мозга, по-видимому, очень длинен. Модели в виде нейросетей скорее отвечают на вопрос, как могли бы работать те или иные системы, в каких-то чертах согласующиеся с данными об архитектуре, функциях и особенностях мозга. Тем не менее исследования в нейронауке уже открыли пути для создания новых компьютерных архитектур и наделению вычислительных систем своеобразной интуицией, способностью к обучению и обобщению поступающей информации, то есть возможностями, которые раньше считались прерогативами живых систем.

#### ***Тема 4 Машинное зрение.***

5. Машинное зрение.
  1. Постановка задачи распознавания образов.
  2. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.
  3. Распознавание трехмерных объектов.

Компанией "Бит" была разработана специальная технология распознавания символов, которая получила название "Фонтанного преобразования", а на ее основе - коммерческий продукт, получивший высокую оценку. Это система оптического распознавания Fine Reader.

*Основные принципы или целостность восприятия*

В основе фонтанного преобразования лежит принцип целостности. В соответствии с ним любой воспринимаемый объект рассматривается как целое, состоящее из частей, связанных между собой определенными отношениями. Так, например, печатная страница состоит из статей, статья - из заголовка и колонок, колонка - из абзацев, абзацы - из строк, строки - из слов, слова - из букв. При этом все перечисленные элементы текста связаны между собой определенными пространствами и языковыми отношениями.

Для выделения целого требуется определить его части. Части же, в свою очередь, можно рассматривать только в составе целого. Поэтому целостный процесс восприятия может происходить только в рамках гипотезы о воспринимаемом объекте - целом. После того как выдвинуто предположение о воспринимаемом объекте, выделяются и интерпретируются его части. Затем предпринимается попытка "собрать" из них целое,

чтобы проверить правильность исходной гипотезы. Разумеется, воспринимаемый объект может интерпретироваться в рамках более крупного целого.

Так, читая предложение, человек узнает буквы, воспринимает слова, связывает их в синтаксические конструкции и понимает смысл.

В технических системах любое решение при распознавании текста принимается неоднозначно, а путем последовательного выдвижения и проверки гипотез и привлечения как знаний о самом исследуемом объекте, так и общего контекста. Целостное описание класса объектов восприятия отвечает двум условиям: во - первых, все объекты данного класса удовлетворяют этому описанию, а во- вторых, ни один объект другого класса не удовлетворяют ему. Например, класс изображений буквы "К" должен быть описан так, чтобы любое изображение буквы "К" в него попадало, а изображение всех других букв - нет. Такое описание обладает свойством отображаемости, то есть обеспечивает воспроизведение описываемых объектов: эталон буквы для системы OCR позволяет визуально воспроизвести букву, эталон слова для распознавания речи позволяет произнести слово, а описание структуры предложения в синтаксическом анализаторе позволяет синтезировать правильное предложение. С практической точки зрения отображаемость играет огромную роль, поскольку позволяет эффективно контролировать качество описаний.

*Существует два вида целостного описания: шаблонное и структурное.*

В первом случае описание представляет собой изображение в растровом или векторном представлении, и задан класс преобразований (например, повтор, масштабирование и пр.).

Во втором случае описание представляется в виде графа, узлами которого являются составляющие элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. В свою очередь элементы могут оказаться сложными (то есть иметь свое описание).

Конечно, шаблонное описание проще в реализации, чем структурное. Однако оно не может использоваться для описания объектов с высокой степенью изменчивости. Шаблонное описание, к примеру, может приниматься для распознавания только печатных символов, а структурное - еще и для рукописных.

Целостность восприятия предлагает два важных архитектурных решения. Во первых, все источники знания должны работать по возможности одновременно. Нельзя, например, сначала распознать страницу, а затем подвергнуть ее словарной и контекстной обработке, поскольку в этом случае невозможно будет осуществить обратную связь от контекстной обработки к распознаванию. Во вторых, исследуемый объект должен представляться и обрабатываться по возможности целиком.

Первый шаг восприятия - это формирование гипотезы о воспринимаемом объекте. Гипотеза может формироваться как на основе априорной модели объекта, контекста и результатов проверки предыдущих гипотез (процесс "сверху - вниз"), так и на основе предварительного анализа объекта ("снизу - вверх"). Второй шаг - уточнение восприятия (проверка гипотезы), при котором производится дополнительный анализ объекта в рамках выдвинутой гипотезы и в полную силу привлекается контекст.

Для удобства восприятия необходимо провести предварительную обработку объекта, не потеряв при этом существенной информации о нем. Обычно предварительная обработка сводится к преобразованию входного объекта в представление, удобное для дальнейшей работы (например, векторизация изображения), или получение всевозможных вариантов сегментации входного объекта, из которого путем выдвижения и проверки гипотез выбирается правильный. Процесс выдвижения и проверки гипотез должен быть явно отражен в архитектуре программы. Каждая гипотеза должна быть объектом, который можно было бы оценить или сравнить с другими. Поэтому обычно гипотезы выдвигаются последовательно, а затем объединяются в список и сортируются на основе



предварительной оценке. Для окончательного же выбора гипотезы активно используется контекст и другие дополнительные источники знаний.

#### *Распознавание символов*

Сегодня известно три подхода к распознаванию символов - шаблонный, структурный и признаковый. Но принципу целостности отвечает лишь первые два.

Шаблонное описание проще в реализации, однако, в отличие от структурного, оно не позволяет описывать сложные объекты с большим разнообразием форм. Именно поэтому шаблонное описание применяется для распознавания лишь печатных символов, в то время как структурное - для рукописных, имеющих, естественно, гораздо больше вариантов начертания.

*Шаблонные системы.* Такие системы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные системы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных данных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им "известны". И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от эталонного, шаблонные системы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений!

*Структурные системы.* В таких системах объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. Системы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии. Так, для буквы "р" - это вертикальный отрезок и дуга.

К недостаткам структурных систем следует отнести их высокую чувствительность к дефектам изображения, нарушающим составляющие элементы. Также векторизация может добавить дополнительные дефекты. Кроме того, для этих систем, в отличие от шаблонных и признаковых, до сих пор не созданы эффективные автоматизированные процедуры обучения. Поэтому для Fine Reader структурные описания пришлось создать в ручную.

*Признаковые системы.* В них усредненное изображение каждого символа представляется как объект в n-мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный n-мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к наиболее подходящему из них. Признаковые системы не отвечают принципу целостности. Необходимое, но недостаточное условие целостности описания класса объектов (в нашем случае это класс изображений, представляющих один символ) состоит в том, что описанию должны удовлетворять все объекты данного класса и ни один из объектов других классов. Но поскольку при вычислении признаков теряется существенная часть информации, трудно гарантировать, что к данному классу удастся отнести только <родные> объекты.

#### *Структурно-пятенный эталон*

Фонтовое преобразование совмещает в себе достоинства шаблонной и структурной систем и, по нашему мнению, позволяет избежать недостатков, присущих каждой из них по отдельности. В основе этой технологии лежит использование структурно-пятенного эталона. Он позволяет представить изображения в виде набора пятен, связанных между собой n-арными отношениями, задающими структуру символа. Эти отношения (то есть расположение пятен друг относительно друга) образуют структурные элементы, составляющие символ. Так, например, отрезок - это один тип n-арных отношений между пятнами, эллипс - другой, дуга - третий. Другие отношения задают пространственное расположение образующих символ элементов.

#### *В эталоне задаются:*

- имя;

- обязательные, запрещающие и необязательные структурные элементы;
- отношения между структурными элементами;
- отношения, связывающие структурные элементы с описывающим прямоугольником символа;
- атрибуты, используемые для выделения структурных элементов;
- атрибуты, используемые для проверки отношений между элементами;
- атрибуты, используемые для оценки качества элементов и отношений;
- позиция, с которой начинается выделение элемента (отношения локализации элементов).

### ***Тема 5. Распознавание речи***

1. Системы понимания естественного языка, машинный перевод.
2. Трудности распознавания естественного языка.
3. Распознавание рукописных и печатных текстов.
4. Подходы к распознаванию символов.
5. Распознавание речи. Задачи. Особенности.
6. Классификация систем распознавания речи.

#### *Предпосылки возникновения систем понимания естественного языка*

Мало кто знает, как человек общался с первыми вычислительными машинами. Происходило это так: оператор, используя провода с разъемами на концах, соединял между собой триггеры (из которых, собственно, и состояла машина) таким образом, чтобы при запуске выполнялась нужная последовательность команд. Внешне это очень напоминало манипуляции телефонных АТС начала века, а по сути - было очень квалифицированной работой. Можно сказать, программирование тогда осуществлялось даже не в машинных командах, а на аппаратном уровне. Потом задача упростилась: последовательность нужных команд стали записывать непосредственно в память машины. Для ввода информации стали применяться более производительные устройства. Сначала это были группы тумблеров, переключая которые, оператор (или программист - тогда эти понятия означали одно и то же) мог набрать нужную команду и ввести ее в память машины. Затем появились перфокарты. Следом - перфоленты. Скорость общения с машиной возросла, число ошибок, возникающих при вводе, резко уменьшилось. Но сущность этого общения, его характер - не изменились.

Возможность впервые пообщаться напрямую появилась на так называемых малых машинах. Неизгладимы впечатления от знакомства с диалоговым интерфейсом. Это было чудовищное порождение советской промышленности под поэтическим названием "Наири". Тогда диковинная возможность отстучать на клавиатуре адресованную непосредственно машине команду и получить осмысленный отклик казалась чудом. Особенно если до тех пор весь процесс общения с машиной заключался в передаче в руки лаборанта колоды перфокарт. С тем чтобы через пару дней получить назад эту колоду с комментарием: "У вас тут ошибка, программа не пошла". Измученным такого рода пользователям скудный диалоговый режим командной строки казался верхом совершенства. Именно ему сначала малые ЭВМ, а потом и персоналки во многом обязаны своим триумфальным шествием. Любой потребитель компьютерных услуг мог, не вдаваясь в технические трудности и выучив всего пару десятков команд операционной системы, общаться с компьютером без посредников. Тогда впервые возникло такое понятие, как "юзер", и именно появлению диалогового режима история приписывает взлет и расцвет многих компьютерных компаний, таких, например, как DEC. А потом появился его величество интерфейс графический: отпала нужда в знании вообще каких-либо команд, и юзер стал общаться со своим железным другом на интуитивно понятном языке жестов. На горизонте замаячил призрак звукового интерфейса...

*Построение речевого интерфейса распадается на три составляющие.*

Первая задача состоит в том, чтобы компьютер мог "понять" то, что ему говорит человек, то есть он должен уметь извлекать из речи человека полезную информацию.

Вторая задача состоит в том, чтобы компьютер воспринял смысл сказанного.

Третья задача состоит в том, чтобы компьютер мог преобразовать информацию, с которой он оперирует, в речевое сообщение, понятное человеку.

Пока окончательное решение существует только для третьей. По сути, синтез речи - это чисто математическая задача, которая в настоящее время решена на довольно хорошем уровне. И в ближайшее время, скорее всего, будет совершенствоваться только ее техническая реализация. Уже есть разного рода программы для чтения вслух текстовых файлов, озвучкой диалоговых окон, пунктов меню и могу засвидетельствовать, что с генерацией разборчивых текстовых сообщений они справляются без проблем. Препятствием для окончательного решения первой задачи служит то, что никто до сих пор толком не знает, каким образом можно расчленить нашу речь, чтобы извлечь из нее составляющие, в которых содержится смысл. В том звуковом потоке, который мы выдаем при разговоре, нельзя различить ни отдельных букв, ни слогов: даже, казалось бы, одинаковые буквы и слоги в разных словах на спектрограммах выглядят по-разному. Тем не менее многие фирмы уже имеют свои методики (увы, тщательно скрываемые), позволяющие худо-бедно решить эту задачу. Во всяком случае, после предварительной тренировки современные системы распознавания речи работают довольно сносно и делают ошибок не больше, чем делали оптические системы распознавания печатных символов лет пять-семь назад. Что касается второй задачи, то она, по мнению большинства специалистов, не может быть решена без помощи систем искусственного интеллекта. Большие надежды есть на появление так называемых квантовых компьютеров. Если же подобные устройства появятся, это будет означать качественный переворот в вычислительных технологиях. Поэтому пока удел речевого интерфейса - всего лишь дублирование голосом команд, которые могут быть введены с клавиатуры или при помощи мыши. А здесь его преимущества сомнительны. Впрочем, есть одна область, которая для многих может оказаться очень привлекательной. Это речевой ввод текстов в компьютер. Действительно, чем стучать по клавиатуре, гораздо удобнее продиктовать все компьютеру, чтобы он записал услышанное в текстовый файл. Здесь вовсе не требуется, чтобы компьютер осмысливал услышанное, а задача перевода речи в текст более или менее решена. Недаром большинство выпускаемых ныне программ "речевого интерфейса" ориентированы именно на ввод речи.

Хотя и здесь есть место для скепсиса. Если читать вслух, четко выговаривая слова, с паузами, монотонно, как это требуется для системы распознавания речи, то на машинописную страничку у меня уйдет пять минут.

С одной стороны, успели сформироваться устойчивые стереотипы и предубеждения, с другой - несмотря на почти полвека настойчивых усилий не нашли разрешения концептуальные вопросы, стоявшие еще перед родоначальниками речевого ввода.

Первый - и, пожалуй, основной - вопрос касается области применения. Поиск приложений, где распознавание речи могло бы продемонстрировать все свои достоинства, вопреки устоявшемуся мнению, является задачей далеко не тривиальной. Сложившаяся практика применения компьютеров вовсе не способствует широкому внедрению речевого интерфейса.

Рассмотрим перспективу и основные проблемы применения систем речевого ввода текстов, особенно активно продвигаемых в последнее время. Для сравнения: спонтанная речь произносится со средней скоростью 2,5 слов в секунду, профессиональная машинопись - 2 слова в секунду, непрофессиональная - 0,4. Таким образом, на первый взгляд, речевой ввод имеет значительное превосходство по производительности. Однако оценка средней скорости диктовки в реальных условиях снижается до 0, слова в секунду в связи с необходимостью четкого произнесения слов при речевом вводе и достаточно

высоким процентом ошибок распознавания, нуждающихся в корректировке. Речевой интерфейс естественен для человека и обеспечивает дополнительное удобство при наборе текстов. Однако даже профессионального диктора может не обрадовать перспектива в течение нескольких часов диктовать малопонятливому и немому (к этому еще вернемся) компьютеру. Кроме того, имеющийся опыт эксплуатации подобных систем свидетельствует о высокой вероятности заболевания голосовых связок операторов, что связано с неизбежной при диктовке компьютеру монотонностью речи.

Часто к достоинствам речевого ввода текста относят отсутствие необходимости в предварительном обучении. Однако одно из самых слабых мест современных систем распознавания речи - чувствительность к четкости произношения - приводит к потере этого, казалось бы, очевидного преимущества. Печатать на клавиатуре оператор учится в среднем 1-2 месяца. Постановка правильного произношения может занять несколько лет. Кроме того, дополнительное напряжение - следствие сознательных и подсознательных усилий по достижению более высокой распознаваемости - совсем не способствует сохранению нормального режима работы речевого аппарата оператора и значительно увеличивает риск появления специфических заболеваний. Существует и еще одно неприятное ограничение применимости, сознательно не упоминаемое, на мой взгляд, создателями систем речевого ввода. Оператор, взаимодействующий с компьютером через речевой интерфейс, вынужден работать в звукоизолированном отдельном помещении либо пользоваться звукоизолирующим шлемом. Иначе он будет мешать работе своих соседей по офису, которые, в свою очередь, создавая дополнительный шумовой фон будут значительно затруднять работу речевого распознавателя. Таким образом, речевой интерфейс вступает в явное противоречие с современной организационной структурой предприятий, ориентированных на коллективный труд. Ситуация несколько смягчается с развитием удаленных форм трудовой деятельности, однако еще достаточно долго самая естественная для человека производительная и потенциально массовая форма пользовательского интерфейса обречена на узкий круг применения.

Ограничения применимости систем распознавания речи в рамках наиболее популярных традиционных приложений заставляют сделать вывод о необходимости поиска потенциально перспективных для внедрения речевого интерфейса приложений за пределами традиционной офисной сферы, что подтверждается коммерческими успехами узкоспециализированных речевых систем.

#### Примеры системы обработки естественного языка

Самый успешный на сегодня проект коммерческого применения распознавания речи - телефонная сеть фирмы AT&T. Клиент может запросить одну из пяти категорий услуг, используя любые слова. Он говорит до тех пор, пока в его высказывании встретится одно из пяти ключевых слов. Эта система в настоящее время обслуживает около миллиарда звонков в год. Данный вывод находится в противоречии с устоявшимися широко распространенными стереотипами и ожиданиями. Несмотря на то, что одним из наиболее перспективных направлений для внедрения систем распознавания речи может стать сфера компьютерных игр, узкоспециализированных реабилитационных программ для инвалидов, телефонных и информационных систем, ведущие разработчики речевого распознавания наращивают усилия по достижению универсализации и увеличения объемов словаря даже в ущерб сокращению процедуры предварительной настройки на диктора. А между тем именно эти приложения представляют очень низкие требования к объему распознаваемого словаря наряду с жесткими ограничениями, налагаемыми на предварительную настройку. Более того, распознавание спонтанной слитной речи практически топчется на месте с 70-х годов силу неспособности компьютера эффективно анализировать неакустические характеристики речи. Даже Билл Гейтс, являющийся собой в смысле идеал прагматизма, оказался не свободен от исторически сложившихся стереотипов.

Структура идеализированной системы автоматического синтеза речи состоит из нескольких блоков.

- Определение языка текста
- Нормализация текста
- Лингвистический анализ: синтаксический, морфемный анализ и т.д.
- Формирование просоидических характеристик
- Фонемный транскриптор
- Формирование управляющей информации
- Получение звукового сигнала

#### *Классификация систем распознавания речи*

1. Классификация по назначению: командные системы, системы диктовки текста.
2. По потребительским качествам: диктороориентированные (тренируемые на конкретного диктора), дикторонезависимые, распознающие отдельные слова, распознающие слитную речь.
3. По механизмам функционирования: простейшие (корреляционные) детекторы; экспертные системы с различным способом формирования и обработки базы знаний; вероятностно-сетевые модели принятия решения, в том числе нейронные сети.

#### **Тема 6. Экспертные системы**

1. Понятие об экспертной системе (ЭС).
2. Общая характеристика ЭС.
3. Виды ЭС и типы решаемых задач.
4. Структура и режимы экспертной системы.
5. Классификация экспертных систем. Этапы разработки ЭС: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.
6. Организация знаний в ЭС.
7. Интеллектуальные информационные ЭС.

**Экспертные системы** - это направление исследований в области искусственного интеллекта по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов в заданной предметной области.

#### *Базовые функции экспертных систем*

- Представление знаний
- Управление процессом поиска решения
- Разъяснение принятого решения

#### *Преимущества экспертных систем:*

- **Постоянство.** Экспертные системы ничего не забывают в отличие от человека-эксперта.
- **Воспроизводимость.** Можно сделать любое количество копий экспертной системы, а обучение новых экспертов отнимает много времени и средств.
- **Эффективность.** Может увеличить производительность и уменьшать затраты персонала.
- **Постоянство.** С использованием экспертных систем подобные транзакции обрабатываются одним и тем же способом. Система будет делать сопоставимые рекомендации для похожих ситуаций.
- **Влияние на людей.** Новый эффект (самая современная информация, имеющая влияние на здравый смысл). Главный эффект (ранняя информация доминирует над здравым смыслом).

- Документация. Экспертная система может документировать процесс решения.
- Законченность. Экспертная система может выполнять обзор всех транзакций, а человек-эксперт сможет сделать обзор только отдельной выборки.
- Своевременность. Погрешности в конструкциях и/или могут быть своевременно найдены.
- Широта. Могут быть объединены знания многих экспертов, что дает системе больше широты, чем с вероятностью может достичь один человек.
- Снижение риска ведения дела благодаря последовательности принятия решения документированности и компетентности.

#### *Недостатки экспертных систем:*

- Здравый смысл. В дополнение к широкому техническому знанию, человек-эксперт имеет здравый смысл. Еще не известно, как заложить здравый смысл в экспертные системы.
- Творческий потенциал. Человек-эксперт может реагировать творчески на необычные ситуации, экспертные системы не могут.
- Обучение. Человек-эксперт автоматически адаптируется к изменению среды; экспертные системы нужно явно модифицировать.
- Сенсорный опыт. Человек-эксперт располагает широким диапазоном сенсорного опыта; экспертные системы в настоящее время основаны на вводе символов.

Экспертные системы не хороши, если решения не существует или когда проблема лежит вне области их компетенции.

#### *Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных компонентов:*

- решателя (интерпретатора);
- рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД);
- базы знаний (БЗ);
- компонентов приобретения знаний;
- объяснительного компонента;
- диалогового компонента.

**База данных (рабочая память)** предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах (ИПС) и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных (в первую очередь долгосрочных), хранимых в системе.

**База знаний (БЗ)** в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

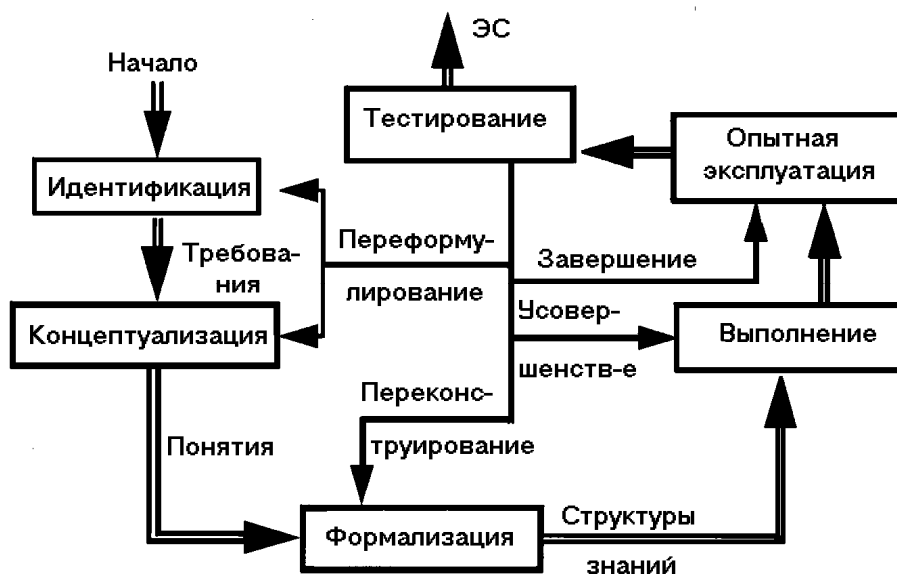
**Решатель**, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.

**Компонент** приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

**Объяснительный компонент** объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату.

#### *Этапы разработки ЭС*

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование и опытная эксплуатация.



### **Тема 7. Тенденции развития систем искусственного интеллекта**

1. Состояние и тенденции развития искусственного интеллекта.
2. Успехи систем искусственного интеллекта и их причины.
3. Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта.

Программные средства, базирующиеся на технологии и методах искусственного интеллекта, получили значительное распространение в мире. Их важность, и, в первую очередь, экспертных систем и нейронных сетей, состоит в том, что данные технологии существенно расширяют круг практически значимых задач, которые можно решать на компьютерах, и их решение приносит значительный экономический эффект. В то же время, технология экспертных систем является важнейшим средством в решении глобальных проблем традиционного программирования: длительность и, следовательно, высокая стоимость разработки приложений; высокая стоимость сопровождения сложных систем; повторная используемость программ и т.п. Кроме того, объединение технологий экспертных систем и нейронных сетей с технологией традиционного программирования добавляет новые качества к коммерческим продуктам за счет обеспечения динамической модификации приложений пользователем, а не программистом, большей "прозрачности" приложения (например, знания хранятся на ограниченном естественном языке, что не требует комментариев к ним, упрощает обучение и сопровождение), лучших графических средств, пользовательского интерфейса и взаимодействия.

По мнению специалистов, в недалекой перспективе экспертные системы будут играть ведущую роль во всех фазах проектирования, разработки, производства, распределения, продажи, поддержки и оказания услуг. Их технология, получив коммерческое распространение, обеспечит революционный прорыв в интеграции приложений из готовых интеллектуально-взаимодействующих модулей.

Коммерческий рынок продуктов искусственного интеллекта в мире в 1993 году оценивался примерно в 0,9 млрд. долларов; из них 600 млн. приходится на долю США. Выделяют несколько основных направлений этого рынка:

- 1) экспертные системы; теперь их часто обозначают еще одним термином - "системы, основанные на знаниях";
- 2) нейронные сети и "размытые" (fuzzy) логики;
- 3) естественно-языковые системы.

В США в 1993 году рынок между этими направлениями распределился так: экспертные системы - 62%, нейронные сети - 26%, естественно-языковые системы - 12%. Рынок этот можно разделить и иначе: на системы искусственного интеллекта (приложения) и инструментальные средства, предназначенные для автоматизации всех этапов существования приложения. В 1993 году в общем объеме рынка США доля приложений составила примерно две, а доля инструментария - примерно одну треть.

Одно из наиболее популярных направлений последних пяти лет связано с понятием автономных агентов. Их нельзя рассматривать как "подпрограммы", - это скорее прислуга, даже компаньон, поскольку одной из важнейших их отличительных черт является автономность, независимость от пользователя. Идея агентов опирается на понятие делегирования своих функций. Другими словами, пользователь должен довериться агенту в выполнении определенной задачи или класса задач. Всегда существует риск, что агент может что-то перепутать, сделать что-то не так. Следовательно, доверие и риск должны быть сбалансированными. Автономные агенты позволяют существенно повысить производительность работы при решении тех задач, в которых на человека возлагается основная нагрузка по координации различных действий.

В том, что касается автономных (интеллектуальных) агентов, хотелось бы отметить один весьма прагматический проект, который сейчас ведется под руководством профессора Генри Либермана в Media-лаборатории MIT (MIT Media Lab). Речь идет об агентах, отвечающих за автоматическое генерирование технической документации. Для решения этой задачи немало сделал в свое время академик Андрей Петрович Ершов, сформулировавший понятие деловой прозы как четко определенного подмножества естественного языка, которое может быть использовано, в частности, для синтеза технической документации (это одно из самых узких мест в любом производстве). Группа под руководством профессора Либермана исследует возможности нового подхода к решению этой проблемы, теперь уже на основе автономных агентов.

Следующее направление в области искусственной жизни - генетическое программирование (genetic programming) - является попыткой использовать метафору генной инженерии для описания различных алгоритмов. Строки (string) искусственной "генетической" системы аналогичны хромосомам в биологических системах. Законченный набор строк называется структурой (structure). Структуры декодируются в набор параметров, альтернативы решений или точку в пространстве решений. Строки состоят из характеристик, или детекторов, которые могут принимать различные значения. Детекторы могут размещаться на разных позициях в строке. Все это сделано по аналогии с реальным миром. В природных системах полный генетический пакет называется генотипом. Организм, который образуется при взаимодействии генотипа с окружающей средой, носит название фенотипа. Хромосомы состоят из генов, которые могут принимать разные значения. (Например, ген цвета для глаза животного может иметь значение "зеленый" и позицию 10).

В генетических алгоритмах роль основных строительных блоков играют строки фиксированной длины, тогда как в генетическом программировании эти строки разворачиваются в деревья, столь знакомые специалистам в области трансляции.

Ныне одним из лидеров в области генетического программирования является группа исследователей из Стэнфордского университета (Stanford University), работающая под руководством профессора Джона Коза. Генетическое программирование вдохнуло новую



жизнь в хорошенько уже подзабытый язык LISP (List Processing), который создавался группой Джона Маккарти (того самого, кто в 60-е годы ввел в наш обиход термин "искусственный интеллект") как раз для обработки списков и функционального программирования. Кстати, именно этот язык в США был и остается одним из наиболее распространенных языков программирования для задач искусственного интеллекта.

Успехи систем искусственного интеллекта и их причины

Использование экспертных систем и нейронных сетей приносит значительный экономический эффект. Так, например:

- American Express сократила свои потери на 27 млн. долларов в год благодаря экспертной системе, определяющей целесообразность выдачи или отказа в кредите той или иной фирме;

- DEC ежегодно экономит 70 млн. долларов в год благодаря системе XCON/XSEL, которая по заказу покупателя составляет конфигурацию вычислительной системы VAX. Ее использование сократило число ошибок от 30% до 1%;

- Sira сократила затраты на строительство трубопровода в Австралии на 40 млн. долларов за счет управляющей трубопроводом экспертной системы, реализованной на базе описываемой ниже системы G2.

Коммерческие успехи к экспертным системам и нейронным сетям пришли не сразу. На протяжении ряда лет (с 1960-х годов) успехи касались в основном исследовательских разработок, демонстрировавших пригодность систем искусственного интеллекта для практического использования. Начиная примерно с 1985 (а в массовом масштабе, вероятно, с 1988-1990 годов), в первую очередь, экспертные системы, а в последние два года и нейронные сети стали активно использоваться в реальных приложениях.

Причины, приведшие системы искусственного интеллекта к коммерческому успеху, следующие:

1. Специализация. Переход от разработки инструментальных средств общего назначения к проблемно/предметно специализированным средствам, что обеспечивает сокращение сроков разработки приложений, увеличивает эффективность использования инструментария, упрощает и ускоряет работу эксперта, позволяет повторно использовать информационное и программное обеспечение (объекты, классы, правила, процедуры).

2. Использование языков традиционного программирования и рабочих станций. Переход от систем, основанных на языках искусственного интеллекта (Lisp, Prolog и т.п.), к языкам традиционного программирования (C, C++ и т.п.) упростил "интегрированность" и снизил требования приложений к быстродействию и емкости памяти. Использование рабочих станций вместо ПК резко увеличило круг возможных приложений методов искусственного интеллекта.

3. Интегрированность. Разработаны инструментальные средства искусственного интеллекта, легко интегрирующиеся с другими информационными технологиями и средствами (с CASE, СУБД, контроллерами, концентраторами данных и т.п.).

4. Открытость и переносимость. Разработки ведутся с соблюдением стандартов, обеспечивающих данные характеристики.

5. Архитектура клиент/сервер. Разработка распределенной информационной системы в данной архитектуре позволяет снизить стоимость оборудования, используемого в приложении, децентрализовать приложения, повысить надежность и общую производительность, поскольку сокращается объем информации, пересылаемой между ЭВМ, и каждый модуль приложения выполняется на адекватном оборудовании.

Перечисленные причины могут рассматриваться как общие требования к инструментальным средствам создания систем искусственного интеллекта.

Из пяти факторов, обеспечивших их успех в передовых странах, в России, пожалуй, полностью не реализованы четыре с половиной (в некоторых отечественных системах осуществлен переход к языкам традиционного программирования, однако они, как правило, ориентированы среду на MS-DOS, а не ОС UNIX или Windows NT. Кроме того, в

России и СНГ в ряде направлений исследования практически не ведутся, и, следовательно, в этих направлениях (нейронные сети; гибридные системы; рассуждения, основанные на прецедентах; рассуждения, основанные на ограничениях) нельзя ожидать и появления коммерческих продуктов.

Итак, в области искусственного интеллекта наибольшего коммерческого успеха достигли экспертные системы и средства для их разработки. В свою очередь, в этом направлении наибольшего успеха достигли проблемно/предметно специализированные средства. Если в 1988 году доход от них составил только 3 млн. долларов, то в 1993 году - 55 млн. долларов.

Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта

Среди специализированных систем, основанных на знаниях, наиболее значимы экспертные системы реального времени, или динамические экспертные системы. На их долю приходится 70 процентов этого рынка.

Значимость инструментальных средств реального времени определяется не столько их бурным коммерческим успехом (хотя и это достойно тщательного анализа), но, в первую очередь, тем, что только с помощью подобных средств создаются стратегически значимые приложения в таких областях, как управление непрерывными производственными процессами в химии, фармакологии, производстве цемента, продуктов питания и т.п., аэрокосмические исследования, транспортировка и переработка нефти и газа, управление атомными и тепловыми электростанциями, финансовые операции, связь и многие другие.

Классы задач, решаемых экспертными системами реального времени, таковы: мониторинг в реальном масштабе времени, системы управления верхнего уровня, системы обнаружения неисправностей, диагностика, составление расписаний, планирование, оптимизация, системы-советчики оператора, системы проектирования.

Статические экспертные системы не способны решать подобные задачи, так как они не выполняют требования, предъявляемые к системам, работающим в реальном времени:

1. Представлять изменяющиеся во времени данные, поступающие от внешних источников, обеспечивать хранение и анализ изменяющихся данных.

2. Выполнять временные рассуждения о нескольких различных асинхронных процессах одновременно (т.е. планировать в соответствии с приоритетами обработку поступивших в систему процессов).

3. Обеспечивать механизм рассуждения при ограниченных ресурсах (время, память). Реализация этого механизма предъявляет требования к высокой скорости работы системы, способности одновременно решать несколько задач (т.е. операционные системы UNIX, VMS, Windows NT, но не MS-DOS).

4. Обеспечивать "предсказуемость" поведения системы, т.е. гарантию того, что каждая задача будет запущена и завершена в строгом соответствии с временными ограничениями. Например, данное требование не допускает использования в экспертной системе реального времени механизма "сборки мусора", свойственного языку Lisp.

5. Моделировать "окружающий мир", рассматриваемый в данном приложении, обеспечивать создание различных его состояний.

6. Протоколировать свои действия и действия персонала, обеспечивать восстановление после сбоя.

7. Обеспечивать наполнение базы знаний для приложений реальной степени сложности с минимальными затратами времени и труда (необходимо использование объектно-ориентированной технологии, общих правил, модульности и т.п.).

8. Обеспечивать настройку системы на решаемые задачи (проблемная/предметная ориентированность).

9. Обеспечивать создание и поддержку пользовательских интерфейсов для различных категорий пользователей.

10. Обеспечивать уровень защиты информации (по категориям пользователей) и предотвращать несанкционированный доступ.

Подчеркнем, что кроме этих десяти требований средства создания экспертных систем реального времени должны удовлетворять и перечисленным выше общим требованиям.

**8. Словарь терминов (глоссарий) по предметному содержанию дисциплины** (*приложение 2*)

## 9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов

Дисциплина/ Семестр/ Специальность/ Преподаватель	Объем аудит. работы			Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрения	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	Сем / Лаб	КСР					
<b>Системы искусственного интеллекта</b> / 7 / Направление «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»/ /Хлобыстова И.Ю.	14	16/14	10	1. Контроль посещаемости лекций 2. Работа на семинарских занятиях 3. Работа на лабораторных занятиях  <u>Контрольные мероприятия</u> 1. балл за контрольную работу 2. баллы за подготовку проектов  <u>Компенсационные мероприятия</u> 1. Письменный реферат по темам практических занятий	14 40 (8*5 б) 35 (7*5 б)  5 10  5	+ 1 балл за до- полнения; + 3 балла за подготовку дополнительного дидактического материала	- 1 балл за не- посещение акад. часа - 3 балла за неготовность или отсутствие на семин. /лабор.занятии - 3 балла за невыполнение в установленные сроки	зачет  допуск к зачету - 65 б. (60%)  «автомат» - 98 б. (90 %)
ИТОГО					109 бал.*			

## 10. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

### Основная литература

1. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы: учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Прикладная информатика в экономике"/А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. - М.: Финансы и статистика, 2004.-424 с. Рек. Мин. образования РФ (2 шт.)
2. Системы искусственного интеллекта [Текст]: практический курс: учеб. пособие /под ред. И. Ф. Астаховой.-М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 .-292 с. :ил. - (Адаптивные и интеллектуальные системы). Доп. УМО (60)
3. Люгер, Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем/Д. Ф. Люгер .-4-е изд . - М. : Вильямс, 2005.-864 с. (2)

### Дополнительная литература

1. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций: учеб. пособие для студентов вузов - М.: Интернет-ун-т информ. технологий, 2005.-206 с. (рек. умо (1 шт.))
2. Башмаков А. И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособия. - М. :Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2005.-304 с. (3)
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. пособие для студ. Вузов.- Спб.: Питер, 2001.- 384 с. - Доп. Мин. Образования РФ (5 шт.)
4. Гаскаров Д. В. Интеллектуальные информационные системы: учебник для студентов вузов. -М.: Высшая школа, 2003.-432с.:ил. Доп. Мин. образования РФ (2 шт.)
5. Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций: учеб.издание. - М.: Физматлит, 2004.-208 с. (3 шт.)
6. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособ. для студ. вузов, обучающихся по спец. 010100 "Математика".- М.: Академия, 2005.-176 с.- (Высшее профессиональное образование: Информатика и вычислительная техника). Рек. УМО (2 шт.)

## 11. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- [www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm](http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm) Гаврилов А.В., Новицкая Ю.В. Разработка экспертных систем
- <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html> Осипов Г. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее
- <http://window.edu.ru/resource/274/69274> Бессмертный И.А. Искусственный интеллект: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/126/34126> Афонин В.Л., Макушкин В.А. Интеллектуальные робототехнические системы: Курс Интернет-университета информационных технологий
- <http://window.edu.ru/resource/677/76677> Новиков Ф.А. Системы представления знаний: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/335/65335> Чулюков В.А., Астахова И.Ф., Потапов А.С., Каширина И.Л., Миловская Л.С., Богданова М.В., Просветова Ю.В. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/355/29355> Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта: Учебное пособие: в 2-х ч. Ч.1

- <http://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/lecture/2408> Сотник С. Проектирование систем искусственного интеллекта : Курс лекций
- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- <http://www.lbai.ru/#:show;labs> Ясницкий Л.Н. Лабораторный практикум по ИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Теоретические вопросы**

**1. Направление развития искусственного интеллекта является (возможно несколько вариантов ответа):**

- 1) мгновенное принятие решений в нестандартной ситуации;
- 2) распознавание образов;
- 3) нейронные сети;
- 4) создание собственных результатов.

**2. В основу логические модели положено:**

- 1) теория алгоритмов;
- 2) теория вероятностей;
- 3) логика предикатов;
- 4) дискретная математика.

**3. Продукцией называется**

- 1) формализация знаний с помощью семантических сетей;
- 2) формализация знаний с помощью правила вида «ЕСЛИ , ТО»;
- 3) формализация знаний с помощью правил;
- 4) формализация знаний с помощью нечеткой логики.

**4. Технология разработки экспертной системы состоит из:**

- 1) 6 этапов;
- 2) 15 этапов;
- 3) 4 этапов;
- 4) 2 этапов.

**5. Извлечение знаний —**

- 1) один из этапов разработки экспертной системы;
- 2) этап программирования экспертной системы;
- 3) получение инженером по знаниям наиболее объяснения решения;
- 4) получение инженером по знаниям наиболее полного представления о предметной области и способах принятия решений в ней.

**6. Интеллект человека — это (возможно несколько вариантов ответа):**

- 1) процедуры, с помощью которых выполняется та или иная интеллектуальная деятельность;
- 2) специальные метапроцедуры обучения новым видам интеллектуальной деятельности;
- 3) реализация машинными средствами тех метапроцедур, которые используются в интеллектуальной деятельности человека;
- 4) мыслительные способности человека.

**7. Чем обеспечивается принципиальная возможность автоматизации решения интеллектуальных задач с помощью ЭВМ (возможно несколько вариантов ответа)?**

- 1) свойством алгоритмической универсальности;

- 2) практической осуществимостью алгоритмов, имеющихся в нашем распоряжении средств;
- 3) невозможностью реализации алгоритмов;
- 4) отсутствием известных алгоритмов.

**8. Какое из утверждений специалистов по созданию искусственного интеллекта наиболее точно определяет сущность искусственного интеллекта?**

- 1) можно найти свой способ решения задачи на ЭВМ, который даст либо результат, подобный человеческому, либо даже лучший;
- 2) программы, создаваемые в искусственном интеллекте, должны быть ориентированы не на решение конкретных задач, а на создание для автоматического построения необходимых программ решения конкретных задач, когда в этом возникает необходимость;
- 3) создание искусственного интеллекта - новый виток развития общества и производства, новая эра жизни человечества;
- 4) создание искусственного интеллекта — новый виток развития программирования, создание интеллектуального программного обеспечения (по существу, комплекса средств, автоматизирующих деятельность самого программиста).

**9. Какие характеристики искусственного интеллекта справедливы для машинного интеллекта?**

- 1) непротиворечивость основ искусственного интеллекта и библии;
- 2) возможность создания нового разума биологическим путем;
- 3) существующие программы игры в шахматы, шашки, распознавания зрительных и звуковых образов, синтез новых технических решений;
- 4) доказательство теории самовоспроизводящихся автоматов.

**10. Перечислите недостатки речевого интерфейса (возможно несколько вариантов ответа).**

- 1) монотонность речи;
- 2) быстрый набор текста;
- 3) четкое проговаривание слов текста;
- 4) работа в звукоизолированном отдельном помещении.

**11. Какой метод представления знаний экспертной системы основан на использовании выражений вида: ЕСЛИ (условие) — ТО (действие)?**

- 1) правила;
- 2) фреймы;
- 3) семантические сети;
- 4) сценарии.

**12. Какой тип моделей представления знаний соответствует структуре данных для представления и описания стереотипных объектов, событий или ситуаций?**

- 1) семантические сети;
- 2) фреймы и сети фреймов;
- 3) продукционные модели;
- 4) сценарии.

**13. Какая модель используется, если для решения применяются метапроцедуры, оперирующие с совокупностью знаний из той проблемной области, к которой принадлежит данная проблемная ситуация?**

- 1) лабиринтная модель;



- 2) эвристическая модель;
- 3) ассоциативная модель;
- 4) модель проблемной ситуации.

**14. Что представляет собой система искусственного интеллекта, построенная на логическом принципе?**

- 1) машину доказательства теорем;
- 2) программу вычисления значений по формулам;
- 3) систему решения простых алгебраических вычислений;
- 4) программу решения тригонометрических задач.

**15. Что известно при построении имитационной системы в "виде черного ящика" (возможно несколько вариантов ответа)?**

- 1) входные значения;
- 2) управляющее воздействие;
- 3) информационные ресурсы;
- 4) выходные значения.

**16. К какому типу систем относятся системы, которые позволяют решать управленческие и проектные задачи по их постановкам (описаниям) и исходным данным вне зависимости от сложности математических моделей этих задач?**

- 1) интеллектуальные информационно-поисковые системы;
- 2) экспертные системы (ЭС);
- 3) расчетно-логические системы;
- 4) гибридные экспертные системы.

**17. Какой компонент ЭС предназначен для формирования такой последовательности правил, которая, будучи примененной к исходным данным, приводит к решению задачи?**

- 1) база знаний;
- 2) решатель;
- 3) объяснительный компонент;
- 4) диалоговый компонент.

**18. Каким качеством обладает экспертная система, которая может исследовать свои рассуждения?**

- 1) компетентностью;
- 2) глубиной;
- 3) самосознанием;
- 4) символьным рассуждением.

**19. Как называется прибор, в котором процесс решения задачи развертывается на сети искусственных нейронов?**

- 1) перцептрон;
- 2) экспертная система;
- 3) мозг человека;
- 4) нейрокомпьютеры.

**20. Какая главная функция искусственного нейрона?**

- 1) рассчитывать выходной сигнал в зависимости от значения весовых коэффициентов;
- 2) поиск значения весовых коэффициентов;

- 3) формировать входной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его выходной сигнал;
- 4) формировать выходной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его входы.

**Ключ:**

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1.	2,3	5.	4	9.	3	13.	4	17.	2
2.	3	6.	2,4	10.	1,3,4	14.	1	18.	3
3.	2	7.	1,2	11.	1	15.	1,4	19.	4
4.	1	8.	2	12.	2	16.	3	20.	4

**Практические задания**

- 1) Разработать экспертную систему для тестирования знаний в какой-либо узкой предметной области.
- 2) В дивизии 4 полка, в каждом полку 4 батальона. В каждом подразделении есть командир. Необходимо для заданной фамилии командира:
  - 1) Вывести всех его непосредственных начальников.
  - 2) Вывести всех его непосредственных начальников и их должности.
- 3) В магазине есть 32 подарка для женщины, мужчины, подростка-парня, подростка-девушки, мальчика, девочки. Вводится пол и возраст человека, определяется его категория. Вводится количество денег и определяется какие подарки возможны.

**Распределение вопросов, отвечая на которые, и заданий, выполняя которые, студент демонстрирует уровень освоения компетенции**

**Пороговый уровень:** воспроизводит термины, основные понятия, знает методы, процедуры, свойства, приводит факты, идентифицирует, дает обзорное описание.

Вопросы: № 1-4, 6, 10-13, 18-20; **ПК-2.**

**Продвинутый уровень:** выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, планирует, применяет законы, реализовывает, использует знания и умения.

Вопросы: № 5, 7-9,14-17; **ПК-2.**

**Высокий уровень:** анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует, сформировал навыки (Задания выполняются на лабораторных работах. На выполнение отводится от 2-4 аудиторных часов).

Практические задания: № 1-3; **ПК-2.**

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

*База знаний (БЗ)* — ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному). Параллельно такому «человеческому» представлению существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.

*Доска объявлений.* Условное название механизма, обеспечивающего передачу информации между отдельными модулями, входящими в систему. Доска объявлений представляет собой ту область памяти системы, к которой могут обращаться все модули.

*Инженер по знаниям* — специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Синонимы: когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик.

*Интеллектуальный редактор БЗ* — программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок («help» — режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.

*Интерфейс пользователя* — комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.

*Искусственный интеллект* — обычно понимаются способы компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека.

*Искусственный интеллект* — компьютерные системы, моделирующие или воспроизводящие интеллектуальную деятельность.

*Подсистема объяснений* — программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» — это трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов БЗ, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» — ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть отход на один шаг назад. Развитые подсистемы объяснений поддерживают и другие типы вопросов.

*Пользователь* — специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны ЭС.

*Предикат* — специальная логическая функция, проверяющая выполнение некоторого условия, накладываемого на ее аргументы.

*Продукционная модель* — при этом способе знание формализуется с помощью правил «ЕСЛИ\_, ТО\_» (явление-реакция), называемых продукция.

*Решатель* — программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. Синонимы: дедуктивная машина, машина вывода, блок логического вывода.

*Робот* – это машина с антропоморфным (человекоподобным) поведением, которая частично или полностью выполняет функции человека (иногда животного) при взаимодействии с окружающим миром

*Семантическая сеть* - граф, вершины которого представляют объекты, а дуги— отношения. Хорошим примером семантической сети может служить генеалогическое древо.

*Сценарий* - структура представления знаний (разновидность фрейма), используемая для описания последовательности связанных событий. Слоты сценария характеризуют отдельные события (место, где происходит событие, кто в нем участвует, чем оперирует и т. д.). События сценария связаны между собой причинно-следственной связью.

*Унификация* - метод сопоставления с образцом. В процессе унификации переменные, входящие в образцы, принимают такие значения, при которых два образца становятся тождественными.

*Фрейм* - структура представления знаний, используемая для описания характеристик объектов и организованная по принципу - слот и его значение».

*Частичный граф* — это все правила, используемые для доказательства некоторого заключения (последнего или промежуточного), и все исходные данные, касающиеся их.

*Эвристика* - не имеющий формального обоснования метод, который повышает эффективность принятия решения. В системах искусственного интеллекта эвристики часто используются для ускорения решения задач большой сложности.

## 1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы по семестрам	Зачетные единицы	Часы
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Семестр 7</b>		
<b>Трудоемкость</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>1.5</b>	<b>54</b>
В том числе:		
Лекции		<b>14</b>
Лабораторные работы		<b>14</b>
Практические занятия / Семинары		<b>16</b>
КСР		<b>10</b>
<i>Другие виды аудиторной работы</i>		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>1.5</b>	<b>54</b>
В том числе:		
Подготовка к работе в малых группах		20
Подготовка к «круглым столам»		20
Работа над презентационными проектами по курсу		14
<b>Вид промежуточной аттестации - зачет</b>		

## 2. Структура и содержание дисциплины по модулям, разделам и темам

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости
		всего	ауд	лекц	пр.(сем)	лаб	КСР	СРС	
8.	Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.	14	7	2	4		1	7	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
9.	Модели представления знаний.	14	7	2	2	2	1	7	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
10.	Нейронные сети.	22	11	2	2	6	1	11	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
11.	Машинное зрение.	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
12.	Распознавание речи.	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий
13.	Экспертные системы.	22	11	2	2	6	1	11	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита лабораторных работ
14.	Тенденции развития систем искусственного интеллекта	12	6	2	2		2	6	Проработка лекций, подготовка домашних заданий, защита мультимедийного продукта
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>54</b>	

### 3. Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий (в часах)

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские Занятия (час)	СРС (час)	Всего
Различные формы лекций (проблемная лекция, лекция с использованием средств мультимедиа визуализация, лекция вдвоём, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций и проч.)	8		4	12
Работа в малых группах		6	10	16
Метод проектов		6	20	26
Метод «дебаты»	4	2		6
<b>Итого интерактивных занятий (часов / % )</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>60 / 55%</b>

### 4. Планы и УММ к практическим (семинарским) занятиям

*Тема 1. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта*

5. История развития искусственного интеллекта как научного направления.
6. Направления современных исследований в искусственном интеллекте.
7. Взаимодействие с другими научными направлениями.
8. Философские аспекты проблемы искусственного интеллекта.

*Тема 2. Модели представления знаний*

9. Знания. Типы знаний.
10. Использование знаний.
11. Свойства знаний (интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика, активность).
12. Модели и методы представления знаний: декларативные и процедурные модели.
13. Логическая модель представления знаний.
14. Сетевая модель представления знаний.
15. Фреймовая модель представления знаний.
16. Продукционная модель представления знаний.

*Тема 3. Нейронные сети*

5. Понятие о нейронной сети.
6. Структура нейронных сетей.

7. Модели представления и обработки информации в нейронной сети.
8. Оптимальные модели нейронных сетей.

#### *Тема 4. Машинное зрение*

6. Машинное зрение.
7. Постановка задачи распознавания образов.
8. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.
9. Распознавание трехмерных объектов.

#### *Тема 5. Распознавание речи*

7. Системы понимания естественного языка, машинный перевод.
8. Трудности распознавания естественного языка.
9. Распознавание рукописных и печатных текстов.
10. Подходы к распознаванию символов.
11. Распознавание речи. Задачи. Особенности.
12. Классификация систем распознавания речи.

#### *Тема 6. Экспертные системы*

8. Понятие об экспертной системе (ЭС).
9. Общая характеристика ЭС.
10. Виды ЭС и типы решаемых задач.
11. Структура и режимы экспертной системы.
12. Классификация экспертных систем.
13. Этапы разработки ЭС: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.
14. Организация знаний в ЭС. Интеллектуальные информационные ЭС.

#### *Тема 7. Тенденции развития систем искусственного интеллекта*

4. Состояние и тенденции развития искусственного интеллекта.
5. Успехи систем искусственного интеллекта и их причины.
6. Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта.

### **5. Материалы к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации**

Самостоятельная деятельность студентов включает изучение теоретического материала и разработка соответствующих программ.

В процессе изучения дисциплины предполагается в качестве контроля самостоятельной работы студентов выполнение небольших проверочных работ по теории, выполнение практических заданий.

В течение всего курса изучения дисциплины каждый бакалавр решает задачи, которые должны быть сданы до начала экзаменационной сессии.

Фонд оценочных средств (приложение 1).

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ РЕФЕРАТОВ**

12. Проблема синтаксического анализа и использование грамматических правил в Прологе.
13. Задачи поиска пути в лабиринте.
14. Реализация шахматных задач на Прологе.

15. Однослойный персептрон с пороговой функцией. Алгоритм обучения однослойного персептрона.
16. Многослойные нейронные сети прямого распространения.
17. Игры с полной информацией и системы искусственного интеллекта.
18. Адаптирующиеся системы и обучение с поощрением.
19. Задача планирования в системах искусственного интеллекта.
20. Система планирования STRIPS.
21. Система планирования Graphplan.
22. Реализация игры шашки.

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

5. Методы поиска в пространстве состояний: изучение методов перебора и критериев оценки методов перебора на произвольных графах.
6. Продукционная модель представления знаний: изучение базовых структур системы продукции и технических аспектов, касающихся практической реализации систем, основанных на знаниях.
7. Представление знаний фреймами: изучение методов представления знаний фреймами и соответствующих способов управления выводом.
8. Естественно-языковой интерфейс в системах искусственного интеллекта. Синтаксический анализ фразы русского языка: изучение методов приближенного представления фраз естественного языка формальными грамматиками и языками.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ**

9. Адаптивные нейронные сети.
10. Надежность нейронных сетей.
11. Диагностика нейронных сетей.
12. Задача распознавания образов и системы искусственного интеллекта. Компьютерное зрение.
13. Обработка изображений в системах компьютерного зрения. Выделение признаков.
14. Методы распознавания трехмерных сцен в системах искусственного интеллекта.
15. Экспертная система MYCIN и ее основные особенности.
16. Экспертная оболочка CLIPS и ее основные особенности.

### **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РАБОТ ПО РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ**

- 7) для диагностики неисправности компьютера,
- 8) для диагностики неисправности автомобиля,
- 9) для диагностики психологических особенностей личности,
- 10) для выбора аппаратно-программных средств для построения локальной сети,
- 11) для выбора средств разработки информационной системы,
- 12) для тестирования знаний в какой-либо узкой предметной области.

### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

33. Искусственный интеллект как научная область.
34. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
35. Классификация интеллектуальных систем.
36. Системы общения (основные классы).
37. Особенности реализации ЕЯ-систем, назначение и область применения.
38. Методы реализации ЕЯ-систем.
39. Системы понимания естественного языка.
40. Машинный перевод.
41. Экспертные системы и их классификация.



42. Назначение и принципы построения ЭС. Взаимодействие пользователя с системой.
43. Типичная структура и режимы ЭС.
44. Методы представления и решения задач в системах искусственного интеллекта: представление в пространстве состояний, представление в системе редукций, дедуктивный вывод.
45. Методы поиска в пространстве состояний: метод полного перебора.
46. Методы поиска в пространстве состояний: метод равных цен.
47. Методы поиска в пространстве состояний: метод перебора в глубину.
48. Методы поиска в пространстве состояний: оптимальный алгоритм перебора.
49. Критерии качества работы методов перебора.
50. Представления, допускающие сведение задач к подзадачам. "И/ИЛИ" графы.
51. Метод ключевых состояний и ключевых операторов.
52. Методы поиска при сведении задач к совокупности подзадач: перебор на графах типа "И/ИЛИ"; использование оценок стоимости для прямого перебора; алгоритм упорядоченного перебора для деревьев типа "И/ИЛИ".
53. Представление знаний в интеллектуальных системах: последовательное развитие структур данных, переход от данных к знаниям, отличительные особенности знаний, типы знаний
54. Сравнительная характеристика типичных моделей представления знаний.
55. Представление знаний правилами и логический вывод.
56. Граф "И/ИЛИ" и поиск данных в продукционной модели. Управление выводом в продукционной системе.
57. Логические модели представления знаний. Дедуктивные и индуктивные модели.
58. Представление знаний с помощью логики предикатов.
59. Сетевые модели представления знаний: функциональные сети, сценарии, семантические сети, фреймы. Отличительные характеристики и область применения.
60. Представление знаний фреймами: формализация, основные свойства фреймов, способы управления выводом
61. Представление знаний семантическими сетями. Формализация семантической сети.
62. Логический подход к искусственному интеллекту: формальные грамматики и логика.
63. Интерфейсы на естественном языке: неформальные методы
64. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.

## **6. Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплины**

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме. Потому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу бакалавров, рекомендуя ту или иную литературу.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в пункте 10 «Список основной и дополнительной литературы по дисциплине» и пункте 11 «Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины».

## **7. Учебно-методические и иные дидактические материалы по освоению дисциплины**

## **Тема 1. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта**

1. История развития искусственного интеллекта как научного направления.
2. Направления современных исследований в искусственном интеллекте.
3. Взаимодействие с другими научными направлениями.
4. Философские аспекты проблемы искусственного интеллекта.

**Искусственный интеллект (ИИ, англ. *Artificial intelligence, AI*)** — наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

Среди огромного количества направлений искусственного интеллекта есть несколько особенно важных – ведущих, которые в данный момент вызывают наибольший интерес у теоретиков и практиков данной сферы.

1) Представление знаний и разработка систем, которые на них основаны. Это основное направление в области исследования искусственного интеллекта, связанное с разработкой баз знаний, созданием моделей представлений знаний, которые образуют ядро экспертных систем. Включает в себя инженерию знаний, так же модели и методы их структурирования.

2) Интеллектуальные роботы. Эта идея далеко не нова, само слово появилось в 20-х годах XX века.

В истории создания и развития робототехники можно условно выделить несколько поколений.

I поколение – это роботы с жесткой схемой управления, это программируемые манипуляторы, практически все современные промышленные роботы принадлежат к этому поколению.

II поколение – это адаптивные роботы, имеющие сенсорные устройства. Примеры создания таких роботов уже есть, но в производстве они пока практически не используются.

III поколение – это интеллектуальные, самоорганизующиеся роботы – конечная цель развития робототехники. Основные нерешенные проблемы при создании роботов данного типа это проблемы машинного зрения, адекватной обработки и хранения трехмерной визуальной информации.

В настоящее время в мире производится более 60 000 роботов за год, и на данном этапе созданием робототехники занимается инженерная наука, она не отвергает технологии искусственного интеллекта, но в силу различных причин не готова к их внедрению.

3) Обучение и самообучение. Активно развивающаяся область ИИ. Включает в себя модели, методы, алгоритмы предназначенные для автоматического накопления, структурирования и формирования знаний на основе обобщения и анализа данных. Включает индуктивное обучение и традиционные подходы из теории распознавания образов. В последнее время к данному направлению примыкают системы анализа данных и поиска закономерностей в базах данных

4) Распознавание образов. Его основным подходом является описание классов явлений и объектов, которое определяется через значение значимых признаков. Каждому объекту вставляется соответствующая матрица признаков, по которой происходит его распознавание. Эта процедура чаще всего использует математические структуры и функции, которые разделяют объекты на классы. Данное направление вплотную связано с нейрокибернетикой и очень близко к машинному обучению.

Исходя из сказанного выше, вытекает основная философская проблема в области ИИ - возможность или не возможность моделирования мышления человека. В случае

если когда-либо будет получен отрицательный ответ на этот вопрос, то все остальные вопросы не будут иметь не малейшего смысла.

Следовательно, начиная исследование ИИ, заранее предположим положительный ответ. Приведем несколько соображений, которые подводят нас к данному ответу.

1. Первое доказательство является схоластическим, и доказывает непротиворечивость ИИ и Библии. Даже люди далекие от религии, знают слова священного писания: "И создал Господь человека по образу и подобию своему ...". Исходя из этих слов, мы можем заключить, что, по-скольку Господь, во-первых, создал нас, а во-вторых, мы по своей сути подобны ему, то мы вполне можем создать кого-то по образу и подобию человека.

2. Создание нового разума биологическим путем для человека дело вполне привычное. Дети большую часть знаний приобретают путем обучения, а не как заложенную в них заранее.

3. То, что раньше казалось вершиной человеческого творчества - игра в шахматы, шашки, распознавание зрительных и звуковых образов, синтез новых технических решений, на практике оказалось не таким уж сложным делом (теперь работа ведется не на уровне возможности или невозможности реализации перечисленного, а о нахождении наиболее оптимального алгоритма).

4. С проблемой воспроизведения своего мышления тесно смыкается проблема возможности самовоспроизведения. Существуют также различные неформальные доказательства возможности самовоспроизведения, но самым ярким доказательством, пожалуй, будет существование компьютерных вирусов.

5. Принципиальная возможность автоматизации решения интеллектуальных задач с помощью ЭВМ обеспечивается свойством алгоритмической универсальности. Это означает, что на них можно программно реализовывать любые алгоритмы преобразования информации, - будь то вычислительные алгоритмы, алгоритмы управления, поиска доказательства теорем или композиции мелодий.

Однако не следует думать, что вычислительные машины и роботы могут в принципе решать любые задачи. Анализ разнообразных задач привел математиков к замечательному открытию. Было строго доказано существование таких типов задач, для которых невозможен единый эффективный алгоритм, решающий все задачи данного типа; в этом смысле невозможно решение задач такого типа и с помощью вычислительных машин. Этот факт способствует лучшему пониманию того, что могут делать машины и чего они не могут сделать.

## ***Тема 2. Модели представления знаний***

1. Знания. Типы знаний. Использование знаний.
2. Свойства знаний (интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика, активность).
3. Модели и методы представления знаний: декларативные и процедурные модели.
4. Логическая модель представления знаний.
5. Сетевая модель представления знаний.
6. Фреймовая модель представления знаний.
7. Продукционная модель представления знаний.

Система искусственного интеллекта – это система, оперирующая знаниями о проблемной области. Без базы знаний систем искусственного интеллекта не существует. Для формализации и представления знаний разрабатываются специальные модели представления знаний и языки для описания знаний, выделяются различные типы знаний.

Модели представления знаний относятся к прагматическому направлению (основано на предположении о том, что мыслительная деятельность человека – «черный ящик») в исследованиях по искусственному интеллекту. При этом в системах, основанных на

знаниях, информационные структуры представляются в форме декларативных (описательных) знаний, а алгоритмы и эвристики – в форме процедурных знаний.

Признано, что системы, основанные на знаниях, целесообразно разрабатывать с выделением ряда подсистем. Основными из них считаются:

- подсистема представления декларативных знаний;
- подсистема представления процедурных знаний;
- подсистема манипулирования знаниями (механизм логического вывода).

Целью такого разделения является возможность использования системы в различных предметных областях. Для этого достаточно заменить подсистему представления декларативных знаний без изменения остальных частей. В самом деле, имея универсальный механизм логического вывода, достаточно заполнить оболочку системы конкретными правилами и фактами из требуемой предметной области, чтобы получить готовую к применению систему.

История развития методов инженерии знаний свидетельствует о том, что эта идея продолжительное время являлась основополагающим направлением исследований. Так, например, А. Ньюэлл и Г. Саймон из Университета Карнеги-Меллона (США) разработали программу GPS – универсальный решатель задач. В формальной логике был разработан метод резолюций. В 70-х гг. XX в., однако, большинство исследователей пришли к выводу, что не существует универсальной системы представления процедурных знаний, пригодной для всех областей деятельности. Подтверждением этому служит высокая ценность специалистов-экспертов в узких предметных областях. Была сформулирована проблема представления знаний.

Проблема представления знаний заключается в несоответствии между сведениями о зависимостях данной предметной области, имеющимися у специалиста, методами, используемыми им при решении задач, и возможностями формального (однозначно-ограниченного) представления такой информации в ЭВМ. Часто проблема осложняется трудностями для эксперта по формулированию в явном виде имеющихся у него знаний.

Общая проблема представления знаний включает ряд частных проблем:

- представление декларативных знаний как данных, наделенных семантикой (фактов);
- представление процедурных знаний как отношений между элементами модели, в том числе в виде процедур и функций;
- представление метазнаний – правил обработки фактов, способов организации логического вывода, методов решения задач пользователем, порождения новых знаний и т. д.

В настоящее время разработано множество моделей представления знаний. Имея обобщенное название, они различаются по идеям, лежащим в их основе, с точки зрения математической обоснованности. Типы моделей показаны на рисунке.



Первый подход, называемый эмпирическим, основан на изучении принципов организации человеческой памяти и моделировании механизмов решения задач человеком. На основе этого подхода в настоящее время разработаны и получили наибольшую известность следующие модели:

- продукционные модели – модель основанная на правилах, позволяет представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие». Продукционная модель обладает тем недостатком, что при накоплении достаточно большого числа (порядка нескольких сотен) продукций они начинают противоречить друг другу;
- сетевые модели (или семантические сети) – в инженерии знаний под ней подразумевается граф, отображающий смысл целостного образа. Узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами. Обладает тем недостатком, что однозначного определения семантической сети в настоящее время отсутствует;
- фреймовая модель – основывается на таком понятии как фрейм (англ. frame – рамка, каркас). Фрейм – структура данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах. Слоты могут быть терминальными либо являться сами фреймами, т.о. образуя целую иерархическую сеть.

Более подробно эти модели рассматриваются в соответствующих статьях. Условно в группу эмпирического подхода можно включить нейронные сети и генетические алгоритмы, относящиеся к бионическому (основано на предположении о том, что если в искусственной системе воспроизвести структуры и процессы человеческого мозга, то и результаты решения задач такой системой будут подобны результатам, получаемым человеком) направлению искусственного интеллекта. Особенностью моделей этого типа является широкое использование эвристик, что в каждом случае требует доказательства правильности получаемых решений.

Второй подход можно определить как теоретически обоснованный, гарантирующий правильность решений. Он в основном представлен моделями, основанными на формальной логике (исчисление высказываний, исчисление предикатов), формальных грамматиках, комбинаторными моделями, в частности моделями конечных проективных

геометрий, теории графов, тензорными и алгебраическими моделями. В рамках этого подхода до настоящего времени удавалось решать только сравнительно простые задачи из узкой предметной области.

### **Тема 3. Нейронные сети**

1. Понятие о нейронной сети.
2. Структура нейронных сетей.
3. Модели представления и обработки информации в нейронной сети.
4. Оптимальные модели нейронных сетей.

*Искусственные нейронные сети (ИНС)* – вид математических моделей, которые строятся по принципу организации и функционирования их биологических аналогов – сетей нервных клеток (нейронов) мозга. В основе их построения лежит идея о том, что нейроны можно моделировать довольно простыми автоматами (называемыми искусственными нейронами), а вся сложность мозга, гибкость его функционирования и другие важнейшие качества определяются связями между нейронами.

История ИНС начинается с 1943 года, когда У. Маккалок и У. Питтс предложили первую модель нейрона и сформулировали основные положения теории функционирования человеческого мозга. С тех пор теория прошла довольно большой путь, а что касается практики, то годовой объем продаж на рынке ИНС в 1997 году составлял 2 млрд. долларов с ежегодным приростом в 50%.

Спрашивается, зачем нужны нейронные сети. Дело в том, что существует множество задач, которые трехлетний ребенок решает лучше, чем самые мощные вычислительные машины. Рассмотрим, например задачу распознавания образов. Пусть у нас есть некоторая картинка (дерево и кошка). Требуется понять, что на ней изображено и где. Если вы попытаетесь написать программу решающую данную задачу, вам придется, последовательно перебирая отдельные пиксели этой картинки, в соответствии с некоторым критерием решить, какие из них принадлежат дереву, какие кошке, а какие ни тому, ни другому. Сформулировать же такой критерий, что такое дерево, – очень нетривиальная задача.

Тем не менее мы легко распознаем деревья, и в жизни и на картинках, независимо от точки зрения и освещенности. При этом мы не формулируем никаких сложных критериев. В свое время родители показали нам, что это такое, и мы поняли. На этом примере можно сформулировать несколько принципиальных отличий в обработке информации в мозге и в обычной вычислительной машине:

*Способность к обучению на примерах.*

Способность к обобщению. То есть мы, не просто запомнили все примеры виденных деревьев, мы создали в мозгу некоторый идеальный образ абстрактного дерева. Сравнивая с ним любой объект, мы сможем сказать, похож он на дерево или нет.

Еще одно видное на этой задаче отличие это параллельность обработки информации. Мы не считываем картинку по пикселям, мы видим ее целиком и наш мозг целиком ее и обрабатывает.

Еще, что хотелось бы добавить к этому списку отличий это поразительная надежность нашего мозга. К старости некоторые структуры мозга теряют до 40% нервных клеток. При этом многие остаются в здравом уме и твердой памяти.

Наконец еще, что хотелось отметить – это ассоциативность нашей памяти. Это способность находить нужную информацию по ее малой части.

Хотелось бы понять, какие именно особенности организации позволяют мозгу работать столь эффективно. Рассмотрим вкратце, как он устроен. Все, наверное, знают, что мозг состоит из нервных клеток (нейронов). Всего их ~10<sup>12</sup> штук.

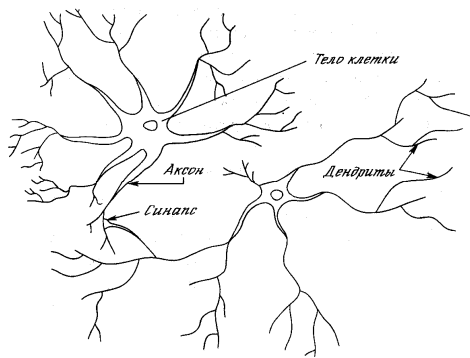


Рис.. Биологический нейрон.

Изобразим схематично отдельный нейрон. Он имеет один длинный, ветвящийся на конце отросток – аксон и множество мелких ветвящихся отростков – дендритов. Известно, что в ответ на возбуждение нейрон может генерировать нервный импульс, распространяющийся вдоль аксона. О его природе вам должны были рассказывать в курсе биофизики. То есть это волна деполяризации мембраны нейрона. Она является автоволной, то есть ее форма и скорость распространения не зависят от того, как и из-за чего она возникла. Доходя до конца аксона, она вызывает выделение веществ, называемых нейромедиаторами. Воздействуя на дендриты других нейронов, они могут в свою очередь вызвать появление в них нервных импульсов.

Давайте запишем, что нейрон является типичным элементом, действующим по принципу «все или ничего». Когда суммарный сигнал, приходящий от других нейронов, превышает некоторое пороговое значение, генерируется стандартный импульс. В противном случае нейрон остается в состоянии покоя.

Биологический нейрон – сложная система, математическая модель которой до конца не построена. Как я уже говорил в самом начале в основе теории ИНС лежит предположение о том, что вся эта сложность несущественна, а свойства мозга объясняются характером их соединения. Поэтому вместо точных математических моделей нейронов используется простая модель так называемого формального нейрона.

Он имеет входы, куда подаются некоторые числа  $x_1, \dots, x_n$ . Затем стоит блок, называемый адаптивным сумматором. На его выходе мы имеем взвешенную сумму входов:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i \quad (1)$$

Затем она подается на нелинейный преобразователь и на выходе мы имеем:

$$y = F(S) \quad (2)$$

Функция  $F$  нелинейного преобразователя называется активационной функцией нейрона. Исторически первой была модель, в которой в качестве активационной функции использовалась ступенчатая функция или функция единичного скачка:

$$F(S) = \begin{cases} 0, & S < 0, \\ 1, & S \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

То есть по аналогии с биологическим нейроном, когда суммарное воздействие на входе превысит критическое значение, генерируется импульс 1. Иначе нейрон остается в состоянии покоя, то есть выдается 0.

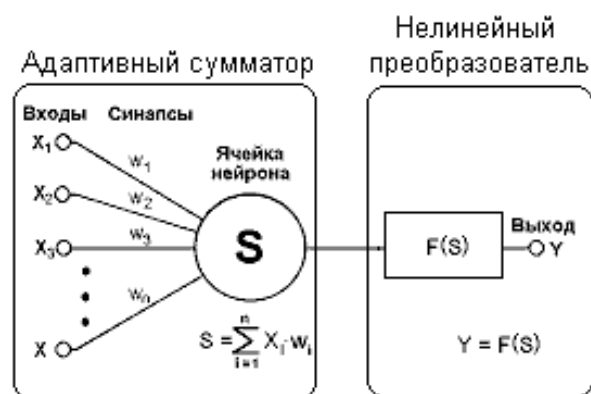


Рис. Искусственный нейрон.

Существует множество других функций активации. Одной из наиболее распространенных является логистическая функция (сигмоид).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (4)$$

При уменьшении  $\alpha$  сигмоид становится более пологим, в пределе при  $\alpha=0$  вырождаясь в горизонтальную линию на уровне 0.5, при увеличении  $\alpha$  сигмоид приближается по внешнему виду к функции единичного скачка с порогом в точке  $x=0$ . Одно из ценных свойств сигмоидной функции – простое выражение для ее производной, применение которого будет рассмотрено в дальнейшем.

$$f'(x) = \alpha \cdot f(x) \cdot (1 - f(x)) \quad (5)$$

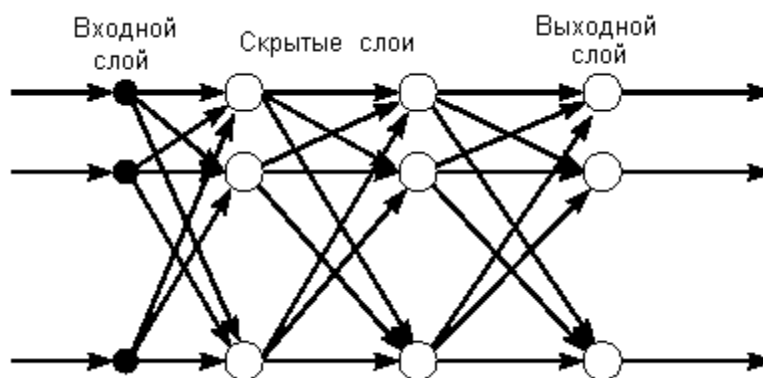
Теперь рассмотрим, как из таких нейронов можно составлять сети из таких нейронов. Строго говоря, как угодно, но такой произвол слишком необозрим. Поэтому выделяют несколько стандартных архитектур, из которых путем вырезания лишнего или добавления строят большинство используемых сетей. Можно выделить две базовые архитектуры: полносвязные и многослойные сети.

В полносвязных нейронных сетях каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам, в том числе и самому себе. Все входные сигналы подаются всем нейронам. Выходными сигналами сети могут быть все или некоторые выходные сигналы нейронов после нескольких тактов функционирования сети.

В многослойных нейронных сетях (их часто называют перцептронами) нейроны объединяются слоями. Слой содержит совокупность нейронов с едиными входными сигналами. Число нейронов в слое может быть любым и не зависит от количества нейронов в других слоях. В общем случае сеть состоит из нескольких слоев, пронумерованных слева на право. Внешние входные сигналы подаются на входы нейронов входного слоя (его часто нумеруют как нулевой), а выходами сети являются выходные сигналы последнего слоя. Кроме входного и выходного слоев в многослойной нейронной сети есть один или несколько так называемых скрытых слоев.

В свою очередь, среди многослойных сетей выделяют:

Сети прямого распространения (feedforward networks) – сети без обратных связей. В таких сетях нейроны входного слоя получают входные сигналы, преобразуют их и передают нейронам первого скрытого слоя, и так далее вплоть до выходного, который выдает сигналы для интерпретатора и пользователя. Если не оговорено противное, то каждый выходной сигнал  $n$ -го слоя передается на вход всех нейронов  $(n+1)$ -го слоя;



однако возможен вариант соединения  $n$ -го слоя с произвольным  $(n+r)$ -м слоем. Пример слоистой сети представлен на рисунке 4.

2. Сети с обратными связями (recurrent networks). В сетях с обратными связями информация передается с последующих слоев на предыдущие. Следует иметь в виду, что после введения обратных связей сеть уже не просто осуществляет отображение множества



входных векторов на множество выходных, она превращается в динамическую систему и возникает вопрос об ее устойчивости.

Возникает вопрос, как подобрать такие весовые коэффициенты, чтобы сеть решала задачу распознавания или аппроксимировала некоторую функцию? Замечательное свойство нейронных сетей состоит в том, что их этому можно научить.

*Алгоритмы обучения бывают 3-х видов:*

*Обучение с учителем.* При этом сети предъявляется набор обучающих примеров. Каждый обучающий пример представляют собой пару: вектор входных значений и желаемый выход сети. Скажем, для обучения предсказанию временных рядов это может быть набор нескольких последовательных значений ряда и известное значение в следующий момент времени. В ходе обучения весовые коэффициенты подбираются таким образом, чтобы по этим входам давать выходы максимально близкие к правильным.

*Обучение с поощрением.* При этом сети не указывается точное значение желаемого выхода, однако, ей выставляется оценка хорошо она поработала или плохо.

*Обучение без учителя.* Сети предъявляются некоторые входные векторы и в ходе их обработки в ней происходят некоторые процессы самоорганизации, приводящие к тому, что сеть становится способной решать какую-то задачу.

Хотя многие задачи успешно решаются с помощью нейронных сетей, нужно понимать, что путь от нынешнего состояния работ в этой области к глубокому пониманию принципов работы мозга, по-видимому, очень длинен. Модели в виде нейросетей скорее отвечают на вопрос, как могли бы работать те или иные системы, в каких-то чертах согласующиеся с данными об архитектуре, функциях и особенностях мозга. Тем не менее исследования в нейронауке уже открыли пути для создания новых компьютерных архитектур и наделению вычислительных систем своеобразной интуицией, способностью к обучению и обобщению поступающей информации, то есть возможностями, которые раньше считались прерогативами живых систем.

#### ***Тема 4 Машинное зрение.***

10. Машинное зрение.
4. Постановка задачи распознавания образов.
5. Зрительное восприятие мира: системы машинного зрения, распознавание образов, зрительные системы интеллектуальных роботов.
6. Распознавание трехмерных объектов.

Компанией "Бит" была разработана специальная технология распознавания символов, которая получила название "Фонтанного преобразования", а на ее основе - коммерческий продукт, получивший высокую оценку. Это система оптического распознавания Fine Reader.

*Основные принципы или целостность восприятия*

В основе фонтанного преобразования лежит принцип целостности. В соответствии с ним любой воспринимаемый объект рассматривается как целое, состоящее из частей, связанных между собой определенными отношениями. Так, например, печатная страница состоит из статей, статья - из заголовка и колонок, колонка - из абзацев, абзацы - из строк, строки - из слов, слова - из букв. При этом все перечисленные элементы текста связаны между собой определенными пространствами и языковыми отношениями.

Для выделения целого требуется определить его части. Части же, в свою очередь, можно рассматривать только в составе целого. Поэтому целостный процесс восприятия может происходить только в рамках гипотезы о воспринимаемом объекте - целом. После того как выдвинуто предположение о воспринимаемом объекте, выделяются и интерпретируются его части. Затем предпринимается попытка "собрать" из них целое,

чтобы проверить правильность исходной гипотезы. Разумеется, воспринимаемый объект может интерпретироваться в рамках более крупного целого.

Так, читая предложение, человек узнает буквы, воспринимает слова, связывает их в синтаксические конструкции и понимает смысл.

В технических системах любое решение при распознавании текста принимается неоднозначно, а путем последовательного выдвижения и проверки гипотез и привлечения как знаний о самом исследуемом объекте, так и общего контекста. Целостное описание класса объектов восприятия отвечает двум условиям: во - первых, все объекты данного класса удовлетворяют этому описанию, а во- вторых, ни один объект другого класса не удовлетворяют ему. Например, класс изображений буквы "К" должен быть описан так, чтобы любое изображение буквы "К" в него попадало, а изображение всех других букв - нет. Такое описание обладает свойством отображаемости, то есть обеспечивает воспроизведение описываемых объектов: эталон буквы для системы OCR позволяет визуально воспроизвести букву, эталон слова для распознавания речи позволяет произнести слово, а описание структуры предложения в синтаксическом анализаторе позволяет синтезировать правильное предложение. С практической точки зрения отображаемость играет огромную роль, поскольку позволяет эффективно контролировать качество описаний.

*Существует два вида целостного описания: шаблонное и структурное.*

В первом случае описание представляет собой изображение в растровом или векторном представлении, и задан класс преобразований (например, повтор, масштабирование и пр.).

Во втором случае описание представляется в виде графа, узлами которого являются составляющие элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. В свою очередь элементы могут оказаться сложными (то есть иметь свое описание).

Конечно, шаблонное описание проще в реализации, чем структурное. Однако оно не может использоваться для описания объектов с высокой степенью изменчивости. Шаблонное описание, к примеру, может приниматься для распознавания только печатных символов, а структурное - еще и для рукописных.

Целостность восприятия предлагает два важных архитектурных решения. Во первых, все источники знания должны работать по возможности одновременно. Нельзя, например, сначала распознать страницу, а затем подвергнуть ее словарной и контекстной обработке, поскольку в этом случае невозможно будет осуществить обратную связь от контекстной обработки к распознаванию. Во вторых, исследуемый объект должен представляться и обрабатываться по возможности целиком.

Первый шаг восприятия - это формирование гипотезы о воспринимаемом объекте. Гипотеза может формироваться как на основе априорной модели объекта, контекста и результатов проверки предыдущих гипотез (процесс "сверху - вниз"), так и на основе предварительного анализа объекта ("снизу - вверх"). Второй шаг - уточнение восприятия (проверка гипотезы), при котором производится дополнительный анализ объекта в рамках выдвинутой гипотезы и в полную силу привлекается контекст.

Для удобства восприятия необходимо провести предварительную обработку объекта, не потеряв при этом существенной информации о нем. Обычно предварительная обработка сводится к преобразованию входного объекта в представление, удобное для дальнейшей работы (например, векторизация изображения), или получение всевозможных вариантов сегментации входного объекта, из которого путем выдвижения и проверки гипотез выбирается правильный. Процесс выдвижения и проверки гипотез должен быть явно отражен в архитектуре программы. Каждая гипотеза должна быть объектом, который можно было бы оценить или сравнить с другими. Поэтому обычно гипотезы выдвигаются последовательно, а затем объединяются в список и сортируются на основе

предварительной оценке. Для окончательного же выбора гипотезы активно используется контекст и другие дополнительные источники знаний.

#### *Распознавание символов*

Сегодня известно три подхода к распознаванию символов - шаблонный, структурный и признаковый. Но принципу целостности отвечает лишь первые два.

Шаблонное описание проще в реализации, однако, в отличие от структурного, оно не позволяет описывать сложные объекты с большим разнообразием форм. Именно поэтому шаблонное описание применяется для распознавания лишь печатных символов, в то время как структурное - для рукописных, имеющих, естественно, гораздо больше вариантов начертания.

*Шаблонные системы.* Такие системы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные системы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных данных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им "известны". И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от эталонного, шаблонные системы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений!

*Структурные системы.* В таких системах объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. Системы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии. Так, для буквы "р" - это вертикальный отрезок и дуга.

К недостаткам структурных систем следует отнести их высокую чувствительность к дефектам изображения, нарушающим составляющие элементы. Также векторизация может добавить дополнительные дефекты. Кроме того, для этих систем, в отличие от шаблонных и признаковых, до сих пор не созданы эффективные автоматизированные процедуры обучения. Поэтому для Fine Reader структурные описания пришлось создать в ручную.

*Признаковые системы.* В них усредненное изображение каждого символа представляется как объект в n-мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный n-мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к наиболее подходящему из них. Признаковые системы не отвечают принципу целостности. Необходимое, но недостаточное условие целостности описания класса объектов (в нашем случае это класс изображений, представляющих один символ) состоит в том, что описанию должны удовлетворять все объекты данного класса и ни один из объектов других классов. Но поскольку при вычислении признаков теряется существенная часть информации, трудно гарантировать, что к данному классу удастся отнести только <родные> объекты.

#### *Структурно-пятенный эталон*

Фонтовое преобразование совмещает в себе достоинства шаблонной и структурной систем и, по нашему мнению, позволяет избежать недостатков, присущих каждой из них по отдельности. В основе этой технологии лежит использование структурно-пятенного эталона. Он позволяет представить изображения в виде набора пятен, связанных между собой n-арными отношениями, задающими структуру символа. Эти отношения (то есть расположение пятен друг относительно друга) образуют структурные элементы, составляющие символ. Так, например, отрезок - это один тип n-арных отношений между пятнами, эллипс - другой, дуга - третий. Другие отношения задают пространственное расположение образующих символ элементов.

#### *В эталоне задаются:*

- имя;

- обязательные, запрещающие и необязательные структурные элементы;
- отношения между структурными элементами;
- отношения, связывающие структурные элементы с описывающим прямоугольником символа;
- атрибуты, используемые для выделения структурных элементов;
- атрибуты, используемые для проверки отношений между элементами;
- атрибуты, используемые для оценки качества элементов и отношений;
- позиция, с которой начинается выделение элемента (отношения локализации элементов).

### ***Тема 5. Распознавание речи***

7. Системы понимания естественного языка, машинный перевод.
8. Трудности распознавания естественного языка.
9. Распознавание рукописных и печатных текстов.
10. Подходы к распознаванию символов.
11. Распознавание речи. Задачи. Особенности.
12. Классификация систем распознавания речи.

#### *Предпосылки возникновения систем понимания естественного языка*

Мало кто знает, как человек общался с первыми вычислительными машинами. Происходило это так: оператор, используя провода с разъемами на концах, соединял между собой триггеры (из которых, собственно, и состояла машина) таким образом, чтобы при запуске выполнялась нужная последовательность команд. Внешне это очень напоминало манипуляции телефонных АТС начала века, а по сути - было очень квалифицированной работой. Можно сказать, программирование тогда осуществлялось даже не в машинных командах, а на аппаратном уровне. Потом задача упростилась: последовательность нужных команд стали записывать непосредственно в память машины. Для ввода информации стали применяться более производительные устройства. Сначала это были группы тумблеров, переключая которые, оператор (или программист - тогда эти понятия означали одно и то же) мог набрать нужную команду и ввести ее в память машины. Затем появились перфокарты. Следом - перфоленты. Скорость общения с машиной возросла, число ошибок, возникающих при вводе, резко уменьшилось. Но сущность этого общения, его характер - не изменились.

Возможность впервые пообщаться напрямую появилась на так называемых малых машинах. Неизгладимы впечатления от знакомства с диалоговым интерфейсом. Это было чудовищное порождение советской промышленности под поэтическим названием "Наири". Тогда диковинная возможность отстучать на клавиатуре адресованную непосредственно машине команду и получить осмысленный отклик казалась чудом. Особенно если до тех пор весь процесс общения с машиной заключался в передаче в руки лаборанта колоды перфокарт. С тем чтобы через пару дней получить назад эту колоду с комментарием: "У вас тут ошибка, программа не пошла". Измученным такого рода пользователям скудный диалоговый режим командной строки казался верхом совершенства. Именно ему сначала малые ЭВМ, а потом и персоналки во многом обязаны своим триумфальным шествием. Любой потребитель компьютерных услуг мог, не вдаваясь в технические трудности и выучив всего пару десятков команд операционной системы, общаться с компьютером без посредников. Тогда впервые возникло такое понятие, как "юзер", и именно появлению диалогового режима история приписывает взлет и расцвет многих компьютерных компаний, таких, например, как DEC. А потом появился его величество интерфейс графический: отпала нужда в знании вообще каких-либо команд, и юзер стал общаться со своим железным другом на интуитивно понятном языке жестов. На горизонте замаячил призрак звукового интерфейса...

*Построение речевого интерфейса распадается на три составляющие.*

Первая задача состоит в том, чтобы компьютер мог "понять" то, что ему говорит человек, то есть он должен уметь извлекать из речи человека полезную информацию.

Вторая задача состоит в том, чтобы компьютер воспринял смысл сказанного.

Третья задача состоит в том, чтобы компьютер мог преобразовать информацию, с которой он оперирует, в речевое сообщение, понятное человеку.

Пока окончательное решение существует только для третьей. По сути, синтез речи - это чисто математическая задача, которая в настоящее время решена на довольно хорошем уровне. И в ближайшее время, скорее всего, будет совершенствоваться только ее техническая реализация. Уже есть разного рода программы для чтения вслух текстовых файлов, озвучкой диалоговых окон, пунктов меню и могу засвидетельствовать, что с генерацией разборчивых текстовых сообщений они справляются без проблем. Препятствием для окончательного решения первой задачи служит то, что никто до сих пор толком не знает, каким образом можно расчленить нашу речь, чтобы извлечь из нее составляющие, в которых содержится смысл. В том звуковом потоке, который мы выдаем при разговоре, нельзя различить ни отдельных букв, ни слогов: даже, казалось бы, одинаковые буквы и слоги в разных словах на спектрограммах выглядят по-разному. Тем не менее многие фирмы уже имеют свои методики (увы, тщательно скрываемые), позволяющие худо-бедно решить эту задачу. Во всяком случае, после предварительной тренировки современные системы распознавания речи работают довольно сносно и делают ошибок не больше, чем делали оптические системы распознавания печатных символов лет пять-семь назад. Что касается второй задачи, то она, по мнению большинства специалистов, не может быть решена без помощи систем искусственного интеллекта. Большие надежды есть на появление так называемых квантовых компьютеров. Если же подобные устройства появятся, это будет означать качественный переворот в вычислительных технологиях. Поэтому пока удел речевого интерфейса - всего лишь дублирование голосом команд, которые могут быть введены с клавиатуры или при помощи мыши. А здесь его преимущества сомнительны. Впрочем, есть одна область, которая для многих может оказаться очень привлекательной. Это речевой ввод текстов в компьютер. Действительно, чем стучать по клавиатуре, гораздо удобнее продиктовать все компьютеру, чтобы он записал услышанное в текстовый файл. Здесь вовсе не требуется, чтобы компьютер осмысливал услышанное, а задача перевода речи в текст более или менее решена. Недаром большинство выпускаемых ныне программ "речевого интерфейса" ориентированы именно на ввод речи.

Хотя и здесь есть место для скепсиса. Если читать вслух, четко выговаривая слова, с паузами, монотонно, как это требуется для системы распознавания речи, то на машинописную страничку у меня уйдет пять минут.

С одной стороны, успели сформироваться устойчивые стереотипы и предубеждения, с другой - несмотря на почти полвека настойчивых усилий не нашли разрешения концептуальные вопросы, стоявшие еще перед родоначальниками речевого ввода.

Первый - и, пожалуй, основной - вопрос касается области применения. Поиск приложений, где распознавание речи могло бы продемонстрировать все свои достоинства, вопреки устоявшемуся мнению, является задачей далеко не тривиальной. Сложившаяся практика применения компьютеров вовсе не способствует широкому внедрению речевого интерфейса.

Рассмотрим перспективу и основные проблемы применения систем речевого ввода текстов, особенно активно продвигаемых в последнее время. Для сравнения: спонтанная речь произносится со средней скоростью 2,5 слов в секунду, профессиональная машинопись - 2 слова в секунду, непрофессиональная - 0,4. Таким образом, на первый взгляд, речевой ввод имеет значительное превосходство по производительности. Однако оценка средней скорости диктовки в реальных условиях снижается до 0, слова в секунду в связи с необходимостью четкого произнесения слов при речевом вводе и достаточно

высоким процентом ошибок распознавания, нуждающихся в корректировке. Речевой интерфейс естественен для человека и обеспечивает дополнительное удобство при наборе текстов. Однако даже профессионального диктора может не обрадовать перспектива в течение нескольких часов диктовать малопонятливому и немому (к этому еще вернемся) компьютеру. Кроме того, имеющийся опыт эксплуатации подобных систем свидетельствует о высокой вероятности заболевания голосовых связок операторов, что связано с неизбежной при диктовке компьютеру монотонностью речи.

Часто к достоинствам речевого ввода текста относят отсутствие необходимости в предварительном обучении. Однако одно из самых слабых мест современных систем распознавания речи - чувствительность к четкости произношения - приводит к потере этого, казалось бы, очевидного преимущества. Печатать на клавиатуре оператор учится в среднем 1-2 месяца. Постановка правильного произношения может занять несколько лет. Кроме того, дополнительное напряжение - следствие сознательных и подсознательных усилий по достижению более высокой распознаваемости - совсем не способствует сохранению нормального режима работы речевого аппарата оператора и значительно увеличивает риск появления специфических заболеваний. Существует и еще одно неприятное ограничение применимости, сознательно не упоминаемое, на мой взгляд, создателями систем речевого ввода. Оператор, взаимодействующий с компьютером через речевой интерфейс, вынужден работать в звукоизолированном отдельном помещении либо пользоваться звукоизолирующим шлемом. Иначе он будет мешать работе своих соседей по офису, которые, в свою очередь, создавая дополнительный шумовой фон будут значительно затруднять работу речевого распознавателя. Таким образом, речевой интерфейс вступает в явное противоречие с современной организационной структурой предприятий, ориентированных на коллективный труд. Ситуация несколько смягчается с развитием удаленных форм трудовой деятельности, однако еще достаточно долго самая естественная для человека производительная и потенциально массовая форма пользовательского интерфейса обречена на узкий круг применения.

Ограничения применимости систем распознавания речи в рамках наиболее популярных традиционных приложений заставляют сделать вывод о необходимости поиска потенциально перспективных для внедрения речевого интерфейса приложений за пределами традиционной офисной сферы, что подтверждается коммерческими успехами узкоспециализированных речевых систем.

#### Примеры системы обработки естественного языка

Самый успешный на сегодня проект коммерческого применения распознавания речи - телефонная сеть фирмы AT&T. Клиент может запросить одну из пяти категорий услуг, используя любые слова. Он говорит до тех пор, пока в его высказывании встретится одно из пяти ключевых слов. Эта система в настоящее время обслуживает около миллиарда звонков в год. Данный вывод находится в противоречии с устоявшимися широко распространенными стереотипами и ожиданиями. Несмотря на то, что одним из наиболее перспективных направлений для внедрения систем распознавания речи может стать сфера компьютерных игр, узкоспециализированных реабилитационных программ для инвалидов, телефонных и информационных систем, ведущие разработчики речевого распознавания наращивают усилия по достижению универсализации и увеличения объемов словаря даже в ущерб сокращению процедуры предварительной настройки на диктора. А между тем именно эти приложения представляют очень низкие требования к объему распознаваемого словаря наряду с жесткими ограничениями, налагаемыми на предварительную настройку. Более того, распознавание спонтанной слитной речи практически топчется на месте с 70-х годов силу неспособности компьютера эффективно анализировать неакустические характеристики речи. Даже Билл Гейтс, являющийся собой в смысле идеал прагматизма, оказался не свободен от исторически сложившихся стереотипов.

Структура идеализированной системы автоматического синтеза речи состоит из нескольких блоков.

- Определение языка текста
- Нормализация текста
- Лингвистический анализ: синтаксический, морфемный анализ и т.д.
- Формирование просоидических характеристик
- Фонемный транскриптор
- Формирование управляющей информации
- Получение звукового сигнала

#### *Классификация систем распознавания речи*

1. Классификация по назначению: командные системы, системы диктовки текста.
2. По потребительским качествам: диктороориентированные (тренируемые на конкретного диктора), дикторонезависимые, распознающие отдельные слова, распознающие слитную речь.
3. По механизмам функционирования: простейшие (корреляционные) детекторы; экспертные системы с различным способом формирования и обработки базы знаний; вероятностно-сетевые модели принятия решения, в том числе нейронные сети.

#### **Тема 6. Экспертные системы**

1. Понятие об экспертной системе (ЭС).
2. Общая характеристика ЭС.
3. Виды ЭС и типы решаемых задач.
4. Структура и режимы экспертной системы.
5. Классификация экспертных систем. Этапы разработки ЭС: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.
6. Организация знаний в ЭС.
7. Интеллектуальные информационные ЭС.

**Экспертные системы** - это направление исследований в области искусственного интеллекта по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов в заданной предметной области.

#### *Базовые функции экспертных систем*

- Представление знаний
- Управление процессом поиска решения
- Разъяснение принятого решения

#### *Преимущества экспертных систем:*

- **Постоянство.** Экспертные системы ничего не забывают в отличие от человека-эксперта.
- **Воспроизводимость.** Можно сделать любое количество копий экспертной системы, а обучение новых экспертов отнимает много времени и средств.
- **Эффективность.** Может увеличить производительность и уменьшать затраты персонала.
- **Постоянство.** С использованием экспертных систем подобные транзакции обрабатываются одним и тем же способом. Система будет делать сопоставимые рекомендации для похожих ситуаций.
- **Влияние на людей.** Новый эффект (самая современная информация, имеющая влияние на здравый смысл). Главный эффект (ранняя информация доминирует над здравым смыслом).
- **Документация.** Экспертная система может документировать процесс решения.

- Законченность. Экспертная система может выполнять обзор всех транзакций, а человек-эксперт сможет сделать обзор только отдельной выборки.
- Своевременность. Погрешности в конструкциях и/или могут быть своевременно найдены.
- Широта. Могут быть объединены знания многих экспертов, что дает системе больше широты, чем с вероятно может достичь один человек.
- Снижение риска ведения дела благодаря последовательности принятия решения документированности и компетентности.

*Недостатки экспертных систем:*

- Здравый смысл. В дополнение к широкому техническому знанию, человек-эксперт имеет здравый смысл. Еще не известно, как заложить здравый смысл в экспертные системы.
- Творческий потенциал. Человек-эксперт может реагировать творчески на необычные ситуации, экспертные системы не могут.
- Обучение. Человек-эксперт автоматически адаптируется к изменению среды; экспертные системы нужно явно модифицировать.
- Сенсорный опыт. Человек-эксперт располагает широким диапазоном сенсорного опыта; экспертные системы в настоящее время основаны на вводе символов.

Экспертные системы не хороши, если решения не существует или когда проблема лежит вне области их компетенции.

*Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных компонентов:*

- решателя (интерпретатора);
- рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД);
- базы знаний (БЗ);
- компонентов приобретения знаний;
- объяснительного компонента;
- диалогового компонента.

**База данных (рабочая память)** предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах (ИПС) и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных (в первую очередь долгосрочных), хранимых в системе.

**База знаний (БЗ)** в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

**Решатель**, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.

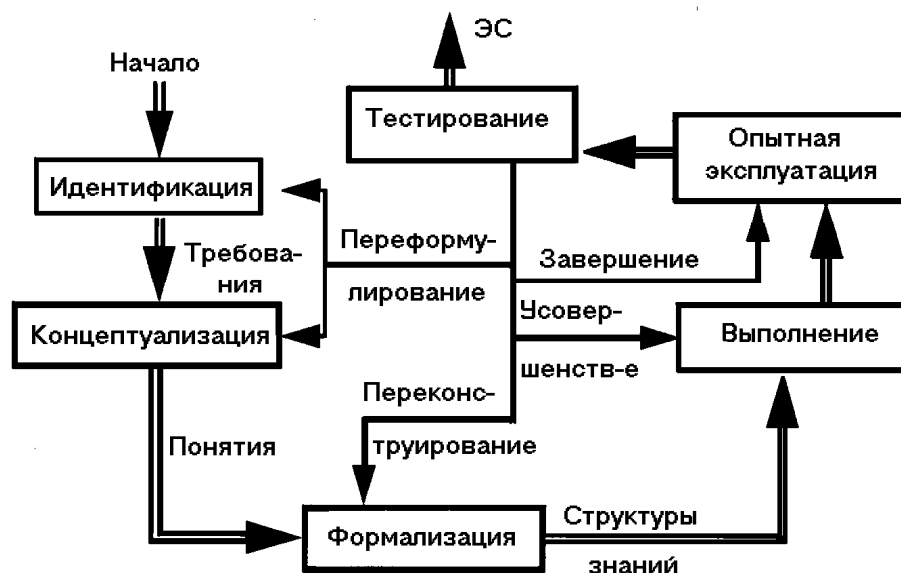
**Компонент** приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

**Объяснительный компонент** объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату.

*Этапы разработки ЭС*

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование и опытная эксплуатация.





### **Тема 7. Тенденции развития систем искусственного интеллекта**

4. Состояние и тенденции развития искусственного интеллекта.
5. Успехи систем искусственного интеллекта и их причины.
6. Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта.

Программные средства, базирующиеся на технологии и методах искусственного интеллекта, получили значительное распространение в мире. Их важность, и, в первую очередь, экспертных систем и нейронных сетей, состоит в том, что данные технологии существенно расширяют круг практически значимых задач, которые можно решать на компьютерах, и их решение приносит значительный экономический эффект. В то же время, технология экспертных систем является важнейшим средством в решении глобальных проблем традиционного программирования: длительность и, следовательно, высокая стоимость разработки приложений; высокая стоимость сопровождения сложных систем; повторная используемость программ и т.п. Кроме того, объединение технологий экспертных систем и нейронных сетей с технологией традиционного программирования добавляет новые качества к коммерческим продуктам за счет обеспечения динамической модификации приложений пользователем, а не программистом, большей "прозрачности" приложения (например, знания хранятся на ограниченном естественном языке, что не требует комментариев к ним, упрощает обучение и сопровождение), лучших графических средств, пользовательского интерфейса и взаимодействия.

По мнению специалистов, в недалекой перспективе экспертные системы будут играть ведущую роль во всех фазах проектирования, разработки, производства, распределения, продажи, поддержки и оказания услуг. Их технология, получив коммерческое распространение, обеспечит революционный прорыв в интеграции приложений из готовых интеллектуально-взаимодействующих модулей.

Коммерческий рынок продуктов искусственного интеллекта в мире в 1993 году оценивался примерно в 0,9 млрд. долларов; из них 600 млн. приходится на долю США. Выделяют несколько основных направлений этого рынка:

- 1) экспертные системы; теперь их часто обозначают еще одним термином - "системы, основанные на знаниях";
- 2) нейронные сети и "размытые" (fuzzy) логики;
- 3) естественно-языковые системы.

В США в 1993 году рынок между этими направлениями распределился так: экспертные системы - 62%, нейронные сети - 26%, естественно-языковые системы - 12%. Рынок этот можно разделить и иначе: на системы искусственного интеллекта (приложения) и инструментальные средства, предназначенные для автоматизации всех этапов существования приложения. В 1993 году в общем объеме рынка США доля приложений составила примерно две, а доля инструментария - примерно одну треть.

Одно из наиболее популярных направлений последних пяти лет связано с понятием автономных агентов. Их нельзя рассматривать как "подпрограммы", - это скорее прислуга, даже компаньон, поскольку одной из важнейших их отличительных черт является автономность, независимость от пользователя. Идея агентов опирается на понятие делегирования своих функций. Другими словами, пользователь должен довериться агенту в выполнении определенной задачи или класса задач. Всегда существует риск, что агент может что-то перепутать, сделать что-то не так. Следовательно, доверие и риск должны быть сбалансированными. Автономные агенты позволяют существенно повысить производительность работы при решении тех задач, в которых на человека возлагается основная нагрузка по координации различных действий.

В том, что касается автономных (интеллектуальных) агентов, хотелось бы отметить один весьма прагматический проект, который сейчас ведется под руководством профессора Генри Либермана в Media-лаборатории MIT (MIT Media Lab). Речь идет об агентах, отвечающих за автоматическое генерирование технической документации. Для решения этой задачи немало сделал в свое время академик Андрей Петрович Ершов, сформулировавший понятие деловой прозы как четко определенного подмножества естественного языка, которое может быть использовано, в частности, для синтеза технической документации (это одно из самых узких мест в любом производстве). Группа под руководством профессора Либермана исследует возможности нового подхода к решению этой проблемы, теперь уже на основе автономных агентов.

Следующее направление в области искусственной жизни - генетическое программирование (genetic programming) - является попыткой использовать метафору генной инженерии для описания различных алгоритмов. Строки (string) искусственной "генетической" системы аналогичны хромосомам в биологических системах. Законченный набор строк называется структурой (structure). Структуры декодируются в набор параметров, альтернативы решений или точку в пространстве решений. Строки состоят из характеристик, или детекторов, которые могут принимать различные значения. Детекторы могут размещаться на разных позициях в строке. Все это сделано по аналогии с реальным миром. В природных системах полный генетический пакет называется генотипом. Организм, который образуется при взаимодействии генотипа с окружающей средой, носит название фенотипа. Хромосомы состоят из генов, которые могут принимать разные значения. (Например, ген цвета для глаза животного может иметь значение "зеленый" и позицию 10).

В генетических алгоритмах роль основных строительных блоков играют строки фиксированной длины, тогда как в генетическом программировании эти строки разворачиваются в деревья, столь знакомые специалистам в области трансляции.

Ныне одним из лидеров в области генетического программирования является группа исследователей из Стэнфордского университета (Stanford University), работающая под руководством профессора Джона Коза. Генетическое программирование вдохнуло новую жизнь в хорошенько уже подзабытый язык LISP (List Processing), который создавался группой Джона Маккарти (того самого, кто в 60-е годы ввел в наш обиход термин "искусственный интеллект") как раз для обработки списков и функционального программирования. Кстати, именно этот язык в США был и остается одним из наиболее распространенных языков программирования для задач искусственного интеллекта.

Успехи систем искусственного интеллекта и их причины

Использование экспертных систем и нейронных сетей приносит значительный экономический эффект. Так, например:

- American Express сократила свои потери на 27 млн. долларов в год благодаря экспертной системе, определяющей целесообразность выдачи или отказа в кредите той или иной фирме;

- DEC ежегодно экономит 70 млн. долларов в год благодаря системе XCON/XSEL, которая по заказу покупателя составляет конфигурацию вычислительной системы VAX. Ее использование сократило число ошибок от 30% до 1%;

- Siga сократила затраты на строительство трубопровода в Австралии на 40 млн. долларов за счет управляющей трубопроводом экспертной системы, реализованной на базе описываемой ниже системы G2.

Коммерческие успехи к экспертным системам и нейронным сетям пришли не сразу. На протяжении ряда лет (с 1960-х годов) успехи касались в основном исследовательских разработок, демонстрировавших пригодность систем искусственного интеллекта для практического использования. Начиная примерно с 1985 (а в массовом масштабе, вероятно, с 1988-1990 годов), в первую очередь, экспертные системы, а в последние два года и нейронные сети стали активно использоваться в реальных приложениях.

Причины, приведшие системы искусственного интеллекта к коммерческому успеху, следующие:

1. Специализация. Переход от разработки инструментальных средств общего назначения к проблемно/предметно специализированным средствам, что обеспечивает сокращение сроков разработки приложений, увеличивает эффективность использования инструментария, упрощает и ускоряет работу эксперта, позволяет повторно использовать информационное и программное обеспечение (объекты, классы, правила, процедуры).

2. Использование языков традиционного программирования и рабочих станций. Переход от систем, основанных на языках искусственного интеллекта (Lisp, Prolog и т.п.), к языкам традиционного программирования (C, C++ и т.п.) упростил "интегрированность" и снизил требования приложений к быстродействию и емкости памяти. Использование рабочих станций вместо ПК резко увеличило круг возможных приложений методов искусственного интеллекта.

3. Интегрированность. Разработаны инструментальные средства искусственного интеллекта, легко интегрирующиеся с другими информационными технологиями и средствами (с CASE, СУБД, контроллерами, концентраторами данных и т.п.).

4. Открытость и переносимость. Разработки ведутся с соблюдением стандартов, обеспечивающих данные характеристики.

5. Архитектура клиент/сервер. Разработка распределенной информационной системы в данной архитектуре позволяет снизить стоимость оборудования, используемого в приложении, децентрализовать приложения, повысить надежность и общую производительность, поскольку сокращается объем информации, пересылаемой между ЭВМ, и каждый модуль приложения выполняется на адекватном оборудовании.

Перечисленные причины могут рассматриваться как общие требования к инструментальным средствам создания систем искусственного интеллекта.

Из пяти факторов, обеспечивших их успех в передовых странах, в России, пожалуй, полностью не реализованы четыре с половиной (в некоторых отечественных системах осуществлен переход к языкам традиционного программирования, однако они, как правило, ориентированы среду на MS-DOS, а не ОС UNIX или Windows NT. Кроме того, в России и СНГ в ряде направлений исследования практически не ведутся, и, следовательно, в этих направлениях (нейронные сети; гибридные системы; рассуждения, основанные на прецедентах; рассуждения, основанные на ограничениях) нельзя ожидать и появления коммерческих продуктов.

Итак, в области искусственного интеллекта наибольшего коммерческого успеха достигли экспертные системы и средства для их разработки. В свою очередь, в этом

направлении наибольшего успеха достигли проблемно/предметно специализированные средства. Если в 1988 году доход от них составил только 3 млн. долларов, то в 1993 году - 55 млн. долларов.

Экспертные системы реального времени - основное направление искусственного интеллекта

Среди специализированных систем, основанных на знаниях, наиболее значимы экспертные системы реального времени, или динамические экспертные системы. На их долю приходится 70 процентов этого рынка.

Значимость инструментальных средств реального времени определяется не столько их бурным коммерческим успехом (хотя и это достойно тщательного анализа), но, в первую очередь, тем, что только с помощью подобных средств создаются стратегически значимые приложения в таких областях, как управление непрерывными производственными процессами в химии, фармакологии, производстве цемента, продуктов питания и т.п., аэрокосмические исследования, транспортировка и переработка нефти и газа, управление атомными и тепловыми электростанциями, финансовые операции, связь и многие другие.

Классы задач, решаемых экспертными системами реального времени, таковы: мониторинг в реальном масштабе времени, системы управления верхнего уровня, системы обнаружения неисправностей, диагностика, составление расписаний, планирование, оптимизация, системы-советчики оператора, системы проектирования.

Статические экспертные системы не способны решать подобные задачи, так как они не выполняют требования, предъявляемые к системам, работающим в реальном времени:

1. Представлять изменяющиеся во времени данные, поступающие от внешних источников, обеспечивать хранение и анализ изменяющихся данных.

2. Выполнять временные рассуждения о нескольких различных асинхронных процессах одновременно (т.е. планировать в соответствии с приоритетами обработку поступивших в систему процессов).

3. Обеспечивать механизм рассуждения при ограниченных ресурсах (время, память). Реализация этого механизма предъявляет требования к высокой скорости работы системы, способности одновременно решать несколько задач (т.е. операционные системы UNIX, VMS, Windows NT, но не MS-DOS).

4. Обеспечивать "предсказуемость" поведения системы, т.е. гарантию того, что каждая задача будет запущена и завершена в строгом соответствии с временными ограничениями. Например, данное требование не допускает использования в экспертной системе реального времени механизма "сборки мусора", свойственного языку Lisp.

5. Моделировать "окружающий мир", рассматриваемый в данном приложении, обеспечивать создание различных его состояний.

6. Протоколировать свои действия и действия персонала, обеспечивать восстановление после сбоя.

7. Обеспечивать наполнение базы знаний для приложений реальной степени сложности с минимальными затратами времени и труда (необходимо использование объектно-ориентированной технологии, общих правил, модульности и т.п.).

8. Обеспечивать настройку системы на решаемые задачи (проблемная/предметная ориентированность).

9. Обеспечивать создание и поддержку пользовательских интерфейсов для различных категорий пользователей.

10. Обеспечивать уровень защиты информации (по категориям пользователей) и предотвращать несанкционированный доступ.

Подчеркнем, что кроме этих десяти требований средства создания экспертных систем реального времени должны удовлетворять и перечисленным выше общим требованиям.

**8. Словарь терминов (глоссарий) по предметному содержанию дисциплины** *(приложение 2)*

## 9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов

Дисциплина/ Семестр/ Специальность/ Преподаватель	Объем аудит. работы			Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрения	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	Сем / Лаб	КСР					
<b>Системы искусственного интеллекта</b> / 7 / Направление «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»/ /Хлобыстова И.Ю.	14	16/14	10	1. Контроль посещаемости лекций 2. Работа на семинарских занятиях 3. Работа на лабораторных занятиях  <u>Контрольные мероприятия</u> 1. балл за контрольную работу 2. баллы за подготовку проектов  <u>Компенсационные мероприятия</u> 1. Письменный реферат по темам практических занятий	14 40 (8*5 б) 35 (7*5 б)  5 10  5	+ 1 балл за до- полнения; + 3 балла за подготовку дополнительного дидактического материала	- 1 балл за не- посещение акад. часа - 3 балла за неготовность или отсутствие на семин. /лабор.занятии - 3 балла за невыполнение в установленные сроки	зачет  допуск к зачету - 65 б. (60%)  «автомат» - 98 б. (90 %)
ИТОГО					109 бал.*			

## 10. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

### Основная литература

4. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы: учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Прикладная информатика в экономике"/А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. - М.: Финансы и статистика, 2004.-424 с. Рек. Мин. образования РФ (2 шт.)
5. Астахова И.Ф. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. - 2008. - 292с.
6. Люгер, Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем/Д. Ф. Люгер .-4-е изд . - М. : Вильямс, 2005.-864 с. (2)

### Дополнительная литература

7. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций: учеб. пособие для студентов вузов - И.: Интернет-ун-т информ.технологий, 2005.-206 с. (рек. умо (1 шт.))
8. Башмаков А. И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособия. - М. :Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2005.-304 с. (3)
9. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. пособие для студ. Вузов.- Спб.: Питер, 2001.- 384 с. - Доп. Мин. Образования РФ (5 шт.)
10. Гаскаров Д. В. Интеллектуальные информационные системы: учебник для студентов вузов. -М.: Высшая школа, 2003.-432с.:ил. Доп. Мин. образования РФ (2 шт.)
11. Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций: учеб.издание. - М.: Физматлит, 2004.-208 с. (3 шт.)
12. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособ. для студ. вузов, обучающихся по спец. 010100 "Математика".- М.: Академия, 2005.-176 с.- (Высшее профессиональное образование: Информатика и вычислительная техника). Рек. УМО (2 шт.)

## 11. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- [www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm](http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm) Гаврилов А.В., Новицкая Ю.В. Разработка экспертных систем
- <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html> Осипов Г. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее
- <http://window.edu.ru/resource/274/69274> Бессмертный И.А. Искусственный интеллект: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/126/34126> Афонин В.Л., Макушкин В.А. Интеллектуальные робототехнические системы: Курс Интернет-университета информационных технологий
- <http://window.edu.ru/resource/677/76677> Новиков Ф.А. Системы представления знаний: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/335/65335> Чулюков В.А., Астахова И.Ф., Потапов А.С., Каширина И.Л., Миловская Л.С., Богданова М.В., Просветова Ю.В. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: Учебное пособие
- <http://window.edu.ru/resource/355/29355> Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта: Учебное пособие: в 2-х ч. Ч.1
- <http://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/lecture/2408> Сотник С. Проектирование систем искусственного интеллекта : Курс лекций

- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- <http://www.lbai.ru/#:show;labs> Ясницкий Л.Н. Лабораторный практикум по ИИ

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Системы искусственного интеллекта»**

**Распределение вопросов, отвечая на которые, и заданий, выполняя которые, студент демонстрирует уровень освоения компетенции**

Студент должен демонстрировать:

*Результат ПК-2:* умение понять поставленную задачу с учетом создания необходимой для ее решения структуры данных

**Пороговый уровень:** воспроизводит термины, основные понятия, знает методы, процедуры, свойства, приводит факты, идентифицирует, дает обзорное описание.

Вопросы: № 1-4, 6, 10-13, 18-20; **ПК-2.**

### **Теоретические вопросы**

**1. Направление развития искусственного интеллекта является (возможно несколько вариантов ответа):**

- 5) мгновенное принятие решений в нестандартной ситуации;
- 6) распознавание образов;
- 7) нейронные сети;
- 8) создание собственных результатов.

**2. В основу логические модели положено:**

- 5) теория алгоритмов;
- 6) теория вероятностей;
- 7) логика предикатов;
- 8) дискретная математика.

**3. Продукцией называется**

- 5) формализация знаний с помощью семантических сетей;
- 6) формализация знаний с помощью правила вида «ЕСЛИ , ТО»;
- 7) формализация знаний с помощью правил;
- 8) формализация знаний с помощью нечеткой логики.

**4. Технология разработки экспертной системы состоит из:**

- 5) 6 этапов;
- 6) 15 этапов;
- 7) 4 этапов;
- 8) 2 этапов.

**6. Интеллект человека — это (возможно несколько вариантов ответа):**

- 5) процедуры, с помощью которых выполняется та или иная интеллектуальная деятельность;
- 6) специальные метапроцедуры обучения новым видам интеллектуальной деятельности;
- 7) реализация машинными средствами тех метапроцедур, которые используются в интеллектуальной деятельности человека;

**10. Перечислите недостатки речевого интерфейса (возможно несколько вариантов ответа).**

- 5) монотонность речи;
- 6) быстрый набор текста;
- 7) четкое проговаривание слов текста;



8) работа в звукоизолированном отдельном помещении.

**11. Какой метод представления знаний экспертной системы основан на использовании выражений вида: ЕСЛИ (условие) — ТО (действие)?**

- 5) правила;
- 6) фреймы;
- 7) семантические сети;
- 8) сценарии.

**12. Какой тип моделей представления знаний соответствует структуре данных для представления и описания стереотипных объектов, событий или ситуаций?**

- 5) семантические сети;
- 6) фреймы и сети фреймов;
- 7) продукционные модели;
- 8) сценарии.

**13. Какая модель используется, если для решения применяются метапроцедуры, оперирующие с совокупностью знаний из той проблемной области, к которой принадлежит данная проблемная ситуация?**

- 5) лабиринтная модель;
- 6) эвристическая модель;
- 7) ассоциативная модель;
- 8) модель проблемной ситуации.

**рассуждения?**

- 5) компетентностью;
- 6) глубиной;
- 7) самосознанием;
- 8) символьным рассуждением.

**19. Как называется прибор, в котором процесс решения задачи развертывается на сети искусственных нейронов?**

- 5) персептрон;
- 6) экспертная система;
- 7) мозг человека;
- 8) нейрокомпьютеры.

**20. Какая главная функция искусственного нейрона?**

- 5) рассчитывать выходной сигнал в зависимости от значения весовых коэффициентов;
- 6) поиск значения весовых коэффициентов;
- 7) формировать входной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его выходной сигнал;
- 8) формировать выходной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его входы.

**Продвинутый уровень:** выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, планирует, применяет законы, реализовывает, использует знания и умения.

**Теоретические вопросы**

**5. Извлечение знаний —**

- 5) *один из этапов разработки экспертной системы;*
- 6) *этап программирования экспертной системы;*
- 7) *получение инженером по знаниям наиболее объяснения решения;*
- 8) *получение инженером по знаниям наиболее полного представления о предметной области и способах принятия решений в ней.*

**7. Чем обеспечивается принципиальная возможность автоматизации решения интеллектуальных задач с помощью ЭВМ (возможно несколько вариантов ответа)?**

- 5) свойством алгоритмической универсальности;
- 6) практической осуществимостью алгоритмов, имеющихся в нашем распоряжении средств;
- 7) невозможностью реализации алгоритмов;
- 8) отсутствием известных алгоритмов.

**8. Какое из утверждений специалистов по созданию искусственного интеллекта наиболее точно определяет сущность искусственного интеллекта?**

- 5) можно найти свой способ решения задачи на ЭВМ, который даст либо результат, подобный человеческому, либо даже лучший;
- 6) программы, создаваемые в искусственном интеллекте, должны быть ориентированы не на решение конкретных задач, а на создание для автоматического построения необходимых программ решения конкретных задач, когда в этом возникает необходимость;
- 7) создание искусственного интеллекта - новый виток развития общества и производства, новая эра жизни человечества;
- 8) создание искусственного интеллекта — новый виток развития программирования, создание интеллектуального программного обеспечения (по существу, комплекса средств, автоматизирующих деятельность самого программиста).

**9. Какие характеристики искусственного интеллекта справедливы для машинного интеллекта?**

- 5) непротиворечивость основ искусственного интеллекта и библии;
- 6) возможность создания нового разума биологическим путем;
- 7) существующие программы игры в шахматы, шашки, распознавания зрительных и звуковых образов, синтез новых технических решений;
- 8) доказательство теории самовоспроизводящихся автоматов.

**14. Что представляет собой система искусственного интеллекта, построенная на логическом принципе?**

- 5) машину доказательства теорем;
- 6) программу вычисления значений по формулам;
- 7) систему решения простых алгебраических вычислений;
- 8) программу решения тригонометрических задач.

**15. Что известно при построении имитационной системы в "виде черного ящика" (возможно несколько вариантов ответа)?**

- 5) входные значения;
- 6) управляющее воздействие;
- 7) информационные ресурсы;
- 8) выходные значения.

**16. К какому типу систем относятся системы, которые позволяют решать управленческие и проектные задачи по их постановкам (описаниям) и исходным данным вне зависимости от сложности математических моделей этих задач?**

- 5) интеллектуальные информационно-поисковые системы;
- 6) экспертные системы (ЭС);
- 7) расчетно-логические системы;
- 8) гибридные экспертные системы.

**17. Какой компонент ЭС предназначен для формирования такой последовательности правил, которая, будучи примененной к исходным данным, приводит к решению задачи?**

- 5) база знаний;
- 6) решатель;
- 7) объяснительный компонент;

8) диалоговый компонент.

**Высокий уровень:** анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует, сформировал навыки (Задания выполняются на лабораторных работах. На выполнение отводится от 2-4 аудиторных часов).

#### Практические задания

- 3) Разработать экспертную систему для тестирования знаний в какой-либо узкой предметной области.
- 4) В дивизии 4 полка, в каждом полку 4 батальона. В каждом подразделении есть командир. Необходимо для заданной фамилии командира:
  - 4) Вывести всех его непосредственных начальников.
  - 5) Вывести всех его непосредственных начальников и их должности.
- 6) В магазине есть 32 подарка для женщины, мужчины, подростка-парня, подростка-девушки, мальчика, девочки. Вводится пол и возраст человека, определяется его категория. Вводится количество денег и определяется какие подарки возможны.

#### Критерии освоения и шкала оценивания

Ступеней уровней освоения компетенции – три.

Первый уровень *пороговый*. Он формируется из компоненты **знать**. Оценка «удовлетворительно».

Второй уровень, *продвинутый*, он формируется из требований к компоненте **уметь**. Оценка «хорошо».

Третий уровень – *высокий*. Он формируется из компоненты **владеть**. Оценка «отлично».

#### Ключ:

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1.	2,3	5.	4	9.	3	13.	4	17.	2
2.	3	6.	2,4	10.	1,3,4	14.	1	18.	3
3.	2	7.	1,2	11.	1	15.	1,4	19.	4
4.	1	8.	2	12.	2	16.	3	20.	4

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

- База знаний (БЗ)* — ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному). Параллельно такому «человеческому» представлению существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.
- Доска объявлений.* Условное название механизма, обеспечивающего передачу информации между отдельными модулями, входящими в систему. Доска объявлений представляет собой ту область памяти системы, к которой могут обращаться все модули.
- Инженер по знаниям* — специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Синонимы: когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик.
- Интеллектуальный редактор БЗ* — программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню. шаблонов языка представления знаний, подсказок («help» — режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.
- Интерфейс пользователя* — комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.
- Искусственный интеллект* — обычно понимаются способы компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека.
- Искусственный интеллект* — компьютерные системы, моделирующие или воспроизводящие интеллектуальную деятельность.
- Подсистема объяснений* — программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» — это трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов БЗ, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» — ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть отход на один шаг назад. Развитые подсистемы объяснений поддерживают и другие типы вопросов.
- Пользователь* — специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны ЭС.
- Предикат* — специальная логическая функция, проверяющая выполнение некоторого условия, накладываемого на ее аргументы.
- Продукционная модель* — при этом способе знание формализуется с помощью правил «ЕСЛИ\_, ТО\_» (явление-реакция), называемых продукция.
- Решатель* — программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. Синонимы: дедуктивная машина, машина вывода, блок логического вывода.
- Робот* — это машина с антропоморфным (человекоподобным) поведением, которая частично или полностью выполняет функции человека (иногда животного) при взаимодействии с окружающим миром
- Семантическая сеть* - граф, вершины которого представляют объекты, а дуги— отношения. Хорошим примером семантической сети может служить генеалогическое древо.
- Сценарий* - структура представления знаний (разновидность фрейма), используемая для описания последовательности связанных событий. Слоты сценария характеризуют отдельные события (место, где происходит событие, кто в нем участвует, чем

оперирует и т. д.). События сценария связаны между собой причинно-следственной связью.

*Унификация* - метод сопоставления с образцом. В процессе унификации переменные, входящие в образцы, принимают такие значения, при которых два образца становятся тождественными.

*Фрейм* - структура представления знаний, используемая для описания характеристик объектов и организованная по принципу - слот и его значение».

*Частичный граф* — это все правила, используемые для доказательства некоторого заключения (последнего или промежуточного), и все исходные данные, касающиеся их.

*Эвристика* - не имеющий формального обоснования метод, который повышает эффективность принятия решения. В системах искусственного интеллекта эвристики часто используются для ускорения решения задач большой сложности.

## Лабораторные работы по дисциплине

### «Системы искусственного интеллекта»

Составитель: Хлобыстова И.Ю.

*Кафедра информатики, теории и методики обучения информатике*

#### **Пояснительная записка**

Лабораторные работы предназначены для бакалавров 4 курса направления подготовки «010500.62 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем». Основная цель – формирование у студентов знаний, умений в области систем искусственного интеллекта.

#### **Отчет студента**

Следует выполнять каждое задание лабораторных работ в соответствии с приведенными этапами:

- 1) изучить словесную постановку задачи, выделив при этом все виды данных;
- 2) сформулировать математическую постановку задачи;
- 3) выбрать метод решения задачи;
- 4) разработать и нарисовать графическую схему алгоритма;
- 5) записать разработанный алгоритм;
- 6) разработать контрольный тест для написанной программы;
- 7) отладить программу;
- 8) представить отчет по работе.

Отчет по лабораторной работе выполняется в тетради. Он должен обязательно содержать порядковый номер и название лабораторной работы, цель работы, задачи и их решения (могут быть представлены в электронном или бумажном печатном варианте), а также заключение (вывод).

### **Лабораторная работа 1. Модели представления знаний**

**Цель работы:** научиться использовать методы искусственного интеллекта.

**Оборудование:** компьютер типа IBM PC.

**Программное обеспечение:**

- объектно-ориентированные языки программирования.

**Ход выполнения лабораторной работы:**

Разработать и реализовать игру Дарвина или одно из индивидуальных заданий (приложение 5).

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое методы искусственного интеллекта?
2. Какие методы использованы при решении задачи?
3. Обоснуйте выбор языка программирования для решения задачи.

**Литература и Интернет-ресурсы:**

- Астахова И.Ф. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. - 2008. - 292с.
- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- <http://window.edu.ru/resource/677/76677> Новиков Ф.А. Системы представления знаний: Учебное пособие

## Лабораторная работа 2. Нейронные сети

**Цель работы:** научиться обучать и разрабатывать небольшие перцептоны.

**Оборудование:** компьютер типа IBM PC.

**Программное обеспечение:**

- операционные системы Windows XP, Windows 7;
- браузер;
- лабораторный практикум по ИИ (нейронные сети) с сайта <http://www.lbai.ru/>.

**Ход выполнения лабораторной работы:**

1. Путем подбора синаптических весов и порога чувствительности однослойного математического нейрона заставить его моделировать логические функции: «И», «ИЛИ» и др.
2. Обучить однослойный перцептон классифицировать числа на четные и нечетные числа.
3. Обучают перцептрон распознавать буквы русского алфавита.
4. Путем подбора синаптических весов и порога чувствительности двухслойного математического нейрона заставить его моделировать логические функции: «И», «ИЛИ» и др.
5. Научить перцептрон ставить медицинские диагнозы: грипп, пневмония, ОРЗ.
6. Создать нейропакет, т.е. программу, предназначенную для проектирования, обучения, тестирования и использования нейронных сетей.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое нейронная сеть?
2. Особенности решения задач в нейронной сети?
3. Обоснуйте выбор программного средства для создания перцептона.

**Литература и Интернет-ресурсы:**

- Астахова И.Ф. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. - 2008. - 292с.
- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- <http://lbai.ru/#;show;labs> Ясницкий Л.Н. Лабораторный практикум по ИИ

**Лабораторная работа 3.** Однослойная нейронная сеть, решающая задачу распознавания

**Цель работы:** изучение алгоритмов обучения нейронных сетей, получение практических навыков работы с простейшими нейронными сетями, для обучения которых используется алгоритм Хебба и алгоритм Розенблатта.

**Оборудование:** компьютер типа IBM PC.

**Программное обеспечение:**

- операционные системы Windows XP, Windows 7;
- браузер;
- объектно-ориентированные языки программирования.

#### **Ход выполнения лабораторной работы:**

Разработать структуру однослойной нейронной сети, способной распознавать четыре различные буквы Вашего имени или фамилии. Обосновать выбор:

- числа рецепторных нейронов (*входов*); число  $n$   $x$ -элементов сети должно быть в пределах  $12 < n < 30$ ;
- числа выходных нейронов (*нейронов сети*);
- выбор векторов выходных сигналов.

Разработать программу, моделирующую нейронную сеть, способную обучаться по правилу Хебба или по алгоритму Розенблатта для распознавания четырех заданных букв.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что понимают под однослойной нейронной сетью?
2. Что такое правило Хебба?
3. Приведите алгоритму Розенблатта.

#### **Литература и Интернет-ресурсы:**

- Астахова И.Ф. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. - 2008. - 292с.
- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- <http://lbai.ru/#;show;labs> Ясницкий Л.Н. Лабораторный практикум по ИИ
- <http://www.basegroup.ru/library/analysis/neural/> Нейронные сети

### **Лабораторная работа 4. Экспертные системы**

**Цель работы:** научиться создавать небольшие экспертные системы.

**Оборудование:** компьютер типа IBM PC.

#### **Программное обеспечение:**

- экспертная система Mizar;
- объектно-ориентированные языки программирования.

#### **Ход выполнения лабораторной работы:**

1. Знакомство с примерами экспертных систем.
2. Разработка экспертной системы (варианты индивидуальных заданий приведены в приложении 5).
3. Создание тестовой программы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое экспертная система?
2. Особенности решения задач в экспертных системах?
3. Обоснуйте выбор программного средства для создания экспертной системы.

#### **Литература и Интернет-ресурсы:**

- Астахова И.Ф. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. - 2008. - 292с.



- <http://www.aiportal.ru/> Портал искусственного интеллекта
- [www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm](http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/merenkov/library/arc/es/default.htm)  
Гаврилов А.В., Новицкая Ю.В. Разработка экспертных систем
- <http://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/lecture/2408> Сотник С.  
Проектирование систем искусственного интеллекта : Курс лекций
- <http://5fan.ru/wievjob.php?id=193> Игра «Жизнь»

## ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

### Лабораторная работа №1

1. Разработайте в среде объектно-ориентированного программирования программу, которая программирует продукционные правила проверки правильности вводимых данных (нотации Бекуса) для следующих задач:
  - Ввод номера сотового телефона с контролем нескольких вариантов сотовых операторов.
  - Ввод данных о автомобиле с контролем вариантов марок.
  - Ввод данных о номере автомобиля с контролем вариантов «узнаваемых» регионов.
  - Ввод данных о компьютере с контролем данных о возможных характеристиках.
  - Ввод данных о компьютерной сети с контролем данных о возможных характеристиках.
  - Ввод данных о покупке телевизора с контролем данных о возможных характеристиках.
2. Разработайте в среде объектно-ориентированного программирования программу, которая программирует создание фреймовой базы знаний для следующих задач:
  - Данные о продаваемых товарах отдела «одежда»
  - Данные о продаваемых товарах отдела «электроника»
  - Данные о продаваемых товарах отдела «часы»
  - Данные о продаваемых автомобилях
  - Данные о участниках соревнований
  - Данные о участниках конкурса научных работ

### Лабораторная работа № 4

Примерные варианты индивидуальных заданий по построению простейших ЭС (язык программирования)

1. В семье 5 родственников. Есть отец, мать, дед, бабушка, внук, внучка, сыновья и дочери. Всего 3 поколения. Необходимо определить тип родства для 2-х задаваемых членов семьи.
2. В сети 5 серверов А, В, С, Е, К. Известны цены создания линий между серверами. Необходимо для заданной пары серверов:
  - а) Вывести линии, цена которых выше заданных.
  - б) Вывести линии, цена которых меньше заданной.
3. В дивизии 4 полка, в каждом полку 4 батальона. В каждом подразделении есть командир. Необходимо для заданной фамилии командира:
  - 1) Вывести всех его непосредственных начальников.
  - 2) Вывести всех его непосредственных начальников и их должности.

4. Есть расписание маршрутных такси между Пунктами А-В-С. Проехать можно только в таком порядке. Необходимо для заданного часа отъезда определить выбор такси для проезда из заданного пункта в другой заданный.
5. В магазине есть 32 подарка для женщины, мужчины, подростка-парня, подростка-девушки, мальчика, девочки. Вводится пол и возраст человека, определяется его категория. Вводится количество денег и определяется какие подарки возможны.
6. Вводится список 35 цифр. Из него составить списки четных и нечетных чисел и подсчитать количество цифр, которые делятся на задаваемое целое число.