

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет прикладной информатики  
Компьютерных технологий и систем

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки: Создание, модификация и сопровождение информационных систем, администрирование баз данных

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

2024

**Разработчики:**

Профессор, кафедра компьютерных технологий и систем  
Луценко Е.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 №926, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по информационным системам", утвержден приказом Минтруда России от 13.07.2023 № 586н; "Администратор баз данных", утвержден приказом Минтруда России от 17.09.2014 № 647н; "Специалист по информационным системам", утвержден приказом Минтруда России от 18.11.2014 № 896н; "Администратор баз данных", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 408н.

**Согласование и утверждение**

| № | Подразделение<br>или<br>коллегиальный<br>орган | Ответственное<br>лицо                                                           | ФИО             | Виза        | Дата, протокол<br>(при наличии) |
|---|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | Компьютерных<br>технологий и<br>систем         | Заведующий<br>кафедрой,<br>руководитель<br>подразделения,<br>реализующего<br>ОП | Лукьяненко Т.В. | Согласовано | 22.03.2024, № 9                 |

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - является изучение проблематики и областей применения интеллектуальных технологий в информационных системах, теоретических и организационно-методических вопросов построения и функционирования систем, основанных на знаниях, привитие обучающимся навыков практических работ по проектированию баз знаний и разработки прикладных семиотических систем.

Задачи изучения дисциплины:

- – когнитивно-целевая структуризация предметной области;;
- – формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций, кодирование с их помощью исходных данных и формирование базы событий и обучающей выборки);;
- – синтез и верификация моделей знаний;;
- – решение задач идентификации и прогнозирования;;
- – решение задач поддержки принятия решений;;
- – решение задачи исследования моделируемой предметной области..

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-П4 Способность выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем.

ПК-П4.1 Знает Инструменты и методы проектирования архитектуры ИС, инструменты и методы верификации архитектуры ИС, возможности ИС, предметную область автоматизации, архитектуру, устройство и функционирование вычислительных систем

*Знать:*

ПК-П4.1/Зн1 Коммуникационное оборудование

Сетевые протоколы

Основы современных операционных систем

Основы современных СУБД

Устройство и функционирование современных ИС

ПК-П4.1/Зн2 Архитектура мультиарендного программного обеспечения

Основы ИБ организации

Современные стандарты информационного взаимодействия систем

Программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций

Современные подходы и стандарты автоматизации организации

*Уметь:*

ПК-П4.1/Ум1 Осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Владеть:*

ПК-П4.1/Нв1 Навыками создания вариантов архитектурных спецификаций ИС в рамках выполнения работ

ПК-П4.2 Умеет проектировать архитектуру ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, проверять (верифицировать) архитектуру ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, анализировать исходную документацию в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, разрабатывать документы в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Знать:*

ПК-П4.2/Зн1 Системы классификации и кодирования информации, в том числе присвоения кодов документам и элементам справочников

ПК-П4.2/Зн2 Отраслевая нормативно-техническая документация

*Уметь:*

ПК-П4.2/Ум1 Разрабатывать документы в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

ПК-П4.2/Ум2 Анализировать исходную документацию в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Владеть:*

ПК-П4.2/Нв1 Навыками создания вариантов архитектурных спецификаций ИС в рамках управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

ПК-П4.3 Владеет навыками создания вариантов архитектурных спецификаций ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, выбора и согласования с заинтересованными сторонами оптимальной архитектурной спецификации ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Знать:*

ПК-П4.3/Зн1 Источники информации, необходимой для профессиональной деятельности при выполнении работ и управлении работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Уметь:*

ПК-П4.3/Ум1 Проверять (верифицировать) архитектуру ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

ПК-П4.3/Ум2 Проектировать архитектуру ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС

*Владеть:*

ПК-П4.3/Нв1 Навыками выбора и согласование с заинтересованными сторонами оптимальной архитектурной спецификации ИС

### **3. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина (модуль) «Методы искусственного интеллекта» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Контактная работа (часы, всего) | Внеаудиторная контактная работа (часы) | Зачет (часы) | Лабораторные занятия (часы) | Лекционные занятия (часы) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Восьмой семестр | 108                       | 3                        | 43                              | 1                                      |              | 20                          | 22                        | 65                            | Зачет                           |
| Всего           | 108                       | 3                        | 43                              | 1                                      |              | 20                          | 22                        | 65                            |                                 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы                                                                                                                           | Всего      | Внеаудиторная контактная работа | Лабораторные занятия | Лекционные занятия | Самостоятельная работа | Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Общая характеристика ИИС как систем, базирующихся на знаниях. Представление знаний в ИИС</b>                                            | <b>8,6</b> | <b>1</b>                        | <b>0,8</b>           | <b>0,8</b>         | <b>6</b>               | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3                                                   |
| Тема 1.1. Новые информационные технологии (НИТ) и классы трудно формализуемых задач в автоматизированных системах обработки информации и управления. | 2,9        | 1                               | 0,2                  | 0,2                | 1,5                    |                                                                                 |
| Тема 1.2. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта. Классификация ИИС, основанных на знаниях.                           | 1,9        |                                 | 0,2                  | 0,2                | 1,5                    |                                                                                 |
| Тема 1.3. Понятие ИИС, основные проблемы их разработки.                                                                                              | 1,9        |                                 | 0,2                  | 0,2                | 1,5                    |                                                                                 |
| Тема 1.4. Проблема представления знаний. Необходимые условия представления знаний. Языки представления знаний.                                       | 1,9        |                                 | 0,2                  | 0,2                | 1,5                    |                                                                                 |

|                                                                                                                                                                               |            |  |            |            |            |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|------------|------------|------------|-------------------------------|
| <b>Раздел 2. Продукционные модели представления знаний</b>                                                                                                                    | <b>5,7</b> |  | <b>0,6</b> | <b>0,6</b> | <b>4,5</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 2.1. Понятие продукционной модели, правила формирования условий (антецедентов) и действий (консеквентов).                                                                | 1,9        |  | 0,2        | 0,2        | 1,5        |                               |
| Тема 2.2. Продукционная модель, как основа для построения решателя или механизма логического вывода. Граф И/ИЛИ и поиск данных.                                               | 1,9        |  | 0,2        | 0,2        | 1,5        |                               |
| Тема 2.3. Влияние структурированности базы данных, числа правил-продукций и логики работы интерпретатора на эффективность продукционных систем.                               | 1,9        |  | 0,2        | 0,2        | 1,5        |                               |
| <b>Раздел 3. Представление знаний в виде фреймов</b>                                                                                                                          | <b>5,4</b> |  | <b>0,3</b> | <b>0,6</b> | <b>4,5</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 3.1. Понятие фрейма. Кластеризация знаний. Стереотипные знания и способы их описания на основе фреймов.                                                                  | 1,8        |  | 0,1        | 0,2        | 1,5        |                               |
| Тема 3.2. Принцип наследования информации как способ уменьшения избыточности описания знаний. Описание знаний о предметной области на основе сети фреймов.                    | 1,8        |  | 0,1        | 0,2        | 1,5        |                               |
| Тема 3.3. Описание декларативных и процедурных знаний с помощью фреймов. Логика работы фреймовых систем (создание экземпляра фрейма, его активизация и организация вывода).   | 1,8        |  | 0,1        | 0,2        | 1,5        |                               |
| <b>Раздел 4. Представление знаний на основе формальных систем (исчисление предикатов, семантические сети)</b>                                                                 | <b>3,9</b> |  | <b>0,3</b> | <b>0,6</b> | <b>3</b>   | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 4.1. Представление знаний с помощью логики предикатов. Выводы в естественной дедуктивной системе. Получение выводов и операции со знаниями на основе принципа резолюции. | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1          |                               |

|                                                                                                                                                   |            |  |            |            |          |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|------------|------------|----------|-------------------------------|
| Тема 4.2. Модели представления знаний на основе семантической сети. Этапы формализации семантической сети.                                        | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 4.3. Описание иерархической структуры понятия и графические средства ее процедурного представления на основе семантической сети.             | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| <b>Раздел 5. ИИС - закономерный этап развития средств труда.</b>                                                                                  | <b>7,8</b> |  | <b>0,6</b> | <b>1,2</b> | <b>6</b> |                               |
| Тема 5.1. Определение и критерии идентификации систем искусственного интеллекта                                                                   | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 5.2. Информационная теория стоимости.                                                                                                        | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 5.3. Интеллектуализация – одно из генеральных направлений развития информационных систем и технологий.                                       | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 5.4. Системно-когнитивный анализ (СК-анализ) как развитие концепции смысла Шенка-Абельсона.                                                  | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 5.5. Системы искусственного интеллекта (СИИ), их место в классификации ИС, цели и пути их создания.                                          | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 5.6. Информационная модель (ИМ) деятельности специалиста и место СИИ в этой деятельности.                                                    | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| <b>Раздел 6. Теоретические основы системно - когнитивного анализа (СК -анализа)</b>                                                               | <b>3,9</b> |  | <b>0,3</b> | <b>0,6</b> | <b>3</b> |                               |
| Тема 6.1. Системный анализ (СА), как метод познания.                                                                                              | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 6.2. Когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигулятора. СК-анализ, как СА, структурированный до уровня базовых когнитивных операций. | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |
| Тема 6.3. Место и роль СК-анализа в управлении. Простейший и развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе                                     | 1,3        |  | 0,1        | 0,2        | 1        |                               |



|                                                                                                                                                                  |            |  |            |            |          |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|------------|------------|----------|-------------------------------|
| <b>Раздел 7. Системная теория информации (СТИ) и ее семантическая информационная модель</b>                                                                      | <b>4,7</b> |  | <b>0,6</b> | <b>1,1</b> | <b>3</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 7.1. Теоретические основы системной теории информации.                                                                                                      | 1,4        |  | 0,1        | 0,3        | 1        |                               |
| Тема 7.2. Семантическая информационная модель (СИМ) СК-анализа. Некоторые свойства ее математической модели (ММ) /сходимость, адекватность, устойчивость и др./. | 1,4        |  | 0,1        | 0,3        | 1        |                               |
| Тема 7.3. Взаимосвязь математической модели СК-анализа с другими моделями.                                                                                       | 1,9        |  | 0,4        | 0,5        | 1        |                               |
| <b>Раздел 8. Методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных автоматизированного СК-анализа</b>                                                        | <b>4</b>   |  | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 8.1. Принципы формализации предметной области и подготовки эмпирических данных.                                                                             | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 8.2. Иерархическая структура данных и последовательность численных расчетов в АСК-анализе. Обобщенное описание его алгоритмов.                              | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| <b>Раздел 9. Технология синтеза и эксплуатации приложений в системе Aidos -X</b>                                                                                 | <b>8</b>   |  | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>4</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 9.1. Назначение и состав системы Aidos-X, ее пользовательский интерфейс. Технология разработки и эксплуатации приложений в этой системе.                    | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 9.2. Технические характеристики и обеспечение эксплуатации системы Aidos-X.                                                                                 | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 9.3. Детальные алгоритмы АСК-анализа.                                                                                                                       | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 9.4. АСК-анализ, как технология создания и эксплуатации рефлексивных АСУ активными объектами. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++") | 2          |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |

|                                                                                                                                                                                                |           |  |            |            |          |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------------|------------|----------|-------------------------------|
| <b>Раздел 10. Системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальным интерфейсом</b>                                                                                                    | <b>10</b> |  | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>6</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 10.1. Интеллектуальные интерфейсы. Использование биометрической информации о пользователе в управлении системами.                                                                         | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 10.2. Системы с биологической обратной связью. Системы с семантическим резонансом. Компьютерные (Ψ -технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс.                              | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 10.3. Виртуальная реальность. Системы виртуальной реальности (СВР) и критерии реальности, принцип эквивалентности виртуальной и истинной реальности. Виртуальные устройства ввода-вывода. | 4         |  | 0,5        | 0,5        | 3        |                               |
| Тема 10.4. Соблюдения моральных норм в СВР и последствия их несоблюдения. Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом.                                                                | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| <b>Раздел 11. Автоматизированные системы распознавания образов</b>                                                                                                                             | <b>6</b>  |  | <b>1,5</b> | <b>1,5</b> | <b>3</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 11.1. Основные понятия и определения, связанные с системами распознавания образов. Проблема распознавания образов и классификация методов распознавания.                                  | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 11.2. Применение распознавания образов для идентификации и прогнозирования. Сходство и различие в содержании понятий "идентификация" и "прогнозирование".                                 | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 11.3. Роль и место распознавания образов в автоматизации управления сложными системами. Методы кластерного анализа. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-Х++")         | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |

|                                                                                                                                                                                  |           |  |            |            |          |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|------------|------------|----------|-------------------------------|
| <b>Раздел 12. Математические методы и автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР)</b>                                                                           | <b>8</b>  |  | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>4</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 12.1. Многообразие задач и языков описания методов принятия решений. Выбор в условиях неопределенности.                                                                     | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 12.2. Решение как компромисс и баланс интересов. Некоторые ограничения оптимизационного подхода. Экспертные методы выбора.                                                  | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 12.3. Юридическая ответственность за решения, принятые с применением систем поддержки принятия решений. Условия корректности использования СППР.                            | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 12.4. Хранилища данных для принятия решений.                                                                                                                                | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| <b>Раздел 13. Экспертные системы (ЭС) и нейронные сети</b>                                                                                                                       | <b>10</b> |  | <b>2,5</b> | <b>2,5</b> | <b>5</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 13.1. Базовые понятия ЭС.                                                                                                                                                   | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 13.2. Методика построения ЭС:                                                                                                                                               | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 13.3. Биологический нейрон и его формальная модель Маккалоки и Питтса. Возможность решения простых задач классификации непосредственно одним нейроном.                      | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 13.4. Однослойная нейронная сеть и персептрон Розенблата. Линейная разделимость и персептронная представляемость. Многослойные нейронные сети.                              | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| Тема 13.5. Проблемы и перспективы НС. Модель нелокального нейрона и нелокальные интерпретируемые НС прямого счета. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++") | 2         |  | 0,5        | 0,5        | 1        |                               |
| <b>Раздел 14. Генетические алгоритмы и моделирование биологической эволюции.</b>                                                                                                 | <b>6</b>  |  | <b>1,5</b> | <b>1,5</b> | <b>3</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |  |          |          |          |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|----------|----------|----------|-------------------------------|
| Тема 14.1. Основные понятия, принципы и предпосылки генетических алгоритмов.                                                                                                                                                                                                                                                       | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| Тема 14.2. Работа простого генетического алгоритма. Достоинства и недостатки генетических алгоритмов.                                                                                                                                                                                                                              | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| Тема 14.3. Примеры применения генетических алгоритмов. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++")                                                                                                                                                                                                               | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| <b>Раздел 15. Когнитивное моделирование. Выявление знаний из опыта (эмпирических фактов) и интеллектуальный анализ данных (data mining)</b>                                                                                                                                                                                        | <b>4</b>  |  | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 15.1. Когнитивное моделирование и когнитивная карта, их связь с когнитивной психологией и гносеологией.                                                                                                                                                                                                                       | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| Тема 15.2. Когнитивная структуризация знаний об исследуемом объекте и внешней для него среды на основе PEST-анализа и SWOT -анализа. Разработка программы реализации стратегии развития объекта на основе динамического имитационного моделирования (пакета Ithink). (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++") | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| <b>Раздел 16. Области применения ИИС и перспективы их развития (в т.ч. и Internet)</b>                                                                                                                                                                                                                                             | <b>12</b> |  | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>6</b> | ПК-П4.1<br>ПК-П4.2<br>ПК-П4.3 |
| Тема 16.1. Обзор опыта применения АСК - анализа в исследовании и управлении и социально-экономическими системами. Поддержка принятия решений при выборе Агро технологий, культур и пунктов выращивания с/х продукции.                                                                                                              | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| Тема 16.2. Прогнозирование динамики сегмента рынка.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |
| Тема 16.3. Анализ динамики макроэкономических состояний городов и районов на уровне субъектов РФ.                                                                                                                                                                                                                                  | 2         |  | 0,5      | 0,5      | 1        |                               |

|                                                                                                                 |            |          |           |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Тема 16.4. Ограничения АСК-анализа и обоснованное расширение области его применения на основе научной индукции. | 2          |          | 0,5       | 0,5       | 1         |
| Тема 16.5. Перспективы применения и развития АСК-анализа в управлении.                                          | 2          |          | 0,5       | 0,5       | 1         |
| Тема 16.6. Перспективные направления применения АСК-анализа и СИИ.                                              | 2          |          | 0,5       | 0,5       | 1         |
| <b>Итого</b>                                                                                                    | <b>108</b> | <b>1</b> | <b>20</b> | <b>22</b> | <b>65</b> |

## 5. Содержание разделов, тем дисциплин

### *Раздел 1. Общая характеристика ИИС как систем, базирующихся на знаниях. Представление знаний в ИИС*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 0,8ч.; Лекционные занятия - 0,8ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

*Тема 1.1. Новые информационные технологии (НИТ) и классы трудно формализуемых задач в автоматизированных системах обработки информации и управления.*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

Новые информационные технологии (НИТ) и классы трудно формализуемых задач играют важную роль в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ). Рассмотрим ключевые аспекты НИТ и их применение к решению таких задач.

### Новые информационные технологии (НИТ)

НИТ охватывают широкий спектр технологий, направленных на сбор, обработку, хранение и передачу информации. Основные направления НИТ включают:

1. Искусственный интеллект (ИИ): Технологии ИИ, такие как машинное обучение и глубокое обучение, используются для автоматизации сложных аналитических задач и принятия решений.
2. Большие данные (Big Data): Технологии обработки больших данных позволяют анализировать большие объемы данных с высокой скоростью и точностью.
3. Интернет вещей (IoT): Системы IoT объединяют устройства и сенсоры, обеспечивая сбор данных в реальном времени и их использование для автоматизированного управления.
4. Облачные вычисления: Облачные платформы предоставляют масштабируемую инфраструктуру для хранения и обработки данных.
5. Блокчейн: Технологии распределенных реестров обеспечивают безопасность и прозрачность данных в распределенных системах.
6. Квантовые вычисления: В перспективе квантовые вычисления могут значительно ускорить решение сложных задач оптимизации и моделирования.

### Трудно формализуемые задачи

Трудно формализуемые задачи характеризуются сложностью их формального описания и решения. Эти задачи часто возникают в условиях неопределенности, многокритериальности и многозадачности. Основные классы таких задач включают:

1. Задачи принятия решений в условиях неопределенности: Например, задачи прогнозирования и планирования, где данные могут быть неполными или неточными.
2. Оптимизационные задачи с многими критериями: Задачи, где необходимо учитывать множество различных критериев и ограничений, такие как задачи логистики и распределения ресурсов.
3. Задачи распознавания и классификации: Например, задачи распознавания образов и текстов, где данные могут быть разнородными и зашумленными.
4. Задачи управления сложными системами: Управление динамическими системами, такими как промышленные процессы или системы транспорта, где требуется реальное время реакции и адаптация к изменяющимся условиям.

### Примеры применения НИТ для решения трудно формализуемых задач

1. Искусственный интеллект и машинное обучение: Используются для прогнозирования спроса, оптимизации производственных процессов, диагностики оборудования и других задач.
2. Анализ больших данных: Применяется для выявления скрытых закономерностей и тенденций, что позволяет улучшать процессы принятия решений.

*Тема 1.2. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.  
Классификация ИИС, основанных на знаниях.*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Основные направления исследований в области искусственного интеллекта (ИИ)

Искусственный интеллект (ИИ) — это обширная и многогранная область, включающая различные направления исследований и приложений. Основные направления исследований в области ИИ включают:

### 1. Машинное обучение (ML):

- Супервайзинг (обучение с учителем): Создание моделей на основе размеченных данных.
- Надзорное обучение: Классификация и регрессия.
- Ненадзорное обучение: Кластеризация, ассоциации, уменьшение размерности.
- Обучение с подкреплением (RL): Разработка агентов, обучающихся через взаимодействие с окружением.
- Глубокое обучение (DL): Нейронные сети, глубокие нейронные сети (DNN), сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN).

### 2. Обработка естественного языка (NLP):

- Понимание и генерация текста: Автоматический перевод, суммаризация текста, генерация текста.
- Распознавание речи: Конверсия речи в текст.
- Анализ тональности: Определение эмоционального содержания текста.

### 3. Компьютерное зрение (CV):

- Распознавание образов: Распознавание лиц, объектов, сцен.
- Обработка изображений и видео: Фильтрация, сегментация, отслеживание объектов.

### 4. Робототехника:

- Автономные роботы: Мобильные роботы, роботы-манипуляторы.
- Социальные роботы: Взаимодействие с людьми, понимание эмоций.

### 5. Мультимодальные системы:

- Системы, обрабатывающие несколько типов данных: Текст, изображение, видео, аудио.

### 6. Интеллектуальные агенты и многоагентные системы:

- Координация и сотрудничество: Системы с множеством взаимодействующих агентов.

### 7. Этика и объяснимость ИИ:

- Этичные алгоритмы: Разработка этических и прозрачных алгоритмов ИИ.
- Объяснимый ИИ (XAI): Алгоритмы, которые можно объяснить и интерпретировать.

Классификация интеллектуальных информационных систем (ИИС), основанных на знаниях

Интеллектуальные информационные системы (ИИС), основанные на знаниях, классифицируются по различным критериям, включая типы используемых знаний, способы представления знаний, методы вывода и области применения. Основные классы таких систем включают:

### 1. Экспертные системы (ЭС):

- Диагностические системы: Системы для диагностики неисправностей, медицинские диагностические системы.
- Консультационные системы: Системы поддержки принятия решений, предоставляющие рекомендации на основе накопленных знаний.

### 2. Системы представления знаний:

- Семантические сети: Графовые структуры для представления знаний в виде узлов и ребер.
- Фреймовые структуры: Структуры для представления объектов и их свойств.
- Онтологии: Формальные описания понятий и их взаимосвязей в определенной области знаний.



*Тема 1.3. Понятие ИИС, основные проблемы их разработки.*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Понятие интеллектуальных информационных систем (ИИС)

Интеллектуальные информационные системы (ИИС) — это системы, которые используют методы искусственного интеллекта для автоматизации сложных задач, требующих человеческой интеллектуальной деятельности. Они включают в себя компоненты для сбора, обработки, анализа и использования знаний для принятия решений и выполнения задач. Основные компоненты ИИС включают базы знаний, механизмы вывода, интерфейсы пользователя и системы управления данными.

ИИС можно классифицировать на различные типы в зависимости от их функций и применяемых технологий, включая экспертные системы, системы обработки естественного языка, интеллектуальные агентные системы и многое другое.

### Основные проблемы разработки ИИС

Разработка ИИС сталкивается с рядом сложных проблем, которые могут быть классифицированы следующим образом:

#### 1. Проблемы представления знаний:

- Формализация знаний: Преобразование знаний из неструктурированной формы в структурированные форматы, такие как семантические сети, фреймы или онтологии.
- Эволюция знаний: Актуализация и расширение базы знаний по мере накопления новых данных и информации.

#### 2. Проблемы вывода и рассуждения:

- Эффективность механизмов вывода: Обеспечение быстрого и точного вывода знаний из базы знаний.
- Объяснимость вывода: Обеспечение интерпретируемости и прозрачности принимаемых решений, что важно для доверия пользователей.

#### 3. Проблемы обучения и адаптации:

- Обучение на основе данных: Использование методов машинного обучения для автоматического улучшения системы на основе накопленных данных.
- Обучение с учителем и без учителя: Реализация различных стратегий обучения для адаптации к изменяющимся условиям и новым задачам.

#### 4. Проблемы обработки естественного языка (NLP):

- Понимание контекста: Разработка методов, позволяющих системам корректно понимать и интерпретировать контекст пользовательских запросов.
- Обработка неструктурированных данных: Обработка текстов, разговорной речи и других неструктурированных форм данных.

#### 5. Проблемы интеграции данных:

- Совместимость и консистентность данных: Обеспечение совместимости и согласованности данных, поступающих из различных источников.
- Большие данные и их анализ: Эффективная обработка и анализ больших объемов данных.

#### 6. Проблемы взаимодействия с пользователем:

- Интерфейсы пользователя: Разработка интуитивно понятных и удобных интерфейсов для взаимодействия пользователей с ИИС.
- Адаптивность и персонализация: Способность системы адаптироваться к индивидуальным потребностям и предпочтениям пользователей.

#### 7. Проблемы безопасности и этики:

- Конфиденциальность данных: Защита личных данных пользователей и обеспечение конфиденциальности информации.
- Этические вопросы: Обеспечение этичности и справедливости принимаемых системой

*Тема 1.4. Проблема представления знаний. Необходимые условия представления знаний. Языки представления знаний.*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Проблема представления знаний

Представление знаний — одна из центральных проблем в разработке интеллектуальных информационных систем (ИИС). Она связана с тем, как знания должны быть структурированы и кодированы для использования компьютером. Основные проблемы представления знаний включают:

1. **Формализация знаний:** Необходимо преобразовать знания из неформальной, естественно-языковой формы в формализованные структуры, которые могут быть обработаны компьютером.
2. **Моделирование сложных знаний:** Нужно уметь представлять сложные взаимосвязи, контексты, неопределенность и неполные данные.
3. **Обновление и расширение знаний:** Системы должны быть способны адаптироваться к новым знаниям и изменяющимся условиям.
4. **Интерпретация и объяснимость:** Знания должны быть представлены таким образом, чтобы система могла объяснить свои решения пользователю.
5. **Эффективность обработки:** Представление знаний должно позволять эффективное извлечение и использование знаний для решения задач.

### Необходимые условия представления знаний

Чтобы представление знаний было эффективным, оно должно удовлетворять ряду условий:

1. **Адекватность:** Представление должно точно и полно отражать реальные знания о предмете.
2. **Интуитивная понятность:** Структура представления должна быть понятна разработчикам и пользователям.
3. **Машинная интерпретируемость:** Система должна быть способна обрабатывать и использовать представленные знания для выполнения задач.
4. **Модульность и масштабируемость:** Знания должны быть организованы таким образом, чтобы их можно было легко обновлять, модифицировать и расширять.
5. **Учет неопределенности:** Система должна уметь работать с неполными и неточными данными.
6. **Эффективность:** Представление знаний должно обеспечивать быструю и эффективную обработку данных.

### Языки представления знаний

Существует несколько языков и форматов, используемых для представления знаний. Основные из них включают:

1. **Логические языки:**
  - **Пропозициональная логика:** Используется для представления простых логических утверждений.
  - **Предикатная логика:** Более мощный язык, позволяющий выражать сложные отношения между объектами.

2. **Семантические сети:**

- **Графовые структуры:** Узлы представляют объекты, а ребра — отношения между ними.

## ***Раздел 2. Продукционные модели представления знаний***

***(Лабораторные занятия - 0,6ч.; Лекционные занятия - 0,6ч.; Самостоятельная работа - 4,5ч.)***

*Тема 2.1. Понятие продукционной модели, правила формирования условий (антецедентов) и действий (консеквентов).*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Понятие продукционной модели

Продукционная модель представляет собой метод представления знаний в виде набора продукционных правил (или продукций), которые определяют, как система должна действовать в различных ситуациях. Продукционная модель широко используется в экспертных системах и других интеллектуальных системах для автоматизации принятия решений и выполнения задач.

### Структура продукционного правила

Продукционное правило обычно имеет форму "если-тогда" (IF-THEN), где:

- Условие (антецедент): Это часть правила, которая проверяет выполнение определенных условий.
- Действие (консеквент): Это часть правила, которая выполняется, если условия антецедента удовлетворены.

Общая форма продукционного правила:

IF <условие> THEN <действие>

### Пример продукционного правила

Рассмотрим пример правила в экспертной системе медицинской диагностики:

IF температура > 38 AND кашель == да THEN диагноз = грипп

В этом примере:

- Условие (антецедент): "температура > 38 AND кашель == да" — проверяет, имеет ли пациент температуру выше 38 градусов и кашель.
- Действие (консеквент): "диагноз = грипп" — устанавливает диагноз "грипп", если условия выполнены.

### Правила формирования условий (антецедентов)

1. Логические операторы: Условия могут включать логические операторы, такие как AND, OR, NOT, которые позволяют комбинировать несколько условий.
  - AND: Все условия должны быть истинными.
  - OR: Достаточно, чтобы хотя бы одно условие было истинным.
  - NOT: Условие должно быть ложным.
2. Сравнение значений: Условия могут включать операции сравнения, такие как равно (=), не равно ( $\neq$ ), больше (>), меньше (<), больше или равно ( $\geq$ ), меньше или равно ( $\leq$ ).
  - Пример: IF возраст > 18 THEN разрешение = "вход разрешен"
3. Проверка принадлежности: Условия могут проверять принадлежность значения к множеству значений.
  - Пример: IF цвет IN (красный, синий, зеленый) THEN разрешение = "разрешено"
4. Функции и предикаты: Условия могут включать вызов функций или предикатов, которые возвращают логическое значение.
  - Пример: IF is\_prime(число) THEN результат = "простое число"

*Тема 2.2. Продукционная модель, как основа для построения решателя или механизма логического вывода. Граф И/ИЛИ и поиск данных.*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

Продукционная модель как основа для построения решателя или механизма логического вывода

Продукционная модель, состоящая из набора правил вида "если-то" (IF-THEN), является мощной основой для построения решателей или механизмов логического вывода в интеллектуальных информационных системах (ИИС). Такая модель позволяет системе автоматически принимать решения и выполнять действия на основе заданных правил и текущих данных.

Основные компоненты продукционной системы

1. База фактов: Содержит текущие данные или знания, с которыми система работает. Факты могут изменяться в процессе выполнения правил.
2. Набор правил (продукции): Содержит логические правила, которые определяют, какие действия нужно выполнять при выполнении определенных условий.
3. Механизм сопоставления: Определяет, какие правила могут быть применены к текущему набору фактов.
4. Механизм разрешения конфликтов: Определяет порядок выполнения правил, если несколько правил могут быть применены одновременно.
5. Механизм выполнения: Выполняет действия, предписанные правилами, и обновляет базу фактов.

Механизм логического вывода

Механизм логического вывода в продукционной системе обычно включает три основных этапа:

1. Сопоставление (Match): Система проверяет, какие правила могут быть активированы на основе текущих фактов.
2. Разрешение конфликтов (Conflict Resolution): Из множества активированных правил выбирается одно (или несколько), которые будут выполнены. Могут применяться разные стратегии, такие как приоритеты, порядок правил, недетерминированный выбор и т.д.
3. Выполнение (Act): Система выполняет действия, предписанные выбранным правилом (правилами), и обновляет базу фактов. Затем цикл повторяется до тех пор, пока не останется активированных правил.

Граф И/ИЛИ и поиск данных

Граф И/ИЛИ (AND/OR graph) используется для представления возможных путей решения в задачах логического вывода и принятия решений. В таком графе узлы могут представлять состояния или подзадачи, а ребра могут указывать на действия или решения.

Структура графа И/ИЛИ

- Узлы "И" (AND nodes): Узлы, для которых все дочерние узлы должны быть выполнены, чтобы узел считался выполненным.
- Узлы "ИЛИ" (OR nodes): Узлы, для которых достаточно выполнения одного из дочерних узлов, чтобы узел считался выполненным.

Пример графа И/ИЛИ



*Тема 2.3. Влияние структурированности базы данных, числа правил-продукций и логики работы интерпретатора на эффективность продукционных систем.*

*(Лабораторные занятия - 0,2ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

Влияние структурированности базы данных, числа правил-продукций и логики работы интерпретатора на эффективность продукционных систем

Эффективность продукционных систем зависит от нескольких ключевых факторов, включая структурированность базы данных, количество правил-продукций и логику работы интерпретатора. Рассмотрим каждый из этих факторов более подробно.

### Структурированность базы данных

1. Организация данных: Структурированность базы данных определяет, насколько легко и быстро система может получить доступ к необходимым данным. Иерархически организованные данные, индексированные структуры и использование связей между данными могут значительно ускорить процесс сопоставления и выполнения правил.

- Индексация: Позволяет быстро находить факты, соответствующие условиям правил.
- Кэширование: Повторное использование уже найденных фактов может ускорить обработку.
- Реляционные базы данных: Организация данных в таблицы с четко определенными связями между ними может облегчить поиск и управление данными.

2. Нормализация: Избегание избыточности данных и минимизация дублирования фактов позволяет сократить объем данных и повысить эффективность их обработки.

3. Формализация данных: Четкое определение форматов и типов данных упрощает их использование и предотвращает ошибки при обработке.

### Число правил-продукций

1. Объем правил: Большое количество правил может существенно замедлить работу системы, особенно на этапе сопоставления условий (антецедентов) правил с базой фактов.

- Оптимизация правил: Сокращение количества избыточных и дублирующих правил может улучшить производительность.
- Модульность: Разделение правил на логически независимые модули может упростить их обработку.

2. Приоритетность и порядок выполнения: Определение приоритетов для правил и оптимизация порядка их выполнения могут значительно снизить количество конфликтов и уменьшить время на разрешение конфликтов.

3. Иерархия правил: Организация правил в иерархическую структуру позволяет более эффективно управлять процессом сопоставления и выполнения.

### Логика работы интерпретатора

1. Механизм сопоставления (Match): Эффективность алгоритмов, используемых для сопоставления условий правил с базой фактов, является критическим фактором.

- Рете-алгоритм: Один из популярных алгоритмов, который эффективно обрабатывает большое количество правил и фактов путем использования сетей ретейнов (rete networks).
- Т-сети (T-Nets): Оптимизация для специальных типов задач, позволяющая быстрее находить соответствия.

2. Механизм разрешения конфликтов (Conflict Resolution): Стратегия выбора правил для выполнения, если несколько правил могут быть активированы одновременно.

- Стратегия приоритетов: Определение и использование приоритетов для правил.
- Последовательность правил: Использование порядка следования правил.
- Эвристики: Применение эвристических подходов для выбора наиболее подходящих правил.

### ***Раздел 3. Представление знаний в виде фреймов***

***(Лабораторные занятия - 0,3ч.; Лекционные занятия - 0,6ч.; Самостоятельная работа - 4,5ч.)***

*Тема 3.1. Понятие фрейма. Кластеризация знаний. Стереотипные знания и способы их описания на основе фреймов.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Понятие фрейма

Фрейм — это структура данных, используемая для представления стереотипных ситуаций или объектов в системах искусственного интеллекта. Фреймы были предложены Марвином Минским в 1974 году как способ моделирования знаний и контекста в ИИС. Каждый фрейм содержит информацию о типичных свойствах объекта или ситуации, а также о связанных с ними процедурах и значениях.

Фреймы состоят из слотов (slots) — полей, содержащих информацию о различных аспектах объекта или ситуации. Слоты могут включать в себя значения по умолчанию, типы данных, ссылки на другие фреймы или процедуры для вычисления значений.

## Структура фрейма

Фрейм обычно состоит из следующих компонентов:

- Имя фрейма: Идентификатор фрейма.
- Слоты: Поля, описывающие свойства объекта или ситуации.
  - Имя слота: Идентификатор слота.
  - Значение слота: Значение, которое может быть конкретным значением, ссылкой на другой фрейм или процедурой для вычисления значения.
- Дефолтные значения: Значения, которые используются, если конкретное значение слота не указано.
- Процедуры (демоны): Программы или функции, связанные с фреймом, которые могут выполняться при изменении значения слота или доступе к нему.

## Пример фрейма

Рассмотрим пример фрейма для описания автомобиля:

plaintext

Фрейм: Автомобиль

Слоты:

Марка: (значение: "Toyota")

Модель: (значение: "Corolla")

Год выпуска: (значение: 2020)

Цвет: (значение: "Белый")

Владелец: (значение: NULL)

Пробег: (значение: 0, процедура обновления: update\_mileage)

## Кластеризация знаний

Кластеризация знаний в контексте фреймов предполагает группировку связанных знаний в организованные структуры, что позволяет упрощать управление знаниями и их использование в системах ИИ.

1. Иерархическая кластеризация: Создание иерархий фреймов, где общие свойства описываются на верхних уровнях, а специфические — на нижних. Это позволяет избежать дублирования и облегчает управление знаниями.

- Пример: Фрейм "Транспортное средство" может быть родительским для фреймов "Автомобиль", "Мотоцикл" и "Грузовик".

2. Сетевые структуры: Использование графов для представления связей между фреймами. Слоты могут содержать ссылки на другие фреймы, что позволяет моделировать сложные взаимосвязи.

*Тема 3.2. Принцип наследования информации как способ уменьшения избыточности описания знаний. Описание знаний о предметной области на основе сети фреймов.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Принцип наследования информации

Принцип наследования информации в системах, использующих фреймы, позволяет создавать иерархические структуры знаний, где дочерние фреймы наследуют свойства от родительских фреймов. Это уменьшает избыточность описания знаний и упрощает управление данными.

Основные аспекты наследования:

1. Иерархия фреймов: Организация фреймов в виде дерева или графа, где верхние уровни описывают общие свойства, а нижние уровни — более специфические.
2. Наследование свойств: Дочерние фреймы автоматически получают слоты и значения от родительских фреймов, если они не переопределены.
3. Переопределение свойств: Дочерние фреймы могут переопределять свойства, унаследованные от родительских фреймов, чтобы адаптироваться к более специфическим требованиям.

### Пример иерархии фреймов

Рассмотрим пример иерархии фреймов для описания транспортных средств:

1. Фрейм: Транспортное средство
  - Слоты:
    - Тип: "Не указан"
    - Количество колес: 0
    - Тип двигателя: "Не указан"
2. Фрейм: Автомобиль (наследует от Транспортное средство)
  - Слоты:
    - Тип: "Автомобиль"
    - Количество колес: 4
    - Тип двигателя: "ДВС"
3. Фрейм: Велосипед (наследует от Транспортное средство)
  - Слоты:
    - Тип: "Велосипед"
    - Количество колес: 2
    - Тип двигателя: "Отсутствует"
4. Фрейм: Электромобиль (наследует от Автомобиль)
  - Слоты:
    - Тип двигателя: "Электрический"

### Описание знаний о предметной области на основе сети фреймов

Сеть фреймов представляет собой граф, где узлы — это фреймы, а ребра — связи между ними, такие как наследование или ассоциации. Это позволяет описывать сложные предметные области с минимальной избыточностью.

### Пример описания знаний о предметной области "Животные"

1. Фрейм: Животное
  - Слоты:
    - Вид: "Не указан"
    - Среда обитания: "Не указана"
    - Питание: "Не указано"

*Тема 3.3. Описание декларативных и процедурных знаний с помощью фреймов. Логика работы фреймовых систем (создание экземпляра фрейма, его активизация и организация вывода).*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1,5ч.)*

## Декларативные и процедурные знания с помощью фреймов

Фреймы могут быть использованы для представления как декларативных, так и процедурных знаний в системах искусственного интеллекта.

### Декларативные знания

Декларативные знания описывают факты и информацию о предметной области, обычно в виде свойств и значений. Эти знания фиксируют состояние объектов и их взаимосвязи без указания, как эти данные должны быть использованы или обработаны.

Пример декларативных знаний:

plaintext

Фрейм: Автомобиль

Слоты:

Марка: "Toyota"

Модель: "Corolla"

Год выпуска: 2020

Цвет: "Белый"

Пробег: 15000 км

### Процедурные знания

Процедурные знания описывают процессы и действия, которые могут быть выполнены системой. В фреймах процедурные знания обычно реализуются с помощью слотов, содержащих процедуры (так называемые "демоны"), которые активируются при выполнении определенных условий.

Пример процедурных знаний:

plaintext

Фрейм: Автомобиль

Слоты:

Марка: "Toyota"

Модель: "Corolla"

Год выпуска: 2020

Цвет: "Белый"

Пробег: 15000 км

Обновить пробег:

Процедура: (lambda: increment\_mileage(100))

В данном случае слот "Обновить пробег" содержит процедуру, которая увеличивает значение пробега на 100 км при активизации.

### Логика работы фреймовых систем

Фреймовые системы работают по определенной логике, включающей создание экземпляров фреймов, их активизацию и организацию вывода.

### Создание экземпляра фрейма

Создание экземпляра фрейма включает инициализацию всех слотов и значений для конкретного объекта.

Пример создания экземпляра фрейма:

python

class Frame:



**Раздел 4. Представление знаний на основе формальных систем (исчисление предикатов, семантические сети)**

**(Лабораторные занятия - 0,3ч.; Лекционные занятия - 0,6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)**

*Тема 4.1. Представление знаний с помощью логики предикатов. Выводы в естественной дедуктивной системе. Получение выводов и операции со знаниями на основе принципа резолюции.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

## Представление знаний с помощью логики предикатов

Логика предикатов (или предикатный исчислитель) предоставляет формальную систему для описания знаний и осуществления выводов. В ней знания представляются в виде предложений, содержащих предикаты (отношения) и их аргументы (объекты), которые могут быть истинными или ложными.

Пример представления знаний:

1. Предикаты: отношения между объектами или свойства объектов.
  - Пример: Сотрудник(Иванов, Программист)
  - Это утверждение означает, что Иванов является программистом.
2. Кванторы: указывают область применения предиката.
  - Пример:  $\forall x (\text{Программист}(x) \rightarrow \text{Работает}(x, \text{Компания}))$
  - Это утверждение означает, что для всех  $x$ , если  $x$  является программистом, то  $x$  работает в компании.

## Выводы в естественной дедуктивной системе

Естественная дедуктивная система использует правила логики для вывода новых фактов из имеющихся знаний. Она состоит из:

- Аксиом — основных истинных утверждений,
- Правил вывода — правил, позволяющих строить новые утверждения на основе уже известных.

Процесс вывода включает применение этих правил к аксиомам и текущим утверждениям для получения новых фактов.

Пример вывода:

Имеем следующие знания:

- Все люди смертны
- Сократ - человек

На основе этих знаний можно вывести:

- Сократ смертен

Это делается с использованием правил логики, например, утверждение о том, что если все люди смертны, а Сократ - человек, то Сократ смертен.

## Принцип резолюции и операции со знаниями

Принцип резолюции — это основной метод для автоматического вывода в логике предикатов. Он представляет собой процесс, при котором два предложения (дизъюнкты) объединяются в новое предложение, называемое резольвентой.

Принцип резолюции:

1. Унификация: Нахождение подстановки переменных, которая делает два предложения одновременно истинными.
2. Поиск резольвенты: Порождение нового предложения путем объединения двух предложений с использованием найденной подстановки.

Пример операции резолюции:

*Тема 4.2. Модели представления знаний на основе семантической сети. Этапы формализации семантической сети.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

## Модели представления знаний на основе семантической сети

Семантическая сеть — это структурированная модель представления знаний, в которой концепты предметной области связаны между собой отношениями. Она позволяет компактно описывать знания и их взаимосвязи, что делает ее эффективной для использования в различных областях искусственного интеллекта.

### Этапы формализации семантической сети

Формализация семантической сети проходит через несколько этапов, которые включают определение концептов, отношений и их взаимодействий. Вот основные этапы:

#### 1. Определение концептов (узлов):

- Концепты представляют основные объекты или понятия предметной области.
- Пример: Человек, Автомобиль, Город.

#### 2. Определение отношений (дуг):

- Отношения связывают концепты между собой и описывают их взаимодействие.
- Примеры отношений: работает в, принадлежит к, является частью.

#### 3. Установление связей между концептами:

- Концепты соединяются между собой с помощью определенных отношений, создавая структуру семантической сети.
- Пример: Иван работает в Компании, Компания находится в Городе.

#### 4. Формализация знаний:

- Знания о предметной области формализуются в виде узлов (концептов) и дуг (отношений) в семантической сети.
- Пример:

Узлы (концепты):

- Человек, Автомобиль, Город

Дуги (отношения):

- работает в, принадлежит к, является частью

#### 5. Расширение сети:

- Постепенное добавление новых концептов и отношений для охвата более широкого спектра знаний.
- Пример: Добавление новых фактов или отношений, таких как Владелец Автомобиля, Стоит в, чтобы углубить знания о предметной области.

### Пример формализации семантической сети

Пример семантической сети для предметной области "Автомобильный рынок":

- Узлы (концепты): Человек, Автомобиль, Компания, Город
- Дуги (отношения):
  - работает в, является владельцем, находится в

Пример семантической сети:

Человек -- работает в --> Компания

Компания -- находится в --> Город

Человек -- является владельцем --> Автомобиль

*Тема 4.3. Описание иерархической структуры понятия и графические средства ее процедурного представления на основе семантической сети.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

## Иерархическая структура понятия на основе семантической сети

Иерархическая структура понятия в семантической сети представляет собой организацию понятий в виде иерархии, где каждое понятие может быть связано с более общими или более специфичными понятиями. Это позволяет организовать знания о предметной области в виде древовидной или более сложной иерархической структуры.

Пример иерархической структуры понятия:

Представим иерархическую структуру для понятия "Транспортные средства":

- Транспортные средства
  - Наземные транспортные средства
    - Автомобили
    - Мотоциклы
    - Автобусы
  - Водные транспортные средства
    - Лодки
    - Катера
    - Яхты
  - Воздушные транспортные средства
    - Самолеты
    - Вертолеты
    - Дирижабли

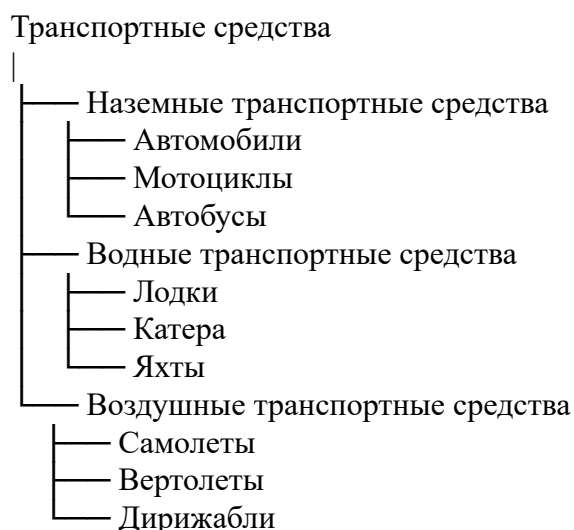
Каждая категория может дальше разделяться на более конкретные подкатегории или виды транспортных средств, создавая иерархию с различными уровнями специфичности.

## Графические средства процедурного представления на основе семантической сети

Графические средства позволяют визуализировать семантическую сеть и ее иерархическую структуру. Они помогают лучше понять взаимосвязи между концептами и их уровни в иерархии. Вот основные методы визуализации:

### 1. Древовидная диаграмма:

- Используется для отображения иерархических отношений между понятиями.
- Каждое понятие представлено в виде узла, который может иметь дочерние узлы для более специфичных понятий.
- Пример древовидной диаграммы для иерархии "Транспортные средства" можно представить следующим образом:



**Раздел 5. ИИС - закономерный этап развития средств труда.**

**(Лабораторные занятия - 0,6ч.; Лекционные занятия - 1,2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)**

**Тема 5.1. Определение и критерии идентификации систем искусственного интеллекта**

**(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)**

## ИИС - закономерный этап развития средств труда

ИИС (информационно-исследовательская система) представляет собой новую фазу в эволюции средств труда, ориентированную на комплексное использование информационных и исследовательских возможностей для решения сложных задач. Этот этап развития характеризуется интеграцией передовых информационных технологий и методов исследования, что позволяет значительно улучшить эффективность и результативность труда в различных областях.

### Определение и критерии идентификации систем искусственного интеллекта (ИИ)

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой область компьютерных наук, нацеленную на создание систем, способных к выполнению задач, обычно требующих человеческого интеллекта. Идентификация систем искусственного интеллекта включает следующие критерии:

#### 1. Способность к обучению и адаптации:

- ИИ должен обладать способностью к обучению на основе опыта и данных, а также адаптации к изменяющимся условиям.

#### 2. Разрешение сложных задач:

- Система ИИ должна быть способна к решению сложных задач, которые ранее требовали человеческого интеллекта.

#### 3. Автоматизация рутинных задач:

- ИИ часто применяется для автоматизации рутинных операций и задач, что позволяет человеку концентрироваться на более творческих и стратегических аспектах работы.

#### 4. Способность к обработке неструктурированных данных:

- ИИ должен быть способен обрабатывать и анализировать неструктурированные данные, такие как тексты, изображения или звуковые записи.

#### 5. Принятие решений на основе логики и алгоритмов:

- Система ИИ использует логические алгоритмы и методы для принятия решений и выполнения задач.

#### 6. Воспроизведение человеческих функций:

- ИИ может воспроизводить различные человеческие функции, такие как распознавание речи, обработка языка, анализ изображений и т.д.

#### 7. Использование экспертных знаний:

- Некоторые системы ИИ основаны на экспертных знаниях в определенных предметных областях и способны предоставлять рекомендации или принимать решения на основе этих знаний.

#### 8. Взаимодействие с окружающей средой:

- Современные системы ИИ могут взаимодействовать с окружающей средой и другими системами, что делает их частью широкой сети автоматизированных систем.

### Заключение

Искусственный интеллект, являясь ключевым элементом современных информационных технологий, представляет собой эволюционный этап в развитии средств труда, направленный на улучшение производительности, точности и интеллектуальных возможностей систем. Идентификация систем ИИ основывается на их способности к решению сложных задач, обучению и адаптации, автоматизации и воспроизведению человеческих функций.



*Тема 5.2. Информационная теория стоимости.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

4.1. Связь количества и качества информации с меновой и потребительной стоимостью  
Информационная теория стоимости разработана автором в 1979–1981 годах и опубликована в специальных материалах, а также в сокращенном виде в работах [15–17].

Эта теория базируется на двух положениях, имеющих очень высокую степень достоверности:

1. Стоимость товара определяется временем, необходимым в обществе на его производство.
2. Создание продукта труда есть информационный процесс воплощения информационного образа этого продукта в предмете труда.

Рассмотрим рисунок 3.

Рисунок 3 – Схема образования потребительной стоимости и стоимости в процессе труда с позиций информационной теории стоимости

Информация, записанная в структуре продукта труда непосредственно человеком, создает и потребительную, и меновую стоимость. Информация же, записанная в структуре продукта средствами труда, т.е. без участия человека, автоматически, не увеличивает стоимость этого продукта, хотя и создает его потребительную стоимость.

При этом совершенно неважно, каким образом записана эта информация в самих средствах труда: непосредственно человеком или также с помощью средств труда. Неважно также, записана эта информация непосредственно в механической или другой консервативной структуре средств труда жестко один раз и навсегда, или в некотором мобильном устройстве памяти с возможностью его перепрограммирования (как в компьютерах, на гибких автоматизированных линиях и роботизированных комплексах).

Напротив, информация, стертая в средстве труда в процессе создания данного продукта (износ средства труда), переносится на него и увеличивает его стоимость, хотя и не создает никакой потребительной стоимости. Но в процессе труда информация в средстве труда может не только стираться, но и накапливаться: это происходит, например, в интеллектуальных автоматизированных системах, как обучающихся с учителем, так и самообучающихся (поэтому их называют генераторами информации). В этом случае стоимость средств труда в процессе их использования не уменьшается, а возрастает, и стоимость продукта, созданного с их помощью соответственно уменьшается, а не увеличивается.

Итак, потребительная стоимость продукта труда определяется КАЧЕСТВОМ (смыслом, содержанием) связанной информации, записанной в физической форме и структуре этого продукта непосредственно человеком или его средствами труда.

Абстрактная себестоимость продукта труда определяется алгебраической суммой КОЛИЧЕСТВА связанной информации, записанной в структуре физической формы продукта труда человеком, и КОЛИЧЕСТВА связанной информации, стертой или записанной в структуре физической формы средств труда в процессе производства данного продукта. Причем последняя берется со знаком "+", если она стерта (износ средств труда), и со знаком "-", если она записана (генерация информации).

Производительность человеческого труда тем выше, чем большее количество функций тела человека передано его средствам труда, а также чем выше степень использования функциональных возможностей этих средств труда человеком. Чем выше производительность труда, тем большая доля информации записывается в продукте труда средствами труда автоматически, т.е. без участия человека. Таким образом, в конечном счете производительность труда определяется прежде всего уровнем развития сознания человека.

В отличие от производительности труда изменение его интенсивности не влияет на функциональный уровень технологии, а значит, и на соотношение между количеством информации, записанной в продукт труда человеком и средствами труда. Поэтому только уменьшение рабочего времени, необходимого на производство данного продукта, достигнутое за счет увеличения производительности человеческого труда, уменьшает абстрактную себестоимость этого продукта и может служить адекватной мерой изменения этой себестоимости. Так гениальные произведения искусства, содержащие колоссальную информацию, записанную в них непосредственно человеком-творцом практически без использования средств труда, всегда будут иметь наивысшую стоимость, значительно превосходящую стоимость самых качественных репродукций.

До сих пор мы использовали термин и понятие "время" без его специального анализа и определения в каком-то обыденно-экономическом значении. Теперь же, основываясь на

*Тема 5.3. Интеллектуализация – одно из генеральных направлений развития информационных систем и технологий.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.1.1. ЛЕКЦИЯ-1.

Интеллектуальные информационные системы,  
как закономерный и неизбежный  
этап развития средств труда

"Системы искусственного интеллекта позволяют с успехом решать сложнейшие проблемы, которых до создания этих систем не возникало"

/Из компьютерного фольклора/

Учебные вопросы:

1. Основные положения информационно-функциональной теории развития техники
2. Информационная теория стоимости
3. Интеллектуализация – генеральное направление и развития информационных технологий

#### 1.1.1.1. Основные положения информационно-функциональной теории развития техники

Теоретические основы информационно-функциональной теории развития техники были разработаны автором в 1979 – 1981 годах и опубликованы в специальных материалах, а также в сокращенном виде в работах [64, 92]. Основываясь на этой теории рассмотрим следующие вопросы:

1. Процесс труда, как информационный процесс.
2. Организм человека и средства труда как информационные системы.
3. Законы развития техники:
  - закон перераспределения функций между человеком и средствами труда;
  - закон повышения качества базиса.
4. Детерминация формы сознания человека функциональным уровнем средств труда.
5. Неизбежность возникновения компьютеров, информационных систем и систем искусственного интеллекта.

##### 1.1.1.1.1. Процессы труда и познания, как информационные процессы снятия неопределенности

Рассмотрим систему: "человек – объект" в точке бифуркации, т.е. в точке, после прохождения которой снимается (уменьшается) неопределенность в поведении этой системы (рисунок 1). Известно, что информация есть количественная мера снятия неопределенности, поэтому рассмотрим два основных направления информационных потоков, которые возможны в этой системе:

1. От человека к объекту: "Труд" (управление).
2. От объекта к человеку: "Познание" (идентификация, обобщение, абстрагирование, сравнение и классификация).

Рисунок 1. Направления потоков информации и локализация снятия неопределенности в процессах труда и познания

Труд представляет собой управляющее, по существу информационное, воздействие на предмет труда, при этом в результате осуществления процесса труда снимается неопределенность состояния предмета труда, в результате чего он трансформируется в продукт труда.

В результате познания снимается неопределенность наших представлений об объекте познания, т.е. снимается неопределенность в состоянии человека, в результате чего он трансформируется из "незнающего" в "знающего".

Если абстрагироваться от направления потока информации и, соответственно, от того, неопределенность в состоянии какой системы снимается (объекта или человека), то, очевидно, что в обоих случаях количество переданной информации является количественной мерой

*Тема 5.4. Системно-когнитивный анализ (СК-анализ) как развитие концепции смысла Шенка-Абельсона.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Системы искусственного интеллекта (СИИ) реализуют все больше функций, ранее выполнявшихся только человеком, например, таких как: получение новых знаний из фактов, выявление причинно-следственных взаимосвязей между факторами, действующими на объект, и переходом этого объекта в те или иные состояния. В основе любой математической модели, реализованной в СИИ, всегда лежит некое представление о том, каким образом осуществляются аналогичные процессы человеком. Поэтому для разработчиков СИИ большой интерес имеют уточнение смыслового содержания и углубленный анализ таких базовых понятий, как данные – информация – знания, факт – смысл – мысль, мониторинг – анализ – управление, а также разработка формализуемых когнитивных концепций, выявление базовых когнитивных операций и другие связанные с этим вопросы. Детальной разработке этих понятий и посвящена данная статья.

## 1. Постановка проблемы

При создании систем искусственного интеллекта (СИИ) разработчики оперируют такими основополагающими понятиями, как

- данные, информация, знания;
- факт, смысл, мысль;
- мониторинг, анализ и управление.

От того, какое конкретное содержание вкладывается разработчиками в данные понятия, существенным образом зависят и подходы к созданию математических моделей, структур данных и алгоритмов функционирования СИИ.

Проблема состоит в том, что смысловое содержание этих понятий чаще всего не конкретизируется. Одной из основных причин этого, на наш взгляд, является то, что уточнить смысловое содержание данных понятий представляется возможным лишь на основе интуитивно-ясной и хорошо обоснованной концепции смысла.

Однако, как это ни парадоксально, реальные разработчики СИИ, обычно являющиеся математиками и программистами, чаще всего недостаточно знакомы с подобными концепциями.

Конечно, возникает вопрос о том, насколько вообще возможны, т. е. имеют смысл концепции смысла, не бессмысленны ли они? Может быть вопрос: "Какой смысл имеют концепции смысла?" – является одним из вариантов логического парадокса Рассела? Несмотря на то, что эти вопросы имеют "несерьезный" оттенок, по сути, они сводятся к очень серьезному вопросу о том, насколько или в какой степени интеллект может познать сам себя, т. е. является ли интеллектуальная форма познания адекватным инструментом для познания интеллекта? В более общем теоретическом плане этот вопрос может быть сформулирован так: "Может ли часть системы адекватно отразить (отобразить) систему в целом?" или, другими словами, "Может ли система в целом в определенном смысле включать себя как составную часть?"

От ответа на эти вопросы непосредственно зависит ответ на ключевой вопрос о том, может ли человек создать искусственный интеллект по своему образу и подобию.

Мы отвечаем на эти вопросы утвердительно. Более того, системы, содержащие информацию о системе в целом в каждой своей части определенного уровня структурной иерархии, широко известны:

- биологические системы, в каждой клетке которых (кроме половых) содержится полный геном;

*Тема 5.5. Системы искусственного интеллекта (СИИ), их место в классификации ИС, цели и пути их создания.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

## Системы искусственного интеллекта (СИИ)

Системы искусственного интеллекта (СИИ) представляют собой комплексные программные системы, способные к самообучению, адаптации и выполнению задач, которые традиционно требуют участия человеческого интеллекта. Они играют ключевую роль в различных областях, от медицины до транспорта, от финансов до науки.

### Место СИИ в классификации информационных систем (ИС)

Информационные системы (ИС) можно классифицировать по различным критериям, включая функциональное назначение, уровень автоматизации, методы обработки данных и т.д. СИИ занимают особое место в этой классификации благодаря своим способностям:

#### 1. Функциональное назначение:

- СИИ часто используются для решения сложных интеллектуальных задач, таких как распознавание образов, анализ текста, принятие решений и т.д.

#### 2. Уровень автоматизации:

- СИИ представляют собой высокоавтоматизированные системы, которые могут действовать автономно или в сотрудничестве с человеком.

#### 3. Методы обработки данных:

- СИИ используют разнообразные методы обработки данных, включая машинное обучение, нейронные сети, логические выводы и др.

### Цели создания систем искусственного интеллекта

Цели создания СИИ могут включать следующее:

- Автоматизация повторяющихся задач: СИИ позволяют автоматизировать задачи, которые ранее требовали человеческого вмешательства, таким образом, улучшая эффективность и снижая затраты.
- Решение сложных проблем: СИИ способны решать задачи, которые слишком сложны для традиционных программных решений или человеческого интеллекта.
- Анализ и прогнозирование: СИИ используются для анализа больших объемов данных и прогнозирования будущих событий на основе существующей информации.
- Улучшение пользовательского опыта: СИИ могут улучшить интерактивность и персонализацию систем, обеспечивая более удобное и эффективное взаимодействие с пользователями.

### Пути создания систем искусственного интеллекта

Для создания СИИ используются различные подходы и технологии:

- Машинное обучение и глубокое обучение: Эти методы позволяют системам ИИ извлекать закономерности из данных и улучшать свои алгоритмы на основе опыта.
- Нейронные сети: Используются для имитации работы человеческого мозга и обработки сложных данных, таких как изображения или речь.
- Логическое программирование: Применяется для создания систем, способных к логическому выводу и принятию решений на основе заданных правил.



*Тема 5.6. Информационная модель (ИМ) деятельности специалиста и место СИИ в этой деятельности.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.1.2.4. Информационная модель деятельности специалиста и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности

Информационная модель деятельности специалиста, представленная на рисунке 6, разработана на основе модели, впервые предложенной В.Н. Лаптевым (1984).

Рисунок 6. Информационная модель деятельности специалиста и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности

На вход системы поступает задача или проблема. Толкование различия между ними также дано В.Н. Лаптевым и состоит в следующем.

Ситуация, при которой фактическое состояние системы не совпадает с желаемым (целевым) называется проблемной ситуацией и представляет собой:

- задачу, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое точно известен, и необходимо лишь применить его;
- проблему, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое не известен, и необходимо сначала его разработать и лишь затем применить его.

Таким образом, можно считать, что проблема – это задача, способ решения которой неизвестен. Это означает, что если этот способ разработать, то этим самым проблема сводится к задаче, переводится в класс задач. Проще говоря, проблема – это сложная задача, а задача – это простая проблема.

Но и проблемы различаются по уровню сложности:

- для решения одних достаточно автоматизированной системы поддержки принятия решений;
- для решения других – обязательным является творческое участие людей: специалистов, экспертов.

Рассмотрим информационную модель деятельности специалиста, представленную на рисунке 6.

Блок 1. На вход системы поступает задача или проблема. Что именно неясно, т.к. чтобы это выяснить необходимо идентифицировать ситуацию и обратиться к базе данных стандартных решений с запросом, существует ли стандартное решение для данной ситуации.

Блок 2. Далее осуществляется идентификация проблемы или задачи и прогнозирование сложности ее решения. На этом этапе применяется интеллектуальная система, относящаяся к классу систем распознавания образов, идентификации и прогнозирования или эта функция реализуется специалистом самостоятельно "вручную".

Блок 3. Если в результате идентификации задачи или проблемы по ее признакам установлено, что точно имеется стандартное решение, то это означает, что на вход системы поступила точно такая же задача, как уже когда-то ранее встречалась. Для установления этого достаточно информационно-поисковой системы, осуществляющей поиск по точному совпадению параметров запроса и в применении интеллектуальных систем нет необходимости. Тогда происходит переход на блок 7, а иначе на блок 4.

Блок 4. Если установлено, что точно такой задачи не встречалось, но встречались сходные, аналогичные, которые могут быть найдены в результате обобщенного (нечеткого) поиска системой распознавания образов, то решение может быть найдено с помощью автоматизированной системы поддержки принятия решений путем решения обратной задачи прогнозирования. Это значит, что на вход системы поступила не задача, а проблема, имеющая количественную новизну по сравнению с решаемыми ранее (т.е. не очень сложная проблема). В этом случае осуществляется переход на блок 9, иначе – на блок 5.

Блок 5. Если установлено, что сходных проблем не встречалось, то необходимо качественно новое решение, поиск которого требует существенного творческого участия человека-эксперта. В этом случае происходит переход на блок 12, а иначе – на блок 6.

Блок 6. Переход на этот блок означает, что возможности поиска решения или выхода из проблемной ситуации системой исчерпаны и решения не найдено. В этом случае система обычно терпит ущерб целостности своей структуре и полноте функций, вплоть до разрушения и прекращения функционирования.

Блок 7. На этом этапе осуществляется реализация стандартного решения, соответствующего точно установленной задаче, а затем проверяется эффективность решения на блоке 8.

**Раздел 6. Теоретические основы системно - когнитивного анализа (СК -анализа)**  
(Лабораторные занятия - 0,3ч.; Лекционные занятия - 0,6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

**Тема 6.1. Системный анализ (СА), как метод познания.**  
(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

### 1.2.1.1. Системный анализ, как метод познания

#### 1.2.1.1.1. Принципы системного анализа

Анализ (дедукция) представляет собой метод познания "от общего к частному", "от целого к частям". Абдукция представляет собой обобщение дедукции на основе нечеткой логики. При анализе существует опасность за исследованием частей упустить из рассмотрения их взаимодействие, то общее, что их объединяет в целое (т.е. взаимодействие частей для достижения общей цели). Такой подход был характерен для метафизического (не диалектического) стиля мышления. Системный анализ лишен этого недостатка, поэтому многие совершенно справедливо считают системный анализ "современным воплощением прикладной диалектики" [148].

В этом контексте развиваемая в данной работе модель развития активных систем путем чередования детерминистских и бифуркационных состояний представляет собой нечто иное, как естественнонаучное трактовку закона диалектики "Перехода количественных изменений в качественные". Иначе говоря, детерминистские этапы – это этапы количественного, эволюционного изменения объекта управления, а бифуркационные – этапы его качественного, революционного преобразования. Поэтому системный анализ рассматривается в данной работе как теоретический метод познания детерминистско-бифуркационной динамики систем. Таким образом, логически системный анализ можно считать результатом выполнения программы естественнонаучного развития диалектики, хотя исторически он и возник иначе. Саму когнитивную психологию также в определенной мере можно рассматривать как результат выполнения программы естественнонаучного развития гносеологии.

"Системный анализ" – это такой анализ систем, при котором за исследованием частей не только теряется целое, но и весь процесс исследования структуры системы и взаимосвязей ее элементов осуществляется под углом зрения целей и функций системы (авт.).

Система – это совокупность элементов (частей), взаимодействующих друг с другом для достижения некоторой общей цели. Система обеспечивает преимущество в достижении цели, т.е. достижение цели разрозненными элементами вне системы менее вероятно или вообще невозможно.

Система – это всегда нечто большее, чем просто сумма частей, т.е. она обладает качественно новыми (эмерджентными) свойствами, которые отсутствуют у ее частей. По мнению автора, в конечном счете все свойства имеют эмерджентную природу, т.е. любое качество основано на уровне Реальности этим качеством не обладающим. Термин "Реальность" включает и бытие, и небытие.

Например, качество "быть соленым" основано на свойствах Na и Cl, этим качеством ни в коей мере не обладающими. Движение с различными скоростями в метрическом пространстве основано на нелокальном уровне Реальности, в котором нет локализации объектов в физическом пространстве-времени. Об этом догадался еще Зенон и отразил логически в своих знаменитых апориях из которых следует не невозможность движения, как некоторые почему-то думают, а лишь невозможность адекватного отражения движения средствами формальной логики.

Системный анализ используется в тех случаях, когда стремятся исследовать объект с разных сторон, комплексно. Термин "системный анализ" впервые появился в 1948 г. в работах корпорации RAND в связи с задачами внешнего управления, а в отечественной литературе широкое распространение получил после перевода книги С. Оптнера. Дальнейшее развитие системный анализ получил в трудах зарубежных и отечественных ученых: Гэйна К., Сарсона Т., Клиланда Д., Кинга В., Перегудова Ф.И., Тарасенко Ф.П. [148], Юдина Б. Г. Валуева С.А., Губанова В.А., Захарова В.В., Коваленко А.Н., Кафарова В.В., Дорохова И.Н., Маркова Е.П., Мисюра Я.С., Купрюхина А.И., Дубенчака Г.И., Джагарова Ю.А. Дубенчака В.Е.

Во многих работах системный анализ развивается применительно к программно-целевому планированию и управлению. Однако, при этом получили развитие формализованные методики анализа систем (декомпозиции). В работах ведущих ученых по программированию урожая: Денисова Е.П., Ермохина Ю.И., Каюмова М. К., Мухортова С.Я., Неклюдова А.Ф., Филина В.И., Царева А.П., связанных с проблематикой данного исследования, в явной форме не используется автоматизированный системный анализ. Это, по-видимому, обусловлено тем, что формализованные средства системного анализа, обеспечивающие декомпозицию с сохранением целостности практически отсутствуют.

*Тема 6.2. Когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигулятора. СК-анализ, как СА, структурированный до уровня базовых когнитивных операций.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.2.1.2. Когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигуратора

В данном разделе приводится когнитивная концепция, разработанная автором исследования в 1998 году [105], с учетом двух основных требований:

1. Адекватное отражение в когнитивной концепции реальных процессов, реализуемых человеком в процессах познания.
2. Высокая степень приспособленности когнитивной концепции для формализации в виде достаточно простых математических и алгоритмических моделей, допускающих прозрачную программную реализацию в автоматизированной системе.

#### 1.2.1.2.1. Понятие когнитивного конфигуратора и необходимость естественнонаучной (формализуемой) когнитивной концепции

##### 1.2.1.2.1.1. Определение понятия конфигуратора

Понятие конфигуратора, по-видимому, впервые предложено В.А.Лефевром [148], хотя безусловно это понятие использовалось и раньше, но, во-первых, оно не получало самостоятельного названия, а, во-вторых, использовалось в частных случаях и не получало обобщения. Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструкторов, достаточный для адекватного описания предметной области. Примеры конфигураторов приведены в [148].

##### 1.2.1.2.1.2. Понятие когнитивного конфигуратора

В исследованиях по когнитивной психологии изучается значительное количество различных операций, связанных с процессом познания. Однако, насколько известно из литературы, психологами не ставился вопрос о выделении из всего множества когнитивных операций такого минимального (базового) набора наиболее элементарных из них, из которых как составные могли бы строиться другие операции. Ясно, что для выделения таких базовых когнитивных операций (БКО) необходимо построить их иерархическую систему, в фундаменте которой будут находиться наиболее элементарные из них, на втором уровне – производные от них, обладающие более высоким уровнем интегративности, и т.д.

Таким образом, под когнитивным конфигуратором будем понимать минимальный полный набор базовых когнитивных операций, достаточный для представления различных процессов познания.

##### 1.2.1.2.1.3. Когнитивные концепции и операции

Проведенный анализ когнитивных концепций показал, что они разрабатывались ведущими психологами (Пиаже, Солсо, Найсер) без учета требований, связанных с их дальнейшей формализацией и автоматизацией. Поэтому имеющиеся концепции когнитивной психологии слабо подходят для этой цели; в когнитивной психологии не ставилась и не решалась задача конструирования когнитивного конфигуратора и, соответственно, не сформулировано понятие базовой когнитивной операции.

##### 1.2.1.2.2. Предлагаемая когнитивная концепция

Автоматизировать процесс познания в целом безусловно значительно сложнее, чем отдельные операции процесса познания. Но для этого прежде всего необходимо выявить эти операции и найти место каждой из них в системе или последовательности процесса познания.

Сделать это предлагается в форме когнитивной концепции, которая должна удовлетворять следующим требованиям:

- адекватность, т.е. точное отражение сущности процессов познания, характерных для человека, в частности описание процессов вербализации, семантической адаптации и семантического синтеза (уточнения смысла слов и понятий и включения в словарь новых слов и понятий);
- высокая степень детализации и структурированности до уровня достаточно простых базовых когнитивных операций;
- возможность математического описания, формализации и автоматизации.

Однако приходится констатировать, что даже концепции когнитивной психологии, значительно более конкретные, чем гносеологические, разрабатывались без учета необходимости построения реализующих их математических и алгоритмических моделей и

*Тема 6.3. Место и роль СК-анализа в управлении. Простейший и развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.2.1.4. Место и роль СК-анализа в структуре управления

Управление в АПК рассматривается в данной работе в контексте использования автоматизированных систем управления в этой области. Поэтому в данном разделе предложена классификация функционально-структурных типов АСУ и показано место адаптивных АСУ сложными системами и рефлексивных АСУ активными объектами в этой классификации; показаны место и роль СК-анализа в рефлексивных АСУ активными объектами [64].

##### 1.2.1.4.1. Структура типовой АСУ

Цель применения АСУ обычно можно представить в виде некоторой суперпозиции трех подцелей:

- 1) стабилизация состояния объекта управления в динамичной или агрессивной внешней среде;
- 2) перевод объекта в некоторое конечное (целевое) состояние, в котором он приобретает определенные заранее заданные свойства;
- 3) повышение качества функционирования АСУ (синтез новых моделей и их адаптация).

Обычно АСУ рассматривается как система, состоящая из двух основных подсистем: управляющей и управляемой, т.е. из субъекта и объекта управления (рисунок 15).

Как правило, АСУ действует в определенной окружающей среде, которая является общей и для субъекта, и для объекта управления.

Граница между тем, что считается окружающей средой, и тем, что считается объектом управления относительна и определяется возможностью управляющей системы оказывать на них воздействие: на объект управления управляющее воздействие может быть оказано, а на среду нет.

#### Рисунок 15. Структура типовой АСУ

##### 1.2.1.4.2. Параметрическая модель адаптивной АСУ сложными системами

Конкретизируем типовую структуру АСУ (рисунок 15), используя классификацию входных и выходных параметров объекта управления. В результате получим параметрическую модель адаптивной АСУ сложными системами (рисунок 16).

#### Рисунок 16. Параметрическая модель адаптивной АСУ сложными системами

Входные параметры (факторы) делятся на три группы: характеризующие предысторию и текущее состояние объекта управления, управляющие (технологические) факторы и факторы окружающей среды.

Выходные параметры – это свойства объекта управления, зависящие от входных параметров (в т.ч. параметров, характеризующих среду). В автоматизированных системах параметрического управления целью управления является получение определенных значений выходных параметров объекта управления, т.е. перевод объекта управления в заданное целевое состояние.

Однако, в случае сложного объекта управления (СОУ) его выходные параметры связаны с состоянием сложным и неоднозначным (нечетким) способом. Поэтому возможность параметрического управления сложными объектами является проблематичной и вводится более общее понятие "управление по состоянию СОУ".

Для ААСУ СС выполняется принцип соответствия, т.е. в предельном случае, когда связь выходных параметров и состояний объекта управления имеет однозначный и детерминистский характер, управление по состояниям сводится к управлению по параметрам и функции ААСУ СС сводится к их подмножеству: т.е. к функциям типовой АСУ. Однако, когда состояние объекта управления связано с его параметрами сложным и неоднозначным образом, возникает задача идентификации состояния СОУ по его выходным параметрам, которая решается подсистемой идентификации управляющей подсистемы, работающей на принципах адаптивного распознавания образов. При этом классами распознавания являются текущие состояния сложного объекта управления, а признаками – его выходные параметры.



***Раздел 7. Системная теория информации (СТИ) и ее семантическая информационная модель***

***(Лабораторные занятия - 0,6ч.; Лекционные занятия - 1,1ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)***

*Тема 7.1. Теоретические основы системной теории информации.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,3ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

## Учебные вопросы

1. Теоретические основы системной теории информации.
2. Семантическая информационная модель СК-анализа.
3. Некоторые свойства математической модели (сходимость, адекватность, устойчивость и др.).
4. Взаимосвязь математической модели СК-анализа с другими моделями.

### 1.2.2.1. Теоретические основы системной теории информации

#### 1.2.2.1.1. Требования к математической модели и численной мере

Для практической реализации идеи решения проблемы необходимо сформулировать требования к математической модели и численной мере, вытекающие из когнитивной концепции и специфических свойств активного объекта управления в АПК (слабодетерминированность, многофакторность, активность).

Требования к математической модели предусматривают: содержательную интерпретируемость; эффективную вычислимость на основе непосредственно эмпирических данных (наличие эффективного численного метода); универсальность; адекватность; сходимость; семантическую устойчивость; сопоставимость результатов моделирования в пространстве и времени; непараметричность; формализацию базовых когнитивных операций системного анализа (прежде всего таких, как обобщение, абстрагирование, сравнение, классификация и др.); корректность работы на фрагментарных, неточных и зашумленных данных; возможность обработки данных очень больших размерностей (тысячи факторов и будущих состояний объекта управления); математическую и алгоритмическую ясность и простоту, эффективность программной реализации.

Требования к численной мере. Ключевым при построении математических моделей является выбор количественной меры, обеспечивающей учет степени причинно-следственной взаимосвязи исследуемых параметров. Эта мера должна удовлетворять следующим требованиям: 1) обеспечивать эффективную вычислимость на основе эмпирических данных, полученных непосредственно из опыта; 2) обладать универсальностью, т.е. независимостью от предметной области; 3) подчиняться единому для различных предметных областей принципу содержательной интерпретации; 4) количественно измеряться в единых единицах измерения а количественной шкале (шкала с естественным нулем, максимумом или минимумом); 5) учитывать понятия: "цели объекта управления", "цели управления"; "мощность множества будущих состояний объекта управления"; уровень системности объекта управления; степень детерминированности объекта управления; 6) обладать сопоставимостью в пространстве и во времени; 7) обеспечивать возможность введения метрики или неметрической функции принадлежности на базе выбранной количественной меры.

Для того, чтобы выбрать тип (класс) модели, удовлетворяющей сформулированным требованиям, необходимо решить на какой форме информации эта модель будет основана: абсолютной, относительной или аналитической.

#### 1.2.2.1.2. Выбор базовой численной меры

Абсолютная, относительная и аналитическая информация.

Широко известны абсолютная и относительная формы информации. Абсолютная форма – это просто количество, частота. Относительная форма – это доли, проценты, относительные частоты и вероятности.

Менее знакомы специалистам с аналитической формой информации, примером которой являются условные вероятности, стандартизированные статистические значения, эластичность и количество информации.

Очевидно, что и из относительной информации, взятой изолированно, вырванной из контекста, делать какие-либо обоснованные выводы не представляется возможным. Для того, чтобы о чем-то судить по процентам, нужен их сопоставительный анализ, т.е. анализ всего процентного распределения. Обычно для используется "база оценки", в качестве которой используется среднего по всей совокупности или "скользящее среднее" (нормативный подход: норма – среднее).

Аналитическая (сопоставительная) информация – это информация, содержащаяся в отношении вероятности (или процента) к некоторой базовой величине, например к средней

*Тема 7.2. Семантическая информационная модель (СИМ) СК-анализа. Некоторые свойства ее математической модели (ММ) /сходимость, адекватность, устойчивость и др./.*

*(Лабораторные занятия - 0,1ч.; Лекционные занятия - 0,3ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

ППП

*Тема 7.3. Взаимосвязь математической модели СК-анализа с другими моделями.*

*(Лабораторные занятия - 0,4ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Математическая взаимосвязь меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича

Mathematical relationship of Karl Pearson's  $\chi$ -square measure with the return on investment (ROI) coefficient and with the semantic measure of expediency of Alexander Harkevich's information

Луценко Евгений Вениаминович Lutsenko Evgeniy Veniaminovich

д.э.н., к.т.н., профессор Doctor of Economics, Ph.D., Professor

Web of Science ResearcherID S-8667-2018

Web of Science ResearcherID S-8667-2018

Scopus Author ID: 57188763047 Scopus Author ID: 57188763047

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101 RSCI SPIN code: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com http://lc.kubagro.ru

prof.lutsenko@gmail.com http://lc.kubagro.ru

[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

В статье раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича. Эта взаимосвязь обнаруживается, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и выполнить нормировку к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. При этом получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Именно 7, а не большее количество системно-когнитивных моделей в итоге получается потому, что модели, получающиеся в результате сравнения фактических и теоретических абсолютных частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1 тождественно совпадают с моделями, получающимися путем сравнения условных и безусловных относительных частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра, содержащий минимальное количество моделей, позволяющих полно описать моделируемую предметную область. Показательно, что модель меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона из статистики оказалась математически тесно связанной с коэффициентом возврата инвестиций (ROI), применяемой в экономике в теории управления портфелем инвестиций и с мерой информации Александра Харкевича из семантической теории информации и теории управления знаниями. Все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

The article reveals a simple mathematical relationship of the Karl Pearson square measure with the return on investment (ROI) coefficient and with the semantic measure of the expediency of Alexander Harkevich's information. This relationship is found if, based on the matrix of absolute frequencies, we calculate the matrices of conditional and unconditional percentage distributions, and then compare the actual absolute frequencies with the theoretical ones by subtraction and division, as well as compare conditional and unconditional relative frequencies also by subtraction and division and normalize to zero by taking the logarithm or subtracting 1. In this case, 3 statistical models are obtained: a matrix of absolute frequencies and two matrices of relative frequencies, i.e. conditional and unconditional percentage distributions, as well as a total of 7 system-cognitive models. It is 7, and not a larger number of system-cognitive models that are eventually obtained because the models obtained by comparing actual and theoretical absolute frequencies by dividing and normalizing to zero by taking a logarithm or subtracting 1 identically coincide with the models obtained by comparing conditional and unconditional relative frequencies by dividing and normalizing to zero by taking the logarithm or subtracting 1. This is the configurator of statistical and cognitive models in the sense of V.A.Lefevre, containing the minimum number of models that allow a complete

**Раздел 8. Методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных автоматизированного СК -анализа**

**(Лабораторные занятия - 1ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)**

*Тема 8.1. Принципы формализации предметной области и подготовки эмпирических данных.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.2.3.1. Принципы формализации предметной области и подготовки эмпирических данных

Понятие шкалы и градаций. Типы шкал

Формализация предметной области это процесс, состоящий из двух основных этапов:

1. Конструирование шкал и градаций для описания и кодирования состояний объекта управления и факторов, влияющих на его поведение.
2. Отнесение состояний объекта управления и факторов к определенным градациям соответствующих шкал.

В данной работе предлагается следующие определения.

Шкала – это способ классификации объектов по наименованиям или степени выраженности некоторого свойства.

Градация – это положение на шкале (или интервал, диапазон), соответствующее наименованию или определенной степени выраженности свойства.

Понятие шкалы тесно связано с ключевым понятием когнитивной психологии: понятием конструкта, более того, практически является синонимом или формальным аналогом этого понятия.

Конструктом называется понятие, имеющее полюса, противоположные по смыслу, и ряд промежуточных градаций, отражающих различную степень выраженности некоторого качества. Познание состоит в создании (генерировании) новых конструктов и их использовании для ориентации в предметной области. Таким образом, формализация предметной области по сути дела представляет собой ее познание, т.е. когнитивную структуризацию. В приведенной таблице 27 дана характеристика измерительных шкал согласно [64]. Конечно, наименования могут быть присвоены градациям всех видов измерительных шкал.

Таблица 27 – ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШКАЛ

Шкалы классов (классификационные шкалы)

Плодотворным является представление классов, как некоторых областей в фазовом пространстве, в котором в качестве осей координат выступают некоторые шкалы классов меньшего уровня общности или признаков. Классы распознавания могут рассматриваться, также, как градации (конкретные значения, заданные с некоторой точностью, или диапазоны – зоны), заданные на этих шкалах. Количество шкал, тип шкал и количество градаций на них в предлагаемой модели задает сам пользователь.

Если представить эти шкалы как оси координат, то, очевидно, наиболее обобщенным классам распознавания соответствуют зоны на самих осях. Кроме того возможны варианты сочетаний по 2 оси, соответствующие областям на координатных плоскостях. Существуют также области в фазовом пространстве, образованные сочетаниями градаций сразу  $n$ -го количества шкал, где  $n \leq N$ , где  $N$  - размерность фазового пространства. Естественно, пользователь может исследовать только те классы, которые его интересуют, сознательно принимая решение не рассматривать остальных. Но он должен знать, что и остальные классы также могут быть сформированы и исследованы, а для этого нужно иметь их классификацию, принцип разработки которой мы только что рассмотрели.

Конкретными реализациями обобщенных категорий могут быть объекты, их состояния или ситуации (но применять мы, как правило, будем термин "объекты", всегда имея в виду и остальные возможные варианты). Синонимами понятия "класс" являются применяющиеся в специальной литературе термины "объекты", "категории", "образы", "эталоны", "типы", "профили", "вектора". В данной работе объекты рассматриваются как конкретные реализации классов, а классы – как обобщенные образы объектов определенной категории.

Когда классы распознавания сформированы с ними могут осуществляться три основные операции: сравнение конкретных объектов, их состояний или ситуаций с классами; сравнение классов друг с другом; вывод информации о содержании обобщенного образа класса в форме таблиц или графических диаграмм.

Шкалы атрибутов (описательные шкалы)

Конкретные объекты, предъявляемые на входе модели в качестве примеров или реализаций некоторых обобщенных классов (прецедентов), описываются на языке атрибутов, т.е.

*Тема 8.2. Иерархическая структура данных и последовательность численных расчетов в АСК-анализе. Обобщенное описание его алгоритмов.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### **1.2.3.2. Иерархическая структура данных и последовательность численных расчетов в СК-анализе**

Рассмотрим 6 уровней базовых когнитивных операций системного анализа и 5-ти уровневую иерархическую структуру данных (рисунок 44), на базе которой и реализуются эти операции.

На 1-м уровне непосредственно на основе исходной информации, путем применения БКОСА 2.1 и 2.2 формируется матрица абсолютных частот.

На 2-м уровне на основе матрицы абсолютных частот путем применения БКОСА 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2, 3.3 формируется матрица информативностей, являющаяся основой для выполнения последующих БКОСА и обеспечивающая независимость времени их выполнения от объема обучающей выборки.

На 3-м уровне путем выполнения БКОСА 4.1 и 4.2 формируется оптимизированная матрица информативностей. Оптимизация обеспечивает экономию труда, времени и других затрат на эксплуатацию содержательной информационной модели.

На 4-м уровне с использованием оптимизированной матрицы информативностей выполняются БКОСА 9.1, 9.2, а также 10.1.1 и 10.2.1. Две последние операции обеспечивают (соответственно) создание матриц сходства классов и атрибутов, являющихся, в свою очередь, основой для реализации последующих БКОСА.

На 5-м уровне на основе матриц сходства путем выполнения БКОСА 10.1.2, 10.2.2, 10.3.1 и 10.4.1 рассчитываются базы данных, когнитивного и кластерно-конструктивного анализа.

На 6-м уровне, с использованием баз данных, созданных на 5-м уровне, реализуются БКОСА 10.1.3, 10.3.2, 10.4.2 и 10.2.3.

Рисунок 44. Иерархическая структура данных семантической информационной модели СК-анализа

### **Раздел 9. Технология синтеза и эксплуатации приложений в системе Aidos -X**

*(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

*Тема 9.1. Назначение и состав системы Aidos-X, ее пользовательский интерфейс. Технология разработки и эксплуатации приложений в этой системе.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.2.4.1. Назначение и состав системы "ЭЙДОС"

##### 1.2.4.1.1. Цели и основные функции системы "Эйдос"

Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" является отечественным лицензионным программным продуктом [139 – 146], созданным с использованием официально приобретенного лицензионного программного обеспечения. По системе "Эйдос" и различным аспектам ее практического применения имеется более 80 публикаций автора с соавторами [29, 30, 34, 62, 64 – 111, 139 – 146, 169, 172 – 185, 201 – 206, 212, 214, 224 – 226], в т.ч. 5 монографий. Система "Эйдос" является программным инструментарием, реализующим математическую модель и методику численных расчетов СК-анализа. Она обеспечивает реализацию следующих функций:

1. Синтез и адаптация семантической информационной модели предметной области, включая активный объект управления и окружающую среду.

2. Идентификация и прогнозирование состояния активного объекта управления, а также разработка управляющих воздействий для его перевода в заданные целевые состояния.

3. Углубленный анализ семантической информационной модели предметной области.

Система "Эйдос" является специальным программным инструментарием, реализующим предложенные математическую модель и численный метод (структуры данных и алгоритмы) и решающим проблему данной работы.

Синтез содержательной информационной модели предметной области

Синтез модели в СК-анализе осуществляется с применением подсистем: "Словари", "Обучение", "Оптимизация", "Распознавание" и "Анализ". Он включает следующие этапы:

1) формализация (когнитивная структуризация предметной области);

2) формирование исследуемой выборки и управление ею;

3) синтез или адаптация модели;

4) оптимизация модели;

5) измерение адекватности модели (внутренней и внешней, интегральной и дифференциальной валидности), ее скорости сходимости и семантической устойчивости.

Идентификация и прогнозирование состояния объекта управления, выработка управляющих воздействий

Данный вид работ осуществляется с помощью подсистем "Распознавание" и "Анализ". Эти подсистемы обеспечивают: ввод распознаваемой выборки; пакетное распознавание; вывод результатов распознавания и их оценку, в т.ч. с использованием данных по дифференциальной валидности модели.

Углубленный анализ содержательной информационной модели предметной области

Этот анализ выполняется в подсистеме "Типология", которая включает:

1. Информационный и семантический анализ классов и признаков.

2. Кластерно-конструктивный анализ классов распознавания и признаков, включая визуализацию результатов анализа в оригинальной графической форме когнитивной графики (семантические сети классов и признаков).

3. Когнитивный анализ классов и признаков (когнитивные диаграммы и диаграммы Вольфа Мерлина).

##### 1.2.4.1.2. Обобщенная структура системы "Эйдос"

Система "Эйдос" включает семь подсистем: "Словари", "Обучение", "Оптимизация", "Распознавание", "Типология", "Анализ", "Сервис" (таблица 30).

#### Таблица 30 – ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ "ЭЙДОС" (версии 12.5)

Подсистема Режим Функция Операция

1.

Словари 1. Классификационные шкалы и градации

2. Описательные шкалы (и градации)

3. Градации описательных шкал (признаки)

4. Иерархические уровни систем 1. Уровни классов

2. Уровни признаков

5. Программные интерфейсы для импорта данных 1. Импорт данных из TXT-фалов стандарта DOS-текст

2. Импорт данных из DBF-файлов стандарта проф. А.Н.Лебедева



*Тема 9.2. Технические характеристики и обеспечение эксплуатации системы Aidos-X.  
(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.2.4.3. Технические характеристики и обеспечение эксплуатации системы "Эйдос" (версии 12.5)

##### 1.2.4.3.1. Состав системы "Эйдос": базовая система, системы окружения и программные интерфейсы импорта данных

Система "Эйдос" (текущей версии 12.5) включает базовую систему (система "Эйдос" в узком смысле слова), а также две системы окружения:

- систему комплексного психологического тестирования "Эйдос-□", разработанную совместно с С.Д.Некрасовым [142, 169];
- систему анализа и прогнозирования ситуация на фондовом рынке "Эйдос-фонд", разработанную совместно с Б.Х.Шульман [146].

Данные системы окружения представляют собой программные интерфейсы базовой системы "Эйдос" с базами данных психологических тестов и биржевыми базами данных соответственно, а также выполняют ряд самостоятельных функций по предварительной обработке информации.

##### 1.2.4.3.2. Отличия системы "Эйдос" от аналогов: экспертных и статистических систем

От экспертных систем система "Эйдос" отличается тем, что для ее обучения от экспертов требуется лишь само их решение о принадлежности того или иного объекта или его состояния к определенному классу, а не формулирование правил (продукций) или весовых коэффициентов, позволяющих прийти к такому решению (система генерирует их сама, т.е. автоматически). Дело в том, что часто эксперт не может или не хочет вербализовать, тем более формализовать свои способы принятия решений. Система "Эйдос" генерирует обобщенную таблицу решений непосредственно на основе эмпирических данных и их оценки экспертами.

От систем статистической обработки информации система "Эйдос" отличается прежде всего своими целями, которые состоят в следующем: формирование обобщенных образов исследуемых классов распознавания и признаков по данным обучающей выборки (т.е. обучение); исключение из системы признаков тех из них, которые оказались наименее ценными для решения задач системы; вывод информации по обобщенным образам классов распознавания и признаков в удобной для восприятия и анализа текстовой и графической форме (информационные или ранговые портреты); сравнение распознаваемых формальных описаний объектов с обобщенными образами классов распознавания (распознавание); сравнение обобщенных образов классов распознавания и признаков друг с другом (кластерно-конструктивный анализ); расчет частотных распределений классов распознавания и признаков, а также двумерных матриц сопряженности на основе критерия  $\chi^2$  и коэффициентов Пирсона, Чупрова и Крамера; результаты кластерно-конструктивного и информационного анализа выводятся в форме семантических сетей и когнитивных диаграмм. Система "Эйдос" в универсальной форме автоматизирует базовые когнитивные операции системного анализа, т.е. является инструментарием СК-анализа. Таким образом, система "Эйдос" выполняет за исследователя-аналитика ту работу, которую при использовании систем статистической обработки ему приходится выполнять вручную, что чаще всего просто невозможно при реальных размерностях данных. Поэтому система "Эйдос" и называется универсальной когнитивной аналитической системой.

##### 1.2.4.3.3. Некоторые количественные характеристики системы "Эйдос"

Система "Эйдос" обеспечивает генерацию и запись в виде файлов более 54 видов 2d & 3d графических форм и 50 видов текстовых форм, перечень которых приведен в таблице 31.

При применении системы в самых различных предметных областях обеспечивается достоверность распознавания обучающей выборки: на уровне 90% (интегральная валидность), которая существенно повышается после Парето-оптимизации системы признаков (т.е. после исключения признаков с низкой селективной силой), удаления из модели артефактов, а также классов и признаков, по которым недостаточно данных. Система "Эйдос" версии 12.5 обеспечивает синтез модели, включающей десятки тысяч классов и признаков при неограниченном объеме обучающей выборки, причем признаки могут быть не только качественные (да/нет), но и количественные, т.е. числовые. В некоторых режимах анализа модели имеются ограничения на ее размерность, которые на данном этапе преодолеваются путем оптимизации модели. Реализована возможность разработки

*Тема 9.3. Детальные алгоритмы АСК-анализа.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.2.3.4. Детальные алгоритмы СК-анализа

Рисунок 45. Алгоритм БКОСА-2.1. "Восприятие и запоминание исходной обучающей информации"

Рисунок 46. Алгоритм БКОСА-2.2. "Репрезентация. Сопоставление индивидуального опыта с коллективным"

Рисунок 47. Алгоритм БКОСА-3.1.1. "Обобщение (синтез, индукция). Накопление первичных данных"

Рисунок 48. Алгоритм БКОСА-3.1.2. "Обобщение (синтез, индукция). Исключение артефактов"

Рисунок 49. Алгоритм БКОСА-3.1.3. "Обобщение (синтез, индукция). Расчет степени истинности содержательных смысловых связей между предпосылками и результатами (обобщенных таблиц решений)"

Рисунок 50. Алгоритм БКОСА-3.2. "Определение значимости шкал и градаций факторов, уровней Мерлина"

Рисунок 51. Алгоритм БКОСА-3.3. "Определение значимости шкал и градаций классов, уровней Мерлина"

Рисунок 52. Алгоритм БКОСА-4.1. "Абстрагирование факторов (снижение размерности семантического пространства факторов)"

Рисунок 53. Алгоритм БКОСА-4.2. "Абстрагирование классов (снижение размерности семантического пространства классов)"

Рисунок 54. Алгоритм БКОСА-5. "Оценка адекватности семантической информационной модели предметной области"

Рисунок 55. Алгоритм БКОСА-7. "Идентификация и прогнозирование. Распознавание состояний конкретных объектов (объектный анализ)"

Рисунок 56. Алгоритм БКОСА-9.1. "Дедукция и абдукция классов (семантический анализ обобщенных образов классов, решение обратной задачи прогнозирования)"

Рисунок 57. Алгоритм БКОСА-9.2. "Дедукция и абдукция факторов (семантический анализ факторов)"

Рисунок 58. Алгоритм БКОСА-10.1.1. "Классификация обобщенных образов классов"

Рисунок 59. Алгоритм БКОСА-10.1.2. "Формирование бинарных конструкторов классов"

Рисунок 60. Алгоритм БКОСА-10.1.3. "Визуализация семантических сетей классов" (когнитивная графика)

Рисунок 61. Алгоритм БКОСА-10.2.1. "Классификация факторов"

Рисунок 62. Алгоритм БКОСА-10.2.2. "Формирование бинарных конструкторов факторов"

*Тема 9.4. АСК-анализ, как технология создания и эксплуатации рефлексивных АСУ активными объектами.*

*(Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++")*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.2.3.3. Обобщенное описание алгоритмов СК-анализа

В данном разделе приведены 24 детальных алгоритма всех 10 базовых когнитивных операций системного анализа (таблица 28), коды которых полностью соответствуют обобщенной схеме СК-анализа (рисунок 44).

Таблица 28 – БАЗОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА (БКОСА)

В таблице 29 приведена структура каждой базовой когнитивной операции, дана их нумерация в соответствии с обобщенной схемой СК-анализа и нумерация реализующих их алгоритмов.

Таблица 29 – ДЕТАЛЬНЫЙ СПИСОК БКОСА И ИХ АЛГОРИТМОВ

Описания базовых когнитивных операций системного анализа и их реальные детализированные алгоритмы приведены ниже (рисунки 45 – 68).

БКОСА-2.1. "Восприятие и запоминание исходной обучающей информации"

В базы данных вводятся двухвекторные (дискретно-интегральные) описания объектов, включающие как их описание на языке признаков, так и принадлежность к определенным классификационным категориям – классам.

БКОСА-2.2. "Репрезентация. Сопоставление индивидуального опыта с коллективным (общественным)"

В ряде случаев, особенно при проведении политологических исследований, необходимо, чтобы исследуемая выборка корректно представляла генеральную совокупность не только в смысле традиционно понимаемой репрезентативности, но и по распределению респондентов по категориям (т.е. структурно) соответствовала ей. Добиться этого путем подбора объектов для исследования затруднительно, т.к. каждый объект может относиться одновременно ко многим классификационным категориям. Данный алгоритм обеспечивает выборку из исследуемого множества объектов последовательных подмножеств, наиболее близких по частотному распределению объектов по категориям к заданному распределению. Данная операция называется также "взвешивание или ремонт данных".

БКОСА-3.1.1. "Обобщение (синтез, индукция). Накопление первичных данных"

На основе анализа обучающей выборки обеспечивается накопление в базах данных первичных элементов смысла, т.е. фактов, состоящих в том, что определенный признак встретился у объекта определенного класса.

БКОСА-3.1.2. "Обобщение (синтез, индукция). Исключение артефактов"

При отсутствии статистики невозможно отличить закономерные факты от не вписывающихся в общую складывающуюся картину и искажающих ее, т.е. артефактов. При накоплении же достаточной статистики это возможно и данный алгоритм позволяет выявить и исключить из дальнейшего анализа артефакты. Необходимо отметить, что в результате действия данного алгоритма существенно повышается качество содержательной модели предметной области, в частности ее валидность.

БКОСА-3.1.3. "Обобщение (синтез, индукция). Расчет степени истинности содержательных смысловых связей между предпосылками и результатами (обобщенных таблиц решений)"

Непосредственно на основе матрицы абсолютных частот позволяет вычислить количество информации, содержащейся в факте наблюдения у некоторого объекта определенного признака о том, что данный объект принадлежит к определенной классификационной категории.

БКОСА-3.2. "Определение значимости шкал и градаций факторов, уровней Мерлина"

Рассчитывается среднее количество информации, которое система управления получает о поведении АОУ из фактов о действии тех или иных факторов и их значений. Кроме того, если факторы классифицированы независимым способом по уровням Мерлина, то определяется и значимость этих уровней.

БКОСА-3.3. "Определение значимости шкал и градаций классов, уровней Мерлина"

Рассчитывается среднее количество информации, которое система управления получает из одного признака, если известен класс. Если классы относятся к уровням Мерлина, то

**Раздел 10. Системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальным интерфейсом**

**(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)**

*Тема 10.1. Интеллектуальные интерфейсы. Использование биометрической информации о пользователе в управлении системами.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

1.3.1.1. Интеллектуальные интерфейсы. Использование биометрической информации о пользователе в управлении системами

1.3.1.1.1. Идентификация и аутентификация личности по почерку. Понятие клавиатурного почерка

Рассмотрим, в чем заключается различие между двумя формами представления одного и того же текста: рукописной и печатной. При этом могут исследоваться и сравниваться как сам процесс формирования текста, так и его результаты, т.е. уже сформированные тексты.

При исследовании уже сформированных текстов обнаруживается, что главное отличие рукописного текста от печатного состоит в значительно большей степени вариабельности начертаний одной и той же буквы разными людьми и одним и тем же человеком в различных состояниях, чем при воспроизведении тех же букв на различных пишущих машинках и принтерах.

Почерком будем называть систему индивидуальных особенностей начертания и динамики воспроизведения букв, слов и предложений вручную различными людьми или на различных устройствах печати.

В рукописной форме начертание букв является индивидуальным для каждого человека и зависит также от его состояния, хотя, конечно, в начертаниях каждой конкретной буквы всеми людьми безусловно есть и нечто общее, что и позволяет идентифицировать ее именно как данную букву при чтении.

К индивидуальным особенностям рукописного начертания букв в работе [125] отнесено 13 шкал с десятками градаций в каждой.

В печатной форме вариабельность начертания букв значительно меньше, чем в рукописной, но все же присутствует, особенно на печатных машинках, барабанных, знаковосинтезирующих и литерных принтерах.

В СССР печатные машинки при продаже регистрировались и образец печати всех символов вместе с паспортными данными покупателя направлялся в "компетентные" органы. Это позволяло установить на какой машинке и кем напечатан тот или иной материал. Считается, что принтер тем лучше, чем меньше у него индивидуальных особенностей, т.е. чем ближе реально распечатываемые им тексты к некоторому идеалу – стандарту. Современные лазерные и струйные принтеры в исправном состоянии (новый барабан и картридж) практически не имеют индивидуальных особенностей.

На современных компьютерах основным устройством ввода текстовой информации является клавиатура. Результат ввода текста в компьютер с точки зрения начертания букв, слов и предложений не имеет особых индивидуальных особенностей (если не считать частот использования различных шрифтов, кеглей, жирностей, подчеркиваний и других эффектов, изменяющих вид текста). Поэтому необходимо ввести понятие клавиатурного почерка, под которым будем понимать систему индивидуальных особенностей начертаний и динамики воспроизведения букв, слов и предложений на клавиатуре.

1.3.1.1.2. Соотношение психографологии и атрибуции текстов

Таким образом, любой текст содержит не только ту информацию, для передачи которой его собственно и создавали, но и информацию о самом авторе этого текста и о технических средствах и технологии его создания.

Существует целая наука – "Психографология", которая ставит своей задачей получение максимального количества информации об авторах текстов на основе изучения индивидуальных особенностей их почерка [125].

В настоящее время в России действует институт графологии. На сайте этого института <http://graphology.boom.ru> можно познакомиться с тем, что такое графология, с ее историей и задачами, которые она позволяет решать сегодня. Графологическое исследование имеет значительное преимущество перед простым тестированием или собеседованием, поскольку нет необходимости информировать человека, чей почерк подвергается изучению о производимых исследованиях.

Но текст представляет собой не просто совокупность букв, а сложную иерархическую структуру, в которой буквы образуют лишь фундамент пирамиды, а на более высоких ее уровнях находятся слова, предложения, и другие части текстов различных размеров, обладающие относительной целостностью и самостоятельностью (абзацы, параграфы, главы, части, книги).



*Тема 10.2. Системы с биологической обратной связью. Системы с семантическим резонансом. Компьютерные (Ψ -технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.1.2. Системы с биологической обратной связью

#### 1.3.1.2.1. Общие положения

Системами с биологической обратной связью (БОС) будем называть системы, поведение которых зависит от психофизиологического (биологического) состояния пользователя.

Это означает, что в состав систем с БОС в качестве подсистем входят информационно-измерительные системы и системы искусственного интеллекта.

Съем информации о состоянии пользователя осуществляется с помощью контактных и/или дистанционных датчиков в режиме реального времени с применением транспьютерных или обычных карт (плат) с аналого-цифровыми преобразователями (АЦП).

При этом информация может сниматься по большому количеству каналов – показателей (количество которых обычно кратно степеням двойки), подавляющее большинство которых обычно являются несознаваемыми для пользователя. Это является весьма существенным обстоятельством, т.к. означает, что системы БОС позволяют вывести на уровень сознания обычно ранее не осознаваемую информацию о состоянии своего организма, т.е. расширить область осознаваемого. А это значит, что у человека появляются условия, обеспечивающие возможность сознательного управления своими состояниями, ранее не управляемыми на сознательном уровне, что является важным эволюционным достижением технократической цивилизации.

Передача информации от блока съема информации к АЦП-карте может также осуществляться либо по проводной связи, либо дистанционно с использованием каналов инфракрасной или радиосвязи.

Приведем три примера применения подобных систем:

1. Мониторинг состояния сотрудников на конвейере с целью обеспечения высокого качества продукции.
2. Компьютерные тренажеры, основанные на БОС, для обучения больных с функциональными нарушениями управлению своим состоянием.
3. Компьютерные игры с БОС.

#### 1.3.1.2.1. Мониторинг состояния сотрудников сборочного конвейера с целью обеспечения высокого качества продукции

Известно, что одной из основных причин производственного брака является ухудшение состояния сотрудников. Но сотрудники не всегда могут вовремя заметить это ухудшение, т.к. самооценка (самочувствие) обычно запаздывает по времени за моментом объективного ухудшения состояния. Поэтому является актуальным своевременное обнаружение объективного ухудшения параметров и адекватное реагирование на него.

С помощью систем БОС это достигается тем, что:

1. Каждому сотруднику одевается на руку браслет с компактным устройством диагностики ряда параметров, например таких, как:
  - частота и наполнение пульса;
  - кожно-гальваническая реакция;
  - температура;
  - давление;
  - пототделение.
2. Это же устройство и периодически передает значения данных параметров на компьютер по радиоканалу.
3. Параметры от каждого сотрудника накапливаются в базе данных системы мониторинга на сервере, а также анализируются в режиме реального времени с учетом текущего состояния и динамики, в т.ч. вторичных (расчетных) показателей.
4. Когда параметры выходят за пределы коридора "нормы" или по их совокупности может быть поставлен диагноз, – сотрудник оперативно снимается с рабочего места и заменяется другим из резерва, а затем, при наличии показаний, направляется на лечение.

#### 1.3.1.2.2. Компьютерные тренажеры, основанные на БОС, для обучения больных навыкам управления своим состоянием

Некоторыми процессами в своем организме мы не можем управлять не потому, что у нас нет рычагов управления, а лишь потому, что мы их не знаем, не имеем навыков их использования и не знаем результатов их применения. Но ключевой проблемой, без решения которой

*Тема 10.3. Виртуальная реальность. Системы виртуальной реальности (СВР) и критерии реальности, принцип эквивалентности виртуальной и истинной реальности. Виртуальные устройства ввода-вывода.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)*

1.3.1.4. Системы виртуальной реальности и критерии реальности. Эффекты присутствия, деперсонализации и модификация сознания пользователя

1.3.1.4.1. Классическое определение системы виртуальной реальности

**ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ (VR)** – модельная трехмерная (3D) окружающая среда, создаваемая компьютерными средствами и реалистично реагирующая на взаимодействие с пользователями (<http://dlc.miem.edu.ru/newsite.nsf/docs/CSD309>).

Технической базой систем виртуальной реальности являются современные мощные персональные компьютеры и программное обеспечение высококачественной трехмерной визуализации и анимации. В качестве устройств ввода-вывода информации в системах VR применяются виртуальные шлемы с дисплеями (HMD), в частности шлемы со стереоскопическими очками, и устройства 3D-ввода, например, мышь с пространственно управляемым курсором или "цифровые перчатки", которые обеспечивают тактильную обратную связь с пользователем.

Совершенствование систем виртуальной реальности приводит ко все большей изоляции пользователя от обычной реальности, т.к. все больше каналов взаимодействия пользователя с окружающей средой замыкаются не на обычную, а на виртуальную среду – виртуальную реальность, которая, при этом, становится все более и более функционально-замкнутой и самодостаточной.

Создание систем VR является закономерным следствием процесса совершенствования компьютерных систем отображения информации и интерфейса управления.

При обычной работе на компьютере монитор занимает не более 20% поля зрения пользователя. Системы VR перекрывают все поле зрения.

Обычные мониторы не являются стереоскопическими, т.е. не создают объемного изображения. Правда, в последнее время появились разработки, которые, позволяют преодолеть это ограничение (достаточно сделать поиск в [yandex.ru](http://yandex.ru) по запросу "Стереоскопический монитор"). Системы VR изначально были стереоскопическими.

Звуковое сопровождение, в том числе со стерео и квадро-звуком, сегодня уже стали стандартом. В системах VR человек не слышит ничего, кроме звуков этой виртуальной реальности.

В некоторых моделях систем виртуальной реальности пользователи имеют возможность восприятия изменяющейся перспективы и видят объекты с разных точек наблюдения, как если бы они сами находились и перемещались внутри модели.

Если пользователь располагает более развитыми (погруженными) устройствами ввода, например, такими, как цифровые перчатки и виртуальные шлемы, то модель может даже надлежащим образом реагировать на такие действия пользователя, как поворот головы или движение глаз.

Необходимо отметить, что в настоящее время системы виртуальной реальности развиваются очень быстрыми темпами и явно выражена тенденция проникновения технологий виртуальной реальности в стандартные компьютерные технологии широкого применения.

Развитие этих и других подобных средств привело к появлению качественно новых эффектов, которые ранее не наблюдались или наблюдались в очень малой степени:

- эффект присутствия пользователя в виртуальной реальности;
- эффект деперсонализации и модификации самосознания и сознания пользователя в виртуальной реальности.

1.3.1.4.2. "Эффект присутствия" в виртуальной реальности

Эффект присутствия – это создаваемая для пользователя иллюзия его присутствия в смоделированной компьютером среде, при этом создается полное впечатление "присутствия" в виртуальной среде, очень сходное с ощущением присутствия в обычном "реальном" мире.

При этом виртуальная среда начинает осознаваться как реальная, а о реальной среде пользователь на время как бы совершенно или почти полностью "забывает". При этом технические особенности интерфейса также вытесняются из сознания, т.е. мы не замечаем этот интерфейс примерно так же, как собственное физическое тело или глаза, когда смотрим на захватывающий сюжет. Таким образом, реальная среда замещается виртуальной средой.

Исследования показывают, что для возникновения и силы эффекта присутствия определяющую роль играет реалистичность движения различных объектов в виртуальной реальности, а также убедительность реагирования объектов виртуальной реальности при

*Тема 10.4. Соблюдения моральных норм в СВР и последствия их несоблюдения. Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.1.5. Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом

В 1981 году Л.А.Бакурадзе и Е.В.Луценко были оформлены заявки на изобретение компьютерной системы, выполняющей все трудовые функции физического тела, обеспечивающую управление с использованием дистанционного мысленного воздействия, т.е. микротелекинеза.

По мнению автора телекинез представляет собой управление физическими объектами путем воздействия на них непосредственно с высших планов без использования физического тела, т.е. тем же способом, с помощью которого любой человек, осознает он это или нет, управляет своим физическим телом.

Были предложены технические и программные решения и инженерно – психологические методики. Система предлагалась адаптивной, т.е. автоматически настраивающейся на индивидуальные особенности, "почерк" оператора и его состояние сознания, с плавным переключением на дистанционные каналы при повышении их надежности (которая измерялась автоматически) и могла одновременно с выполнением основной работы выступать в качестве тренажера для овладения высшими формами сознания.

Человек, начиная работу с системой в обычной форме сознания с использованием традиционных каналов (интерфейса), имея мгновенную адекватную по форме и содержанию обратную связь об эффективности своего телекинетического воздействия, должен быстро переходить в одну из высших форм сознания, оптимальную для использования телекинеза в качестве управляющего воздействия.

Контрольные вопросы

1. Интеллектуальные интерфейсы. Использование биометрической информации о пользователе в управлении системами.
2. Идентификация и аутентификация личности по почерку. Понятие клавиатурного почерка.
3. Соотношение психографологии и атрибуции текстов.
4. Идентификация и аутентификация личности пользователя компьютера по клавиатурному почерку.
5. Прогнозирование ошибок оператора по изменениям в его электроэнцефалограмме.
6. Системы с биологической обратной связью (БОС).
7. Мониторинг состояния сотрудников сборочного конвейера с целью обеспечения высокого качества продукции.
8. Компьютерные тренажеры, основанные на БОС, для обучения больных навыкам управления своим состоянием.
9. Компьютерные игры с БОС.
10. Системы с семантическим резонансом. Компьютерные (□-технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс.
11. Системы виртуальной реальности и критерии реальности. Эффекты присутствия, деперсонализации и модификация сознания пользователя.
12. Классическое определение системы виртуальной реальности.
13. "Эффект присутствия" в виртуальной реальности.
14. Применения систем виртуальной реальности.
15. Модификация сознания и самосознания пользователя в виртуальной реальности.
16. Авторское определение системы виртуальной реальности.
17. Критерии реальности при различных формах сознания и их применение в виртуальной реальности.
18. Принципы эквивалентности (относительности) Галилея и Эйнштейна и критерии виртуальной реальности.
19. Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом.

Рекомендуемая литература

1. Завгородний В.В., Мельников Ю.Н., Идентификация по клавиатурному почерку. "Банковские Технологии", №9, 1998.
2. Иванов А.И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. Пенза. Издательство Пензенского государственного университета –2000, –188 с.
3. Луценко Е.В., Лаптев В.Н., Третьяк В.Г. Прогнозирование качества специальной деятельности методом подсознательного (подпорогового) тестирования на основе

**Раздел 11. Автоматизированные системы распознавания образов**

**(Лабораторные занятия - 1,5ч.; Лекционные занятия - 1,5ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)**

*Тема 11.1. Основные понятия и определения, связанные с системами распознавания образов.*

*Проблема распознавания образов и классификация методов распознавания.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.2.1. Основные понятия

Системой распознавания образов будем называть класс систем искусственного интеллекта, обеспечивающих:

- формирование конкретных образов объектов и обобщенных образов классов;
- обучение, т.е. формирование обобщенных образов классов на основе ряда примеров объектов, классифицированных (т.е. отнесенных к тем или иным категориям – классам) учителем и составляющих обучающую выборку;
- самообучение, т.е. формирование кластеров объектов на основе анализа неклассифицированной обучающей выборки;
- распознавание, т.е. идентификацию (и прогнозирование) состояний объектов, описанных признаками, друг с другом и с обобщенными образами классов;
- измерение степени адекватности модели;
- решение обратной задачи идентификации и прогнозирования (обеспечивается не всеми моделями).

#### 1.3.2.1.1. Признаки и образы конкретных объектов, метафора фазового пространства

Признаками объектов будем называть конкретные результаты измерения значений их свойств. Свойства объектов отличаются своим качеством и измеряются с помощью различных органов восприятия или измерительных приборов в различных единицах измерения.

Результатом измерения является снижение неопределенности в наших знаниях о значении свойств объекта. Значения свойств конкретизируются путем их сопоставления определенным градациям соответствующих измерительных шкал: номинальных, порядковых или отношений.

В номинальных шкалах отсутствуют отношения порядка, начало отсчета и единица измерения.

На порядковых шкалах определены отношения "больше – меньше", но отсутствуют начало отсчета и единица измерения.

На шкалах отношений определены отношения порядка, все арифметические операции, есть начало отсчета и единица измерения.

Можно представить себе, что шкалы образуют оси координат некоторого абстрактного многомерного пространства, которое будем называть "фазовым пространством".

В этом фазовом пространстве каждый конкретный объект представляется определенной точкой, имеющей координаты, соответствующие значениям его свойств по осям координат, т.е. градациям описательных шкал.

Оси координат фазового пространства в общем случае не являются взаимно-перпендикулярными шкалами отношений, т.е. в общем случае это пространство неортонормированное, более того – неметрическое. Следовательно, в нем в общем случае не применима Евклидова мера расстояний, т.е. не действует Евклидова метрика. Применение этой меры расстояний корректно, если одновременно выполняются два условия:

1. Все оси координат фазового пространства являются шкалами отношений.
2. Все оси координат взаимно-перпендикулярны или очень близки к этому.

#### 1.3.2.1.2. Признаки и обобщенные образы классов

Обобщенный образ класса формируется из нескольких образов конкретных объектов, относящихся к данному классу, т.е. одной градации некоторой классификационной шкалы.

Обобщенные образы классов формализуются (кодируются) путем использования классификационных шкал и градаций, которые могут быть тех же типов, что и описательные, т.е. номинальные, порядковые и отношений.

Сама принадлежность конкретных объектов к данному классу определяется либо человеком-учителем, после чего фиксируется в обучающей выборке, либо самой системой автоматически на основе кластерного анализа конкретных объектов.

#### 1.3.2.1.3. Обучающая выборка и ее репрезентативность по отношению к генеральной совокупности. Ремонт (взвешивание) данных

Обучающая выборка является некоторым подмножеством исследуемой совокупности, которая называется "генеральная совокупность". На основе изучения обучающей выборки мы хотели



*Тема 11.2. Применение распознавания образов для идентификации и прогнозирования. Сходство и различие в содержании понятий "идентификация" и "прогнозирование".*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

1.3.2.4. Применение распознавания образов для идентификации и прогнозирования. Сходство и различие в содержании понятий "идентификация" и "прогнозирование"

Термины "Распознавание образов" и "Идентификация" являются синонимами.

Идентификация и прогнозирование часто практически ничем друг от друга не отличаются по математическим моделям и алгоритмам. Основное различие между ними состоит в том, что при идентификации признаки и состояния объекта относятся к одному времени, тогда как при прогнозировании признаки (факторы) относятся к прошлому, а состояния объекта – к будущему.

Это означает, что системы распознавания образов с успехом могут применяться не только для решения задач идентификации, но и прогнозирования.

*Тема 11.3. Роль и место распознавания образов в автоматизации управления сложными системами. Методы кластерного анализа. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++")*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.2.5. Роль и место распознавания образов в автоматизации управления сложными системами

#### 1.3.2.5.1. Обобщенная структура системы управления

Автоматизированная система управления состоит из двух основных частей: объекта управления и управляющей системы (рисунок 71).

Управляющая система осуществляет следующие функции:

- идентификация состояния объекта управления;
- выработка управляющего воздействия исходя из целей управления с учетом состояния объекта управления и окружающей среды;
- оказание управляющего воздействия на объект управления.

Рисунок 71. Обобщенная схема рефлексивной системы управления активными объектами

#### 1.3.2.5.2. Место системы идентификации в системе управления

Распознавание образов есть не что иное, как идентификация состояния некоторого объекта. Автоматизированная система управления (АСУ), построенная на традиционных принципах, может работать только на основе параметров, закономерности связей которых уже известны, изучены и отражены в математической модели. В итоге АСУ, основанные на традиционном подходе, практически не эффективны с активными многопараметрическими слабодетерминированными объектами управления, такими, например, как макро– и микро– социально-экономические системы в условиях динамичной экономики "переходного периода", иерархические элитные и этнические группы, социум и электорат, физиология и психика человека, природные и искусственные экосистемы и многие другие.

Поэтому, в состав перспективных АСУ, обеспечивающих устойчивое управление активными объектами в качестве существенных функциональных звеньев должны войти подсистемы идентификации и прогнозирования состояний среды и объекта управления, основанные на методах искусственного интеллекта (прежде всего распознавания образов), методах поддержки принятия решений и теории информации.

#### 1.3.2.5.3. Управление как задача, обратная идентификации и прогнозированию

Кратко рассмотрим вопрос о применении систем распознавания образов для принятия решений об управляющем воздействии. Очевидно, что применение систем распознавания для прогнозирования результатов управления при различных сочетаниях управляющих факторов позволяет рассмотреть и сравнить различные варианты управления и выбрать наилучшие из них по определенным критериям. Однако, этот подход на практике малоэффективен, особенно если факторов много, т.к. в этом случае количество сочетаний их значений может быть чрезвычайно большим.

Если в качестве классов распознавания взять целевые и иные будущие состояния объекта управления, а в качестве признаков – факторы, влияющие на него, то в модели распознавания образов может быть сформирована количественная мера причинно-следственной связи факторов и состояний.

Это позволяет по заданному целевому состоянию объекта управления получить информацию о силе и направлении влияния факторов, способствующих или препятствующих переходу объекта в это состояние, и, на этой основе, выработать решение об управляющем воздействии.

Задача выбора факторов по состоянию является обратной задачей прогнозирования, т.к. при прогнозировании, наоборот, определяется состояние по факторам.

Факторы могут быть разделены на следующие группы:

- характеризующие предысторию объекта управления и его актуальное состояние управления;
- технологические (управляющие) факторы;
- факторы окружающей среды;

Таким образом, системы распознавания образов могут быть применены в составе АСУ в подсистемах:

- идентификации состояния объекта управления;
- выработки управляющих воздействий.

**Раздел 12. Математические методы и автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР)**

**(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)**

*Тема 12.1. Многообразие задач и языков описания методов принятия решений. Выбор в условиях неопределенности.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.3.1. Многообразие задач принятия решений

#### 1.3.3.1.1. Принятие решений, как реализация цели

Определение: принятие решения есть действие над множеством альтернатив, в результате которого исходное множество альтернатив сужается. Это действие называется "выбор".

Выбор является действием, придающим всей деятельности целенаправленность. Именно через акты выбора реализуется подчиненность всей деятельности определенной цели или совокупности взаимосвязанных целей.

Таким образом, для того, чтобы стал возможен акт выбора, необходимо следующее:

Порождение или обнаружение множества альтернатив, на котором предстоит совершить выбор.

Определение целей, ради достижения которых осуществляется выбор.

Разработка и применение способа сравнения альтернатив между собой, т.е. определение рейтинга предпочтения для каждой альтернативы, согласно определенным критериям, позволяющим косвенно оценивать, насколько каждая альтернатива соответствует цели.

Современные работы в области поддержки принятия решений выявили характерную ситуацию, которая состоит в том, что полная формализация нахождения наилучшего (в определенном смысле) решения возможна только для хорошо изученных, относительно простых задач, тогда как на практике чаще встречаются слабо структурированные задачи для которых полностью формализованных алгоритмов не разработано (если не считать полного перебора и метода проб и ошибок). Вместе с тем, опытные, компетентные и способные специалисты, часто делают выбор, который оказывается достаточно хорошим. Поэтому современная тенденция практики принятия решений в естественных ситуациях состоит в сочетании способности человека решать неформализованные задачи с возможностями формальных методов и компьютерного моделирования: диалоговые системы поддержки принятия решений, экспертные системы, адаптивные человеко-машинные автоматизированные системы управления, нейронные сети и когнитивные системы.

#### 1.3.3.1.2. Принятие решений, как снятие неопределенности (информационный подход)

Процесс получения информации можно рассматривать как уменьшение неопределенности в результате приема сигнала, а количество информации, как количественную меру степени снятия неопределенности.

Но в результате выбора некоторого подмножества альтернатив из множества, т.е. в результате принятия решения, происходит тоже самое (уменьшение неопределенности).

Это значит, что каждый выбор, каждое решение порождает определенное количество информации, а значит может быть описано в терминах теории информации.

Простейшее понятие об информации (подход Хартли).

Будем считать, что если существует множество элементов и осуществляется выбор одного из них, то этим самым сообщается или генерируется определенное количество информации. Эта информация состоит в том, что если до выбора не было известно, какой элемент будет выбран, то после выбора это становится известным.

Найдем вид функции, связывающей количество информации, получаемой при выборе некоторого элемента из множества, с количеством элементов в этом множестве, т.е. с его мощностью.

Если множество элементов, из которых осуществляется выбор, состоит из одного-единственного элемента, то ясно, что его выбор предопределен, т.е. никакой неопределенности выбора нет. Таким образом, если мы узнаем, что выбран этот единственный элемент, то, очевидно, при этом мы не получаем никакой новой информации, т.е. получаем нулевое количество информации.

Если множество состоит из двух элементов, то неопределенность выбора минимальна. В этом случае минимально и количество информации, которое мы получаем, узнав, что совершен выбор одного из элементов. Минимальное количество информации получается при выборе одного из двух равновероятных вариантов. Это количество информации принято за единицу измерения и называется "бит".

Чем больше элементов в множестве, тем больше неопределенность выбора, тем больше информации мы получаем, узнав о том, какой выбран элемент.

*Тема 12.2. Решение как компромисс и баланс интересов. Некоторые ограничения оптимизационного подхода. Экспертные методы выбора.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.3.3.4. Решение как компромисс и баланс различных интересов. О некоторых ограничениях оптимизационного подхода

Во всех рассмотренных выше задачах выбора и методах принятия решений проблема состояла в том, чтобы в исходном множестве найти наилучшие в заданных условиях, т.е. оптимальные в определенном смысле альтернативы.

Идея оптимальности является центральной идеей кибернетики и прочно вошла в практику проектирования и эксплуатации технических систем. Вместе с тем эта идея требует осторожного к себе отношения, когда мы пытаемся перенести ее в область управления сложными, большими и слабо детерминированными системами, такими, например, как социально-экономические системы.

Для этого заключения имеются достаточно веские основания. Рассмотрим некоторые из них.

1. Оптимальное решение нередко оказывается неустойчивым: т.е. незначительные изменения в условиях задачи, исходных данных или ограничениях могут привести к выбору существенно отличающихся альтернатив.

2. Оптимизационные модели разработаны лишь для узких классов достаточно простых задач, которые не всегда адекватно и системно отражают реальные объекты управления. Чаще всего оптимизационные методы позволяют оптимизировать лишь достаточно простые и хорошо формально описанные подсистемы некоторых больших и сложных систем, т.е. позволяют осуществить лишь локальную оптимизацию. Однако, если каждая подсистема некоторой большой системы будет работать оптимально, то это еще совершенно не означает, что оптимально будет работать и система в целом. То есть оптимизация подсистемы совсем не обязательно приводит к такому ее поведению, которое от нее требуется при оптимизации системы в целом. Более того, иногда локальная оптимизация может привести к негативным последствиям для системы в целом.

3. Часто максимизация критерия оптимизации согласно некоторой математической модели считается целью оптимизации, однако в действительности целью является оптимизация объекта управления. Критерии оптимизации и математические модели всегда связаны с целью лишь косвенно, т.е. более или менее адекватно, но всегда приближенно.

Итак, идею оптимальности, чрезвычайно плодотворную для систем, поддающихся адекватной математической формализации, нельзя перенести на сложные системы. Конечно, математические модели, которые удается иногда предложить для таких систем, можно оптимизировать. Однако всегда следует учитывать сильную упрощенность этих моделей, а также то, что степень их адекватности фактически неизвестна. Поэтому не известно, какое чисто практическое значение имеет эта оптимизация. Высокая практичность оптимизации в технических системах не должна порождать иллюзий, что она будет настолько же эффективна при оптимизации сложных систем. Содержательное математическое моделирование сложных систем является весьма затруднительным, приблизительным и неточным. Чем сложнее система, тем осторожнее следует относиться к идее ее оптимизации.

Поэтому, при разработке методов управления сложными, большими слабо детерминированными системами, основным является не оптимальность выбранного подхода с формальной математической точки зрения, а его адекватность поставленной цели и самому характеру объекта управления.

#### 1.3.3.5. Экспертные методы выбора

При исследовании сложных систем часто возникают проблемы, которые по различным причинам не могут быть строго поставлены и решены с применением разработанного в настоящее время математического аппарата. В этих случаях прибегают к услугам экспертов (системных аналитиков), чей опыт и интуиция помогают уменьшить сложность проблемы.

Однако, необходимо учитывать, что эксперты сами представляют собой сверхсложные системы, и их деятельность сама зависит от многих внешних и внутренних условий. Поэтому в методиках организации экспертных оценок большое внимание уделяется созданию благоприятных внешних и психологических условий для работы экспертов.

На работу эксперта оказывают влияние следующие факторы:

- ответственность за использование результатов экспертизы;
- знание того, что привлекаются и другие эксперты;
- наличие информационного контакта между экспертами;
- межличностные отношения экспертов (если между ними есть информационный контакт);

*Тема 12.3. Юридическая ответственность за решения, принятые с применением систем поддержки принятия решений. Условия корректности использования СППР.  
(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.3.6. Юридическая ответственность за решения, принятые с применением систем поддержки принятия решений

Необходимо отметить, что система поддержки принятия решений (СППР) не является физическим или юридическим лицом и не может нести ответственность за те или иные решения, которые принимаются с ее использованием.

Согласно действующему сейчас и в обозримой перспективе законодательству автоматизированную систему невозможно привлечь к административной или уголовной ответственности. Но это не означает, что в будущем подобные вопросы не возникнут по поводу созданных методами генной инженерии искусственных разумных биологических систем, которые автором совместно с Л.А.Бакурадзе в 1980 году были названы "квазибиологические роботы", или по поводу клонов, не ассоциированных в общечеловеческую социальную среду.

Ответственность за принятое решение всегда несет специалист, или, как говорят, "лицо, принимающее решения" (ЛПР).

Вместе с тем при выработке решения это лицо может обращаться к различной справочной информации, а также консультироваться со специалистами в различных предметных областях. При этом справочная информация может извлекаться по запросам из баз данных, а консультации могут происходить не с самими специалистами лично, а с автоматизированными системами поддержки принятия решений, в которых в формализованном и обобщенном виде содержатся знания многих специалистов.

Но в какой форме содержаться консультирующая информация и знания – это сути дела не меняет, т.е. ответственность за принятое решение все равно всегда лежит на лице, его принявшем, а не на консультирующих или поддерживающих решения системах. Поэтому эти системы и называются не "системы принятия решений", а лишь "системы поддержки принятия решений".

Особым случаем являются автоматизированные системы управления оружием, например, создаваемые в США в рамках программы "Стратегической оборонной инициативы" (СОИ). В этих системах человек может участвовать в процессе принятия решений лишь на этапах их создания, т.к. в на боевом дежурстве систем для участия человека просто не будет времени. И тем ни менее и эти системы принимают решения не самостоятельно, а на основе анализа фактической информации по тем критериям и алгоритмам, которые заложил в них человек. Таким образом, в подобных системах человек становится заложником своих же решений, принятых им ранее.

### 1.3.3.7. Условия корректности использования систем поддержки принятия решений

Этих условий три:

1. Само решение о выборе той или иной конкретной системы поддержки принятия решений должно приниматься лицом, принимающим решения, который и будет пользоваться ее рекомендациями, либо подчиненными ему компетентными специалистами по его личному поручению.
2. Сам выбор системы поддержки принятия решений должен осуществляться, как правило, не по их специальным, или, тем более, рекламным описаниям и литературным данным, а по результатам сравнительных испытаний на реальных примерах из практики работы организации.
3. Выбранная система должна быть официально принятой для решения тех задач, для решения которых она будет использоваться, т.е. должна быть сертифицирована.

Под сертификацией понимается:

- апробация системы поддержки принятия решений и оценка адекватности рекомендуемых ей решений на ряде реальных задач, которые возникали в прошлом или возникают в течение определенного периода экспериментальной эксплуатации;
- придание системе поддержки принятия решений юридического статуса, который предписывает и лицам принимающим решения "принимать к сведению" рекомендации системы.

Для сертификации системы создается соответствующая компетентная и полномочная комиссия, которая в течение определенного времени изучает систему и выдаваемые ею



*Тема 12.4. Хранилища данных для принятия решений.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.3.8. Хранилища данных для принятия решений

В разделе 4.2.5. данной работы мы рассматривали иерархическую систему обработки информации в которой на различных уровнях производятся различные операции по обработке данных, информации и знаний:

- на 1-м уровне накапливаются данные мониторинга;
- на 2-м уровне осуществляется анализ данных мониторинга с целью выявления в них зависимостей, что позволяет содержательно интерпретировать данные, т.е. генерировать информацию путем анализа данных;
- на 3-м уровне знание зависимостей в данных мониторинга используется для прогнозирования;
- на 4-м уровне возможности многовариантного прогнозирования и решения обратной задачи прогнозирования позволяют вырабатывать рекомендации и решения по достижению поставленных целей, т.е. генерировать и использовать знания путем системной обработки информации.

Выполнение операций каждого последующего уровня возможно только построения предыдущего уровня. Здесь уместно провести аналогию со строительством здания: пока не выполнен фундамент – не возводят стены, пока не возведены стены – не делают крышу, пока нет крыши – не проводят отделку и т.д. Аналогично, чтобы вытащить внутреннюю матрешку сначала надо раскрыть внешнюю. Могут существовать и более сложные алгоритмы, определяющие последовательность, например, типа используемых в игре "Ханойская башня". Таким образом, фундаментом для генерации информации и знаний являются данные мониторинга.

Хранилище Данных (ХД или Data warehouses) – это база данных, хранящая данные, агрегированные по многим измерениям. Данные из ХД никогда не удаляются. Пополнение ХД происходит на периодической основе. При этом автоматически формируются новые агрегаты данных, зависящие от старых. Доступ к ХД организован особым образом на основе модели многомерного куба.

Итак, Хранилище Данных – это не автоматизированная система принятия решений, не экспертная система, не система логического вывода, а "всего лишь" оптимально организованная база данных, обеспечивающая максимально быстрый и комфортный доступ к информации, необходимой при принятии решений.

Принять любое управленческое решение, невозможно не обладая необходимой для этого информацией, обычно количественной. Для этого необходимо создание хранилищ данных (Data warehouses), то есть процесс сбора, отсеивания и предварительной обработки данных с целью предоставления результирующей информации пользователям для статистического анализа (а нередко и создания аналитических отчетов). Ральф Кимбалл (Ralph Kimball), один из авторов концепции хранилищ данных сформулировал основные требования к ним:

- поддержка высокой скорости получения данных из хранилища;
- поддержка внутренней непротиворечивости данных;
- возможность получения и сравнения так называемых срезов данных (slice and dice);
- наличие удобных утилит просмотра данных в хранилище;
- полнота и достоверность хранимых данных;
- поддержка качественного процесса пополнения данных.

Типичное хранилище данных, как правило, отличается от обычной реляционной базы данных.

Во-первых, обычные базы предназначены для того, чтобы помочь пользователям выполнять повседневную работу, тогда как хранилища данных предназначены для принятия решений. Например, продажа товара и выписка счета производятся с использованием базы данных, предназначенной для обработки транзакций, а анализ динамики продаж за несколько лет, позволяющий спланировать работу с поставщиками, – с помощью хранилища данных.

Во-вторых, обычные базы данных подвержены постоянным изменениям в процессе работы пользователей, а хранилище данных относительно стабильно: сведения в нем обычно обновляются согласно расписанию (например, еженедельно, ежедневно или ежечасно – в зависимости от потребностей). В идеале процесс пополнения представляет собой просто добавление новых данных за определенный период времени без изменения прежней информации, уже находящейся в хранилище.

**Раздел 13. Экспертные системы (ЭС) и нейронные сети**  
**(Лабораторные занятия - 2,5ч.; Лекционные занятия - 2,5ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)**

**Тема 13.1. Базовые понятия ЭС.**

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

**1.3.4.1. Экспертные системы, базовые понятия**

Экспертная система (ЭС) – это программа, которая в определенных отношениях заменяет эксперта или группу экспертов в той или иной предметной области.

ЭС предназначены для решения практических задач, возникающих в слабо структурированных и трудно формализуемых предметных областях.

Исторически, ЭС были первыми системами искусственного интеллекта, которые привлекли внимание потребителей.

С ЭС связаны некоторые распространенные заблуждения.

Заблуждение первое: ЭС могут делать не более, а скорее даже менее того, чем эксперт, создавший данную систему.

Во-первых, существуют технологии синтеза самообучающихся ЭС, которые могут быть применены в предметной области, в которой вообще нет экспертов.

Во-вторых, технология ЭС позволяет объединить в одной системе знания нескольких экспертов, и, таким образом, в результате получить систему, которая может то, чего ни один из ее создателей не может.

Заблуждение второе: ЭС никогда не заменит человека-эксперта.

На практике часто ЭС могут создаваться и применяться для решения задач, в решении которых эксперты по ряду причин физического, юридического, финансового и организационного характера не могут принять личного участия, т.е. в точках, весьма удаленных от экспертов как в пространстве, так и во времени:

- знания могут извлекаться из научных работ или фактических данных, доступ к которым может обеспечиваться через Internet;
- доступ к ЭС и ее базе знаний также может быть получен через Internet.

**Тема 13.2. Методика построения ЭС:**

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.3.4.2. Экспертные системы, методика построения

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов:

1. Идентификация.
2. Концептуализация.
3. Формализация.
4. Разработка прототипа.
5. Экспериментальная эксплуатация.
6. Разработка продукта.
7. Промышленная эксплуатация.

#### 1.3.4.3. Этап-1: "Идентификация"

На этапе идентификации производится:

- неформальное осмысление задач, которые должна решать создаваемая ЭС;
- формирование требований к ЭС;
- определение ресурсов, необходимых для создания ЭС.

В результате идентификации функционально определяется что должна делать ЭС и что необходимо для ее создания.

Идентификация задачи заключается в составлении неформального (вербального, т.е. словесного) описания, в котором указываются:

- общие характеристики задачи;
- подзадачи, выделяемые внутри данной задачи;
- ключевые понятия (объекты), их входные и выходные данные;
- предположительный вид решения;
- знания, относящиеся к решаемой задаче.

В процессе идентификации задачи инженер по знаниям и эксперт работают в тесном контакте.

Начальное неформальное описание задачи, данное экспертом, затем используется инженером знаний для уточнения терминов и ключевых понятий.

Эксперт корректирует описание задачи, объясняет, как решать ее и какие рассуждения лежат в основе того или иного решения.

После нескольких циклов, уточняющих описание, эксперт и инженер по знаниям получают окончательное неформальное описание задачи.

При создании ЭС основными видами ресурсов являются:

- источники знаний (эксперты);
- инженеры знаний и программисты;
- инструментальные программные средства (экспертные оболочки);
- вычислительные средства;
- время разработки;
- объем финансирования.

#### 1.3.4.4. Этап-2: "Концептуализация"

На данном этапе проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

Этот этап завершается созданием модели предметной области, включающей основные концепты и отношения между ними. На этапе концептуализации определяются следующие особенности задачи:

- типы доступных данных;
- исходные и выводимые данные,
- подзадачи общей задачи;
- используемые стратегии и гипотезы;
- виды взаимосвязей между объектами ПО, типы используемых отношений (иерархия, причина – следствие, часть – целое и т.п.);
- процессы, используемые в ходе решения;
- состав знаний, используемых при решении задачи;
- типы ограничений, накладываемых на процессы, используемые в ходе решения;
- состав знаний, используемых для обоснования решений.

*Тема 13.3. Биологический нейрон и его формальная модель Маккалоки и Питтса.  
Возможность решения простых задач классификации непосредственно одним нейроном.  
(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.5.1. Биологический нейрон и формальная модель нейрона Маккалоки и Питтса

Биологический нейрон имеет вид, представленный на рисунке 73:

Рисунок 73. Структура биологического нейрона

В 1943 году Дж. Маккалоки и У. Питт предложили формальную модель биологического нейрона как устройства, имеющего несколько входов (входные синапсы – дендриты), и один выход (выходной синапс – аксон) (рисунок 74).

Рисунок 74. Классическая модель нейрона Дж. Маккалоки и У. Питта (1943) в обозначениях системной теории информации

Дендриты получают информацию от источников информации (рецепторов)  $L_i$ , в качестве которых могут выступать и нейроны. Набор входных сигналов  $\{L_i\}$  характеризует объект, его состояние или ситуацию, обрабатываемую нейроном.

Каждому  $i$ -му входу  $j$ -го нейрона ставится в соответствие некоторый весовой коэффициент  $I_{ij}$ , характеризующий степень влияния сигнала с этого входа на аргумент передаточной (активационной) функции, определяющей сигнал  $Y_j$  на выходе нейрона. В нейроне происходит взвешенное суммирование входных сигналов, и далее это значение используется как аргумент активационной (передаточной) функции нейрона. На рисунке 74 данная модель приведена в обозначениях, принятых в настоящей работе.

### 1.3.5.2. Возможность решения простых задач классификации непосредственно одним нейроном

Представим себе, что необходимо решать задачу определения пола студентов по их внешне наблюдаемым признакам.

Есть, конечно, и более надежные способы, но мы их рассматривать не будем, т.к. они требуют дополнительных затрат для получения исходной информации и превращают задачу в тривиальную.

Поэтому будем рассматривать такие описательные шкалы и градации:

1. Длина волос: длинные, средние, короткие.
2. Наличие брюк: да, нет.
3. Использование духов или одеколона: да, нет.

Составим таблицу для определения весовых коэффициентов (таблица 33). Пусть столбцы этой таблицы соответствуют состояниям нейрона, а строки – дендритам, соединенным с соответствующими органами восприятия, которые способны устанавливать наличие или отсутствие соответствующего признака.

Тогда один из простейших способов определить значения весовых коэффициентов на дендритах будет заключаться в том, чтобы на пересечениях строк и столбцов просто проставить суммарное количество студентов в обучающей выборке, обладающих данным признаком.

### Таблица 33 – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕЙРОНОВ НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ОСНОВЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Описательные шкалы и градации    Классификационные шкалы и градации

Юноши    Девушки

Длина волос:

- длинные    5    15
- средние    10    10
- короткие    15    5

Наличие брюк:

- да;    30    10

*Тема 13.4. Однослойная нейронная сеть и персептрон Розенблата. Линейная разделимость и персептронная представляемость. Многослойные нейронные сети.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.5.3. Однослойная нейронная сеть и персептрон Розенблатта

Исторически первой искусственной нейронной сетью, способной к перцепции (восприятию) и формированию реакции на воспринятый стимул, явился Perceptron Розенблатта (F.Rosenblatt, 1957). Термин " Perceptron" происходит от латинского perceptio, что означает восприятие, познание. Русским аналогом этого термина является "Персептрон". Его автором персептрон рассматривался не как конкретное техническое вычислительное устройство, а как модель работы мозга. Современные работы по искусственным нейронным сетям редко преследуют такую цель.

Простейший классический персептрон содержит элементы трех типов (рисунок 75), назначение которых в целом соответствует нейрону рефлекторной нейронной сети, рассмотренному выше.

#### Рисунок 75. Элементарный персептрон Розенблатта

S-элементы – это сенсоры или рецепторы, принимающие двоичные сигналы от внешнего мира. Каждому S-элементу соответствует определенная градация некоторой описательной шкалы.

Далее сигналы поступают в слой ассоциативных или А-элементов (показана часть связей от S к А-элементам). Только ассоциативные элементы, представляющие собой формальные нейроны, выполняют совместную аддитивную обработку информации, поступающей от ряда S-элементов с учетом изменяемых весов связей (рисунок 75). Каждому А-элементу соответствует определенная градация некоторой классификационной шкалы.

Р-элементы с фиксированными весами формируют сигнал реакции персептрона на входной стимул. Р-элементы обобщают информацию о реакциях нейронов на входной объект, например могут выдавать сигнал об идентификации данного объекта, как относящегося к некоторому классу только в том случае, если все нейроны, соответствующие этому классу выдадут результат именно о такой идентификации объекта. Это означает, что в Р-элементах может использоваться мультипликативная функция от выходных сигналов нейронов. Р-элементы также, как и А-элементы, соответствует определенным градациям классификационных шкал.

Розенблатт считал такую нейронную сеть трехслойной, однако по современной терминологии, представленная сеть является однослойной, так как имеет только один слой нейропроцессорных элементов.

Если бы Р-элементы были тождественными по функциям А-элементам, то нейронная сеть классического персептрона была бы двухслойной. Тогда бы А-элементы выступали для Р-элементов в роли S-элементов.

Однослойный персептрон характеризуется матрицей синаптических связей  $||W||$  от S- к А-элементам. Элемент матрицы отвечает связи, ведущей от i-го S-элемента (строки) к j-му А-элементу (столбцы). Эта матрица очень напоминает матрицы абсолютных частот и информативностей, формируемые в семантической информационной модели, основанной на системной теории информации.

С точки зрения современной нейроинформатики однослойный персептрон представляет в основном чисто исторический интерес, вместе с тем на его примере могут быть изучены основные понятия и простые алгоритмы обучения нейронных сетей.

Обучение классической нейронной сети состоит в подстройке весовых коэффициентов каждого нейрона.

Пусть имеется набор пар векторов  $\{x_i, y_i\}$ ,  $i = 1..p$ , называемый обучающей выборкой, состоящей из p объектов.

Вектор  $\{x_i\}$  характеризует систему признаков конкретного объекта  $i$  обучающей выборки зафиксированную S-элементами.

Вектор  $\{y_i\}$  характеризует картину возбуждения нейронов при предъявлении нейронной сети конкретного объекта  $i$  обучающей выборки:



*Тема 13.5. Проблемы и перспективы НС. Модель нелокального нейрона и нелокальные интерпретируемые НС прямого счета. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-Х++")*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.3.5.6. Проблемы и перспективы нейронных сетей

На наш взгляд к основным проблемам нейронных сетей можно отнести:

1. Сложность содержательной интерпретации смысла интенсивности входных сигналов и весовых коэффициентов ("проблема интерпретируемости весовых коэффициентов").
2. Сложность содержательной интерпретации и обоснования аддитивности аргумента и вида активационной (передаточной) функции нейрона ("проблема интерпретируемости передаточной функции").
3. "Комбинаторный взрыв", возникающий при определении структуры связей нейронов, подборе весовых коэффициентов и передаточных функций ("проблема размерности").
4. "Проблема линейной разделимости", возникающая потому, что возбуждение нейронов принимают лишь булевы значения 0 или 1.

Проблемы интерпретируемости приводят к снижению ценности полученных результатов работы сети, а проблема размерности – к очень жестким ограничениям на количество выходных нейронов в сети, на количество рецепторов и на сложность структуры взаимосвязей нейронов с сети. Достаточно сказать, что количество выходных нейронов в реальных нейронных сетях, реализуемых на базе известных программных пакетов, обычно не превышает несколько сотен, а чаще всего составляет единицы и десятки.

Проблема линейной разделимости приводит к необходимости применения многослойных нейронных сетей для реализации тех приложений, которые вполне могли бы поддерживаться сетями с значительно меньшим количеством слоев (вплоть до однослойных), если бы значения возбуждения нейронов были не дискретными булевыми значениями, а континуальными значениями, нормированными в определенном диапазоне.

Перечисленные проблемы предлагается решить путем использования модели нелокального нейрона, обеспечивающего построение нейронных сетей прямого счета.

### 1.3.5.7. Модель нелокального нейрона и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета

#### 1.3.5.7.1. Метафора нейросетевого представления семантической информационной модели

В данной работе предлагается представление, согласно которому каждый нейрон отражает определенное будущее состояние активного объекта управления, а нейронная сеть в целом – систему будущих состояний, как желательных (целевых), так и нежелательных. Весовые коэффициенты на дендритах нейронов имеют смысл силы и направления влияния факторов на переход активного объекта управления в то или иное будущее состояние. Таким образом, предложенная в данной работе семантическая информационная модель в принципе допускает представление в терминах и понятиях нейронных сетей. Однако при более детальном рассмотрении выясняется, что семантическая информационная модель является более общей, чем нейросетевая и для полного их соответствия необходимо внести в нейросетевую модель ряд дополнений.

#### 1.3.5.7.2. Соответствие основных терминов и понятий

Предлагается следующая система соответствий, позволяющая рассматривать термины и понятия из теории нейронных сетей и предложенной семантической информационной модели практически как синонимы. Нейрон – вектор обобщенного образа класса в матрице информативностей. Входные сигналы – факторы (признаки). Весовой коэффициент – системная мера целесообразности информации. Обучение сети – адаптация модели, т.е. перерасчет значений весовых коэффициентов дендритов для каждого нейрона (матрицы информативностей) и изменение вида активационной функции. Самоорганизация сети – синтез модели, т.е. изменение количества нейронов и дендритов, изменение количества нейронных слоев и структуры связей между факторами и классами, а затем адаптация (перерасчет матрицы информативностей). Таким образом, адаптация – это обучение сети на уровне изменения информационных весовых коэффициентов и активационной функции, а синтез – на уровне изменения размерности и структуры связей нейронов сети. 1-й (входной) слой нейронной сети – формирование обобщенных образов классов. Сети Хопфилда и Хэмминга – обучение с учителем, сопоставление описательной и классификационной информации, идентификация и прогнозирование. 2-й слой, сети Хебба и Кохонена –

**Раздел 14. Генетические алгоритмы и моделирование биологической эволюции.**  
(Лабораторные занятия - 1,5ч.; Лекционные занятия - 1,5ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

**Тема 14.1. Основные понятия, принципы и предпосылки генетических алгоритмов.**  
(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

#### 1.1.6.1. Основные понятия, принципы и предпосылки генетических алгоритмов

Генетические Алгоритмы (ГА) – это адаптивные методы функциональной оптимизации, основанные на компьютерном имитационном моделировании биологической эволюции. Основные принципы ГА были сформулированы Голландом (Holland, 1975), и хорошо описаны во многих работах и на ряде сайтов в Internet.

В настоящее время существует ряд теорий биологической эволюции (Ж.-Б.Ламарка, П.Тейяра де Шардена, К.Э.Бэра, Л.С.Берга, А.А.Любищева, С.В.Мейена и др.), однако, ни одна из них не считается общепризнанной. Наиболее известной и популярной, конечно, является теория Чарльза Дарвина, которую он представил в работе "Происхождение Видов" в 1859 году.

Эта теория, как и другие, содержит довольно много нерешенных проблем, глубокое рассмотрение которых далеко выходит за рамки данной работы. Здесь мы можем отметить лишь некоторые наиболее известные из них. Как это ни парадоксально, но несмотря на то, что сам Чарльз Дарвин назвал свою работу "Происхождение Видов" но как раз именно происхождения видов она и не объясняет. Дело в том, что возникновение нового вида "по алгоритму Дарвина" является крайне маловероятным событием, т.к. для этого требуется случайное возникновение в одной точке пространства и времени сразу не менее 100 особей нового вида, т.е. особей, которые могли бы иметь плодовитое потомство. При меньшем количестве особей вид обречен на вымирание. Поэтому процесс видообразования на основе случайных мутаций должен был бы занять несуразно много времени (по некоторым оценкам даже в намного раз больше, чем время существования Вселенной). Кроме того, "алгоритм Дарвина" не объясняет явной системности в многообразии возникающих форм, типа закона гомологичных рядов Н.И. Вавилова. Поэтому Л.С. Берг предложил очень интересную концепцию номогенеза – закономерной или направленной эволюции живого. В этой концепции предполагается, что филогенез имеет определенное направление и смена форма является не случайной, а задается некоторым вектором, природа которого не ясна. Идеи номогенеза глубоко разработал и развил А.А. Любищев, высказавший гипотезу о математических закономерностях, которые определяют многообразие живых форм. Кроме того, Дарвин не смог показать механизм наследования, при котором поддерживается и закрепляется изменчивость. Это было на пятьдесят лет до того, как генетическая теория наследственности начала распространяться по миру, и за тридцать лет до того, как "эволюционный синтез" укрепил связь между теорией эволюции и молодой генетикой.

Тем ни менее и не смотря на свои недостатки, именно теория Дарвина традиционно и моделируется в ГА, хотя, конечно, это не исключает возможности моделирования и других теорий эволюции в ГА. Более того, возможно именно такое компьютерное моделирование и сравнение его результатов с картиной реальной эволюции жизни на Земле может быть и сыграет положительную роль в дальнейшей разработке наиболее адекватной теории биологической эволюции.

Теория Дарвина применима не к отдельным особям, а к популяциям – большому количеству особей одного вида, т.е. способных давать плодовитое потомство, находящейся в определенной статичной или динамичной внешней среде.

В основе модели эволюции Дарвина лежат случайные изменения отдельных материальных элементов живого организма при переходе от поколения к поколению. Целесообразные изменения, которые облегчают выживание и производство потомков в данной конкретной внешней среде, сохраняются и передаются потомству, т.е. наследуются. Особи, не имеющие соответствующих приспособлений, погибают, не оставив потомства или оставив его меньше, чем приспособленные (считается, что количество потомства пропорционально степени приспособленности). Поэтому в результате естественного отбора возникает популяция из наиболее приспособленных особей, которая может стать основой нового вида.

Естественный отбор происходит в условиях конкуренции особей популяции, а иногда и различных видов, друг с другом за различные ресурсы, такие, например, как пища или вода. Кроме того, члены популяции одного вида часто конкурируют за привлечение брачного партнера. Те особи, которые наиболее приспособлены к окружающим условиям, будут иметь относительно больше шансов воспроизвести потомков. Слабо приспособленные особи либо совсем не произведут потомства, либо их потомство будет очень немногочисленным. Это означает, что гены от высоко адаптированных или приспособленных особей будут распространяться в увеличивающемся количестве потомков на каждом последующем

*Тема 14.2. Работа простого генетического алгоритма. Достоинства и недостатки генетических алгоритмов.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

### 1.1.6.2. Пример работы простого генетического алгоритма

На рисунке 85 приведен пример простого генетического алгоритма.

#### Рисунок 85. Простой генетический алгоритм

Работа ГА представляет собой итерационный процесс, который продолжается до тех пор, пока поколения не перестанут существенно отличаться друг от друга, или не пройдет заданное количество поколений или заданное время. Для каждого поколения реализуются отбор, кроссовер (скрещивание) и мутация. Рассмотрим этот алгоритм.

Шаг 1: генерируется начальная популяция, состоящая из  $N$  особей со случайными наборами признаков.

Шаг 2 (борьба за существование): вычисляется абсолютная приспособленность каждой особи популяции к условиям среды  $f(i)$  и суммарная приспособленность особей популяции, характеризующая приспособленность всей популяции. Затем при пропорциональном отборе для каждой особи вычисляется ее относительный вклад в суммарную приспособленность популяции  $P_s(i)$ , т.е. отношение ее абсолютной приспособленности  $f(i)$  к суммарной приспособленности всех особей популяции (3):

( 3 )

В выражении (3) сразу обращает на себя внимание возможность сравнения абсолютной приспособленности  $i$ -й особи  $f(i)$  не с суммарной приспособленностью всех особей популяции, а со средней абсолютной приспособленностью особи популяции (4):

( 4 )

Тогда получим (5):

( 5 )

Если взять логарифм по основанию 2 от выражения (5), то получим количество информации, содержащееся в признаках особи о том, что она выживет и даст потомство (6).

( 6 )

Необходимо отметить, что эта формула совпадает с формулой для семантического количества информации Харкевича, если целью считать индивидуальное выживание и продолжение рода. Это значит, что даже чисто формально приспособленность особи представляет собой количество информации, содержащееся в ее фенотипе о продолжении ее генотипа в последующих поколениях.

Поскольку количество потомства особи пропорционально ее приспособленности, то естественно считать, что если это количество информации:

- положительно, то данная особь выживает и дает потомство, численность которого пропорциональна этому количеству информации;
- равно нулю, то особь доживает до половозрелого возраста, но потомства не дает (его численность равна нулю);
- меньше нуля, то особь погибает до достижения половозрелого возраста.

Таким образом, можно сделать фундаментальный вывод, имеющий даже мировоззренческое звучание, о том, что естественный отбор представляет собой процесс генерации и накопления информации о выживании и продолжении рода в ряде поколений популяции, как системы.

Это накопление информации происходит на различных уровнях иерархии популяции, как системы, включающей:

- элементы системы: отдельные особи;
- взаимосвязи между элементами: отношения между особями в популяции, обеспечивающие передачу последующим поколениям максимального количества информации об их выживании и продолжении рода (путем скрещивания наиболее приспособленных особей и наследования рациональных приобретений);
- цель системы: сохранение и развитие популяции, реализуется через цели особей: индивидуальное выживание и продолжение рода.

Фенотип соответствует генотипу и представляет собой его внешнее проявление в признаках особи. Особь взаимодействует с окружающей средой и другими особями в соответствии со своим фенотипом. В случае, если это взаимодействие удачно, то особь передает генетическую

*Тема 14.3. Примеры применения генетических алгоритмов. (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-Х++")*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.1.6.4. Примеры применения генетических алгоритмов

Данный раздел основан на статье Алексея Андреева "Электродарвин" (<http://www.fuga.ru/articles/2004/03/genetic-pro.htm>), к которой мы и отсылаем за очень интересными подробностями.

В 1994 году Эндрю Кин из университета Саутгемптона использовал генетический алгоритм в дизайне космических кораблей. За основу была взята модель опоры космической станции, спроектированной в NASA из которой после смены 15 поколений, включавших 4.500 вариантов дизайна, получилась модель, превосходящая по тестам тот вариант, что разработали люди.

Аналогичный генетический алгоритм был использован NASA при разработке антенны для спутника.

Джон Коца из Стэнфорда разработал технологию генетического программирования, в которой результатом эволюции становятся не отдельные числовые параметры "особей", а целые имитационные программы, которые являются виртуальными аналогами реальных устройств. Эта технология позволила компании Genetic Programming повторить 15 человеческих изобретений, 6 из которых были запатентованы после 2000 года, то есть представляют собой самые передовые достижения, а один из контроллеров, "выведенных" в GP, даже превосходит аналогичную человеческую разработку.

Сейчас плоды электронной эволюции можно найти в самых разных сферах: от двигателя самолета Boeing 777 до новых антибиотиков.

Генетические алгоритмы представляют собой компьютерное моделирование эволюции. Материальное воплощение сконструированных таким образом систем до сих пор была невозможна без участия человека. Однако интенсивно ведутся работы, результатом которых является уменьшение зависимости машинной эволюции от человека. Эти работы ведутся по двум основным направлениям:

1. Естественный отбор, моделируемый ГА, переносится из виртуального мира в реальный, например, проводятся эксперименты по реальным битвам роботов на выживание.
2. Интеллектуальные системы, основанные на ГА, конструируют роботов, которые в принципе могут быть изготовлены на автоматизированных заводах без участия человека.

Пример воплощения ГА в реальной битве роботов на выживание: в 2002 году в британском центре Magna открылся павильон Live Robots, где боролись за выживание 12 роботов двух видов: "гелиофаги", способные добывать электроэнергию с использованием солнечных батарей; "хищники", которые могли получать электроэнергию только от гелиофагов. Выжившие роботы загружали свои "гены" в погибших и, таким образом, образовывали новые поколения. Те хищники, которые забирали всю энергию у гелиофагов, теряли источник питания и погибали, не передавая свою тактику потомкам, поступавшие же "более разумно" продолжили свой род. В результате возникла равновесная сбалансированная искусственная экосистема с двумя популяциями.

Пример конструирования роботов роботами: в Brandeis University была создана программа Golem, которая сама конструировала роботов. В программу была база деталей, а также механизм мутаций и функция пригодности для "отсеивания" неудачников – тех, кто не научился двигаться. После 600 поколений за несколько дней программа получила модели трех ползающих роботов. Показательно, что роботы оказались симметричными, хотя симметрия никак не была явно прописана в правилах эволюции и исходных данных. Это означает, что она появилась в ходе моделирования машинной эволюции как полезная черта, позволяющая двигаться прямолинейно.

Контрольные вопросы

1. Основные понятия, принципы и предпосылки генетических алгоритмов.
2. Пример работы простого генетического алгоритма.
3. Достоинства и недостатки генетических алгоритмов.
4. Примеры применения генетических алгоритмов.

Рекомендуемая литература

1. Исаев С. Популяро о генетических алгоритмах. <http://home.od.ua/~relayer/algo/neuro/ga-pop/>
2. Алексей Андреев. Электродарвин. <http://www.fuga.ru/articles/2004/03/genetic-pro.htm>
3. Сотник С.Л. Конспект лекций по курсу "Основы проектирования систем искусственного интеллекта": (1997-1998), <http://neuroschoo1.narod.ru/books/sotnik.html>.



## **Раздел 15. Когнитивное моделирование. Выявление знаний из опыта (эмпирических фактов) и интеллектуальный анализ данных (data mining)**

**(Лабораторные занятия - 1ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)**

*Тема 15.1. Когнитивное моделирование и когнитивная карта, их связь с когнитивной психологией и гносеологией.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

1.3.7.1. Определение основных понятий: "Когнитивное моделирование" и "Классическая когнитивная карта", их связь с когнитивной психологией и гносеологией

Термин: "Когнитивный" происходит от "cognition" – "познание" (англ.) и используется для обозначения нового перспективного направления психологии (когнитивная психология), а также направления развития систем искусственного интеллекта (когнитивное моделирование и системно-когнитивный анализ), в которых ставится и решается задача автоматизации некоторых функций, реализуемых человеком, в процессе познания.

Исторически процессы познания первоначально изучались философами. В философии теория познания (сознания) называется гносеологией, от греч. gnosis, – знание, учение, познание, в отличие от онтологии – учения о бытие.

Однако, философский анализ процессов познания не касается исследования естественно-научными методами конкретных форм сознания и характерных для них методов познания, а также конкретных способов их достижения и реализации.

Когнитивная психология – это область психологии, непосредственно теоретически и экспериментально изучающая процессы познания у конкретных людей, различного пола, возраста, социального статуса и т.д.

Когнитивное моделирование – это способ анализа, обеспечивающий определение силы и направления влияния факторов на перевод объекта управления в целевое состояние с учетом сходства и различия в влиянии различных факторов на объект управления.

Классическая когнитивная карта – это ориентированный граф, в котором привилегированной вершиной является некоторое будущее (как правило, целевое) состояние объекта управления, остальные вершины соответствуют факторам, дуги, соединяющие факторы с вершиной состояния имеют толщину и знак, соответствующий силе и направлению влияния данного фактора на переход объекта управления в данное состояние, а дуги, соединяющие факторы показывают сходство и различие в влиянии этих факторов на объект управления.

Ведущей научной организацией России, занимающейся разработкой и применением технологии когнитивного анализа, является Институт проблем управления РАН, подразделение: Сектор-51, ученые Максимов В.И., Корноушенко Е.К., Качаев С.В., Григорян А.К. и другие. На их научных трудах в области когнитивного анализа и основывается данная лекция.

В основе технологии когнитивного анализа и моделирования (рисунок 86) лежит когнитивная (познавательно-целевая) структуризация знаний об объекте и внешней для него среды.

### **Рисунок 86. Технология когнитивного анализа и моделирования**

Когнитивная структуризация предметной области – это выявление будущих целевых и нежелательных состояний объекта управления и наиболее существенных (базисных) факторов управления и внешней среды, влияющих на переход объекта в эти состояния, а также установление на качественном уровне причинно-следственных связей между ними, с учетом взаимовлияния факторов друг на друга.

Результаты когнитивной структуризации отображаются с помощью когнитивной карты (модели).

*Тема 15.2. Когнитивная структуризация знаний об исследуемом объекте и внешней для него среды на основе PEST-анализа и SWOT -анализа. Разработка программы реализации стратегии развития объекта на основе динамического имитационного моделирования (пакета Ithink). (Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++")*  
*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

1.3.7.2. Когнитивная (познавательльно-целевая) структуризация знаний об исследуемом объекте и внешней для него среды на основе PEST-анализа и SWOT-анализа

Отбор базисных факторов проводится путем применения PEST-анализа, выделяющего четыре основные группы факторов (аспекта), определяющих поведение исследуемого объекта (рисунок 87):

- Policy – политика;
- Economy – экономика;
- Society – общество (социокультурный аспект);
- Technology – технология.

Рисунок 87. Факторы PEST-анализа

Для каждого конкретного сложного объекта существует свой особый набор наиболее существенных факторов, определяющих его поведение и развитие.

PEST-анализ можно рассматривать как вариант системного анализа, т.к. факторы, относящиеся к перечисленным четырем аспектам, в общем случае тесно взаимосвязаны и характеризуют различные иерархические уровни общества, как системы.

В этой системе есть детерминирующие связи, направленные с нижних уровней иерархии системы к верхним (наука и технология влияет на экономику, экономика влияет на политику), а также обратные и межуровневые связи. Изменение любого из факторов через эту систему связей может влиять на все остальные.

Эти изменения могут представлять угрозу развитию объекта, или, наоборот, предоставлять новые возможности для его успешного развития.

Следующий шаг – ситуационный анализ проблем, SWOT-анализ (рисунок 88):

- Strengths – сильные стороны;
- Weaknesses – недостатки, слабые стороны;
- Opportunities – возможности;
- Threats – угрозы.

Рисунок 88. Факторы SWOT-анализа

Он включает анализ сильных и слабых сторон развития исследуемого объекта в их взаимодействии с угрозами и возможностями и позволяет определить актуальные проблемные области, узкие места, шансы и опасности, с учетом факторов внешней среды.

Возможности определяются как обстоятельства, способствующее благоприятному развитию объекта.

Угрозы – это ситуации, в которых может быть нанесен ущерб объекту, например может быть нарушено его функционирование или он может лишиться имеющихся преимуществ.

На основании анализа различных возможных сочетаний сильных и слабых сторон с угрозами и возможностями формируется проблемное поле исследуемого объекта.

Проблемное поле – это совокупность проблем, существующих в моделируемом объекте и окружающей среде, в их взаимосвязи друг с другом.

Наличие такой информации – основа для определения целей (направлений) развития и путей их достижения, выработки стратегии развития.

Когнитивное моделирование на основе проведенного ситуационного анализа позволяет подготовить альтернативные варианты решений по снижению степени риска в выделенных проблемных зонах, прогнозировать возможные события, которые могут тяжелее всего отразиться на положении моделируемого объекта.

Этапы когнитивной технологии и их результаты, представленные на рисунке 86, конкретизированы в таблице 38:

Таблица 38 – ЭТАПЫ КОГНИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

**Раздел 16. Области применения ИИС и перспективы их развития (в т.ч. и Internet)**  
**(Лабораторные занятия - 3ч.; Лекционные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)**

*Тема 16.1. Обзор опыта применения АСК - анализа в исследовании и управлении и социально-экономическими системами. Поддержка принятия решений при выборе Агро технологий, культур и пунктов выращивания с/х продукции.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.4.1.1. Обзор опыта применения АСК-анализа для управления и исследования социально-экономических систем

Впервые предложенная модель была практически применена автором в 1981 году для разработки оптимальной методики тестирования и диагностики специальных способностей. Имеются акты об успешном проведении исследований с помощью данной системы в области социологии, политологии и прикладной психологии по заказам НИИ культуры Российской Федерации и Краснодарского государственного института культуры (ноябрь 1987г.), Академии общественных наук под руководством доцента Б.И.Бессалаева (март 1987г.), Института социологических исследований АН СССР под руководством доктора социологии профессора А.А.Хагурова (май 1987г. и сентябрь 1987г.). В 1994 году система "Эйдос" была представлена в ВЦ РАН в присутствии иностранных специалистов (в основном из Японии) и получила положительную оценку председателя комитета по искусственному интеллекту Российской Академии наук академика Д.А.Поспелова (рекомендована для применения в социологических и психологических исследованиях), имеются положительные отзывы о Системе от Северо-Кавказской поисково-спасательной службы МЧС России (начальник В.М.Нархов) и Министерства Труда Российской Федерации (зам.нач. Управления, профессор Е.В.Белкин), прошла экспериментальную эксплуатацию в отделе информационного взаимодействия Аналитического центра при Президенте РФ (начальник отдела доктор технических наук, академик МАИ профессор А.Н.Райков), а также приобретена Аналитическим центром администрации Ярославской области (руководитель А.В.Бушуев), Информационно - аналитическим центром администрации Краснодарского края (директор С.Б.Лисицын), АО "Новороссийское морское пароходство" (вице-президент, капитан 1-го ранга, к.т.н. доцент В.А.Бобыр), Краснодарским юридическим институтом МВД России (начальник генерал-майор, доктор философских наук, профессор Ю.А.Агафонов). Работы в МЧС и АО "Новошип" проводились совместно с Научно-производственной фирмой "ЭВРИТОП" (директор Б.В.Гауфман) под научным руководством кандидата технических наук, доктора биологических профессора О.А.Засухиной. Под ее же руководством Кубанским Агроуниверситетом совместно с НПП "Эйдос", на основе эмпирических исходных данных, представленных профессором Н.Г.Малюгой, была разработана методика прогнозирования урожайности и качества сельскохозяйственных культур в зависимости от вида почв, культуры-предшественника, применяемой агротехнологии (нормы высева, удобрения, вспашка и т.п.). Данная методика позволяет "просматривать" различные варианты технологии, прогнозировать последствия их применения, и, на этой основе, вырабатывать научно обоснованные рекомендации по выбору возделываемой культуры и оптимальной для поставленных целей агротехнологии. Это исследование показательно как само по себе, так и в качестве примера применения Системы для выявления взаимосвязей между различными технологиями и хозяйственными результатами. Материалы этих и других работ были представлены на международной конференции "Партнерство во имя прогресса", проходившей в конце мая 1994 года в г.Анапе. Совместно с канд.мед.наук. Г.А.Авакимяном на базе системы "Эйдос" была разработана методика диагностики избыточности и недостаточности меридианов, основанная на внешней симптоматике и анамнезе. Для строительной фирмы "ЭКСТЕРН" (директор В.Г.Очередько) была разработана методика прогнозирования профессиональной пригодности сотрудников для работы по должностям, имеющимся в фирме. Кроме того прогнозируется возможность криминогенных проявлений. Данная методика является автоматизированным рабочим местом (АРМом) менеджера по персоналу и эксплуатировалась несколько лет в адаптивном режиме, обеспечивающем постоянное повышение качества прогнозирования на основе роста представительности обучающей выборки.

Таким образом, опыт применения АСК-анализа подтверждает эффективность его использования в следующих предметных областях: прогнозирование результатов применения агротехнологий и управление выращиванием сельскохозяйственных культур (Кубанский государственный аграрный университет); идентификация и анализ макроэкономических состояний городов и районов Краснодарского края и края в целом на основе оценки значимости индикаторов макроэкономики и применения методов статистической теории информации и искусственного интеллекта (Департамент экономики и прогнозирования администрации Краснодарского края); прогнозирование уровня безработицы (Аналитический

*Тема 16.2. Прогнозирование динамики сегмента рынка.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.4.1.3. Прогнозирование динамики сегмента рынка

Применение математического метода и инструментария АСК-анализа для прогнозирования динамики рынка продукции АПК рассмотрим на примере одного из сегментов фондового рынка Российской Федерации (рынок доллара США). Разработанные при этом технологии и подходы применимы и для других сегментов рынка при прогнозировании спроса и цен на различные виды продукции.

##### 1.4.1.3.1. Предыстория исследования

В 1993-1994 годах, автором совместно с Б.Х.Шульман (США) были проведены исследования Российского фондового рынка [101]. При этом были применены предложенные технологии и специальный программный инструментарий АСК-анализа – базовая система "Эйдос" [144] и специально созданная система окружения "Эйдос-фонд" [146]. Было создано несколько вариантов приложений для различных сегментов фондового рынка и с различной детализацией прогнозов: на каждый день на 30 дней вперед, и на каждый час рабочего дня. В дальнейшем данная разработка была усовершенствована (усилены графические возможности анализа данных), разработаны режимы исследования созданной модели и др.

##### 1.4.1.3.2. Когнитивная структуризация и формализация предметной области

Одним из основных требований системного анализа является требование полноты и всесторонности рассмотрения, а также необходимость исключения из рассмотрения несущественной информации. При когнитивной структуризации предметной области были выявлены 300 ситуаций на фондовом рынке, которые описывались 1500 показателями. В соответствии с разработанной методикой причинно-следственные взаимосвязи между ситуациями на фондовом рынке выявлялись на основании анализа биржевых баз данных, содержащих сведения примерно за 1993-1994 годы. Позже эти базы были дополнены и в настоящее время содержат данные за 1393 дня с 1992 по 1998 годы. Таким образом, размерность семантической информационной модели составила: 300 прогнозируемых ситуаций на фондовом рынке, 1500 градаций факторов, 1393 прецедента за 1992 по 1998 годы, 1765907 фактов. В соответствии с разработанной методикой, путем анализа биржевых баз данных, содержащих сведения за 1393 дня с 1992 по 1998 годы, выявлялись причинно-следственные взаимосвязи между ситуациями на фондовом рынке. При этом были применены математические модели и технологии, а также специальный программный инструментарий СК-анализа: когнитивная аналитическая система "Эйдос" [141]. Реализованные в данной системе когнитивные технологии основаны на системной автоматизации 10 базовых когнитивных операций с применением системной меры семантической целесообразности информации, предложенной в работе [64].

##### 1.4.1.3.3. Исходные данные для прогноза: биржевые базы данных

Система "Эйдос-фонд" относится к окружению системы Универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос" и представляет собой по сути дела программный интерфейс между биржевыми базами данных и базовой системой "Эйдос". Кроме того система "Эйдос-фонд" выполняет функции по визуализации результатов анализа. Система "Эйдос-фонд" обеспечивает прогнозирование динамики курсов валют и ценных бумаг на 1-й, 2-й, 3-й, ..., 30-й день от текущего дня с достоверностью около 85%. Преобразование данных из стандартов биржевых баз данных в стандарт Системы "Эйдос" осуществляется автоматически с помощью специально для этого созданного автором программного интерфейса. При этом также осуществляется преобразование первичных параметров, т.е. чисел из временных рядов, характеризующих предметную область, во вторичные параметры – характеризующие наступление тех или иных экономических ситуаций (событий). Система "Эйдос" выявляет взаимосвязи между прошлыми и будущими событиями, и, на этой основе, позволяет осуществлять прогнозирование ситуаций. Технические решения, реализованные в данном программном интерфейсе, являются типовыми и могут быть использованы в других приложениях, где необходимо преобразование временных рядов, характеризующих динамику предметной области, в события, анализируемые системой "Эйдос". При использовании данного приложения были "вновь открыты" многие "сильнодействующие" закономерности валютного и фондового рынка, давно известные специалистам и вписывающиеся в так называемые "фундаментальные" (т.е. содержательные аналитические модели) и "технические" (т.е. феноменологические аналитические) модели. В то же время необходимо подчеркнуть,

*Тема 16.3. Анализ динамики макроэкономических состояний городов и районов на уровне субъектов РФ.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*



1.4.1.4. Анализ динамики макроэкономических состояний городов и районов на уровне субъекта Федерации в ходе экономической реформы (на примере Краснодарского края) и прогнозирование уровня безработицы (на примере Ярославской области)

В 1993 году в Департаменте экономики и прогнозирования администрации Краснодарского края по заказу заместителя Главы администрации Краснодарского края доктора экономических наук профессора Р.А.Попова с применением технологии АСК-анализа был проведен анализ макроэкономических состояний городов и районов Краснодарского края и всего края в целом в ходе экономической реформы на основе оценки значимости индикаторов макроэкономики и применения методов статистической теории информации и искусственного интеллекта. Данная работа проведена по закрытой теме и получила положительную оценку, что подтверждается актом внедрения (приложение 6).

В 1994 году в Аналитическом центре администрации Ярославской области было разработано приложение (ДСП), обеспечивающее: программный интерфейс между базами данных Аналитического центра, созданных в среде MS Works; анализ данных мониторинга, содержащих ежемесячную информацию по ряду социально-экономических показателей за 5 лет (5-летний лонгитюд) представленных Аналитическим центром, с целью выявления причинно-следственных зависимостей между ними и последующим уровнем безработицы; прогнозирование уровня безработицы на основе новых данных по социально-экономическим показателям и знания ранее выявленных причинно-следственных зависимостей. Разработанное приложение показало высокую достоверность и эффективность на ретроспективных данных и получило положительную оценку. Имеется акт внедрения (приложение 6).

Резюме

1. Продемонстрирована эффективность АСК-анализа для прогнозирования развития одного из сегментов фондового рынка РФ проведено в 1993-1998 (5-летний лонгитюд). При этом применены оригинальные авторские технологии и специальный программный инструментарий СК-анализа (система "Эйдос"), а также созданный программный интерфейс с биржевыми базами данных (система "Эйдос-фонд"). Размерность модели составила: 300 прогнозируемых ситуаций на фондовом рынке, 1500 градаций факторов, 1393 прецедента за 1992 по 1998 годы, 1765907 фактов. Обнаружено, что ошибка прогнозирования курса Российского рубля по отношению к доллару США является периодической величиной и сильно коррелирует с разбросом точечных прогнозов: чем больше разброс точечных прогнозов, тем больше ошибка средневзвешенного прогноза. Таким образом, было показано, что АСК-анализ позволяет прогнозировать как развитие активного объекта, так и его переход в бифуркационное состояние. Средневзвешенная достоверность прогнозирования составила около 87%.

2. Продемонстрирована эффективность АСК-анализа для прогнозирования результатов и управления выращиванием сельскохозяйственных культур. Исследование проведено в 1993-1996 годах на базе Кубанского государственного аграрного университета. С помощью системы "Эйдос" была сформирована семантическая информационная модель, обеспечивающая прогнозирование результатов выращивания сельскохозяйственных культур и выработку научно-обоснованных рекомендаций по управлению урожайностью и качеством сельскохозяйственной продукции. Созданная модель включала: объект управления (сельскохозяйственную культуру); классы (будущие состояния объекта управления, т.е. количественные и качественные результаты выращивания); факторы управляющей системы (агротехнологии, т.е. нормы высева, виды и нормы внесения удобрений, методы вспашки, ротация севооборота и т.п.); факторы окружающей среды (вид почв, культуры-предшественники по предшествующим годам и др.). Размерность модели составила: 35 прогнозируемых результатов выращивания, 188 градаций факторов, 217 прецедентов в обучающей выборке, 18594 факта. Для каждого технологического фактора получена количественная информация о его влиянии на осуществление всех желаемых и не желаемых хозяйственных ситуаций. Кластерно-конструктивный анализ факторов показал, что некоторые различные по своей природе факторы имеют сходное влияние на хозяйственные результаты. Эти факторы предложено использовать для замены друг друга в случае необходимости.

*Тема 16.4. Ограничения АСК-анализа и обоснованное расширение области его применения на основе научной индукции.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.4.2.1. Ограничения АСК-анализа и обоснованное расширение области его применения на основе научной индукции

Необходимо отметить, что ряд материалов данного раздела носят в определенной степени проблемно–дискуссионный характер.

Предложенные и развитые в данной работе математическая модель, методология и конкретная технология синтеза РАСУ АО основаны на фундаментальных положениях теории информации, распознавания образов и принятия решений, имеющих весьма общий характер. Они разрабатывались в общем виде без привязки к специфике какого–либо конкретного объекта управления. По этим причинам методы, развитые в данной работе и детализированные в главе 6 данной работы, обладают высокой универсальностью и применимы для синтеза РАСУ АО в самых различных предметных областях, в частности таких как:

- техника (управление сложными техническими системами); технология (управление технологиями в целях получения заданных хозяйственных и финансовых результатов);
- психология (разработка и применение профессиограмм, идентификация, мониторинг, прогнозирование и управление психологическими состояниями);
- обучение (прогнозирование успешности профессиональной деятельности, управление индивидуальным обучением, исследования влияния учебной активности на качество обучения и т.д.);
- другие применения (социология, политология, реклама, маркетинг, правоохранительная сфера и др.).

Рассмотрим перспективы применения методики и технологии АСК-анализа в некоторых из этих предметных областей более подробно. Многие из рассмотренных ниже применений технологии АСК-анализа описаны в работах автора с соавторами: [29, 30, 34, 62, 64 – 111, 139 – 146, 169, 172 – 185, 201 – 206, 212, 214, 224 – 226].

Предложенная технология АСК-анализа продемонстрировала эффективность в различных предметных областях: это и синтез систем управления сложными техническими системами, и решение задач управления качеством подготовки специалистов; и прогнозирование ситуаций на фондовом рынке; и прогнозирование результатов выращивания сельскохозяйственных культур; и выбор оптимальных агротехнологий.

На первый взгляд эти области имеют мало общего между собой, между тем с математической точки зрения и с точки зрения технологии интеллектуальной обработки информации во всех этих областях решались одни и те же задачи. В этой связи возникает закономерный вопрос о существовании ограничений предложенной технологии и возможном корректном расширении области ее применения на другие предметные области.

Очевидно, ограничения АСК-анализа должны существовать, а значит они должны быть изучены, чтобы, с одной стороны, пользователь обоснованно пользовался этой технологией в областях ее оптимального, уверенного и рискованного применения, а с другой стороны, не возлагал необоснованных надежд на ее применение в тех предметных областях и для решения тех задач, для которых она не предназначена.

При решении вопроса о расширении области применения АСК-анализа целесообразно основываться на методе научной индукции.

В данном контексте этот метод научной индукции состоит в следующем:

1. Применить АСК-анализ для синтеза рефлексивной АСУ активными объектами на одном примере, в нашем случае – на примере управления выращиванием сельхозкультур.
2. Выявить факторы, которые являются причинами успешности, т.е. обусловили успех применения АСК-анализа в данном случае.
3. Выдвинуть гипотезу, что и в других случаях, когда сформулированные факторы (причины) успешности применения АСК-анализа действуют, т.е. имеют место, применение этой технологии будет успешным, и наоборот, при отсутствии хотя бы одного из этих факторов – на успех надеяться нет оснований.
4. Применить АСК-анализ в других предметных областях, обеспечив в обязательном порядке действие факторов успешности.
5. Проверить, успешным ли оказалось применение АСК-анализа в этих других случаях.
6. Если да, т.е. успешным, то считается, что такой результат получен за счет действия факторов успешности, и что на этом основании можно обоснованно утверждать, что и в

*Тема 16.5. Перспективы применения и развития АСК-анализа в управлении.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.4.2.2. Перспективы применения АСК-анализа в управлении

##### 1.4.2.2.1. Оценка рисков страхования и кредитования предприятий

Актуальность.

Основные цели организации мониторинга предприятий – прогнозирование целесообразности инвестирования в данное предприятие, оценка рисков его кредитования и страхования, выявление предприятий, попадающих в различные "зоны риска". Известны зарубежные методики оценки рисков страхования и кредитования предприятий (РСК). Однако эти методики основаны на предположении о существовании определенных экономических реалий (макро– и микро–экономических законов и закономерностей), которые в экономике переходного периода, каковой является экономика России, действуют слабо или вообще не имеют места. Поэтому зарубежные методики в наших условиях не эффективны.

Возможность адаптации зарубежных методик к нашим условиям также выглядит проблематичной, так как даже если ее и осуществить, то все равно из-за высокой динамичности нашей экономики и ее законодательно–правового аспекта эти адаптированные методики достаточно быстро потеряют свою адекватность. Возникает также вопрос о том, насколько для Южно–Российского региона, имеющего свою ярко выраженную специфику, годятся методики, адаптированные для Москвы или С.Петербурга и насколько они лучше, чем, например, Кембриджские или Стэндфордские.

Как правило, технология адаптации является весьма сложной, наукоемкой и интеллектуальной, и стоит на несколько порядков дороже самих методик или вообще не поставляется ее разработчиком.

Следовательно, весьма актуальной является разработка отечественных методик и технологий, обеспечивающих как оценку РСК, так и позволяющих разработать рекомендации по управлению предприятием, которые изменяли бы эти оценки в желательном направлении (санация).

Традиционные подходы к решению проблемы: фундаментальный и технический подход (содержательные и феноменологические модели)

Существуют два основных подхода к решению сформулированной выше проблемы:

- фундаментальный, основанный на выявлении взаимосвязей между внутренними и внешними по отношению к предприятию факторами и (событиями) и уровнем целесообразности инвестиций в данное предприятие;
- технический, основанный на анализе временных рядов различных параметров предприятия и его окружения средствами регрессионного анализа и математической статистики.

Фундаментальный подход оперирует средствами многомерного факторного анализа и содержательным аналитическим аппаратом математической экономики. Технический подход основан на статистических феноменологических моделях, отражающих внешнюю сторону явлений. Первое выглядит более обоснованным, однако наталкивается на технические трудности сбора и подготовки исходной информации. Технический подход более технологичен в плане сбора информации и ее обработки, но является более поверхностным в ее анализе и дает менее качественные прогнозы.

Предлагаемая методология и технология как синтез технического и фундаментального подхода. Общие принципы решения проблемы

В данной работе автор предлагает методологию и технологию, сочетающие глубину, содержательность и интерпретируемость фундаментального подхода с технологичностью технического подхода. Суть этой технологии состоит в том, что, как в техническом подходе, на основе анализа временных рядов определенных параметров, характеризующих как само предприятие, так и экономическую и правовую среду, в которой оно действует, выделяется информация о событиях в этих областях. После этого, как в фундаментальном подходе, анализируются причинно–следственные взаимосвязи между событиями, и на основе этого разрабатываются прогнозы и рекомендации по управлению.

В самом общем виде принцип решения сформулированной выше проблемы с помощью инструментальной программной системы состоит в следующем:

- классифицируются изучаемые типы предприятий (например, по четырем шкалам: форма собственности;

- направление деятельности; объем деятельности; оправданность инвестиций);

*Тема 16.6. Перспективные направления применения АСК-анализа и СИИ.*

*(Лабораторные занятия - 0,5ч.; Лекционные занятия - 0,5ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

#### 1.4.2.4. Другие перспективные области применения АСК-анализа и систем искусственного интеллекта

В перспективе предложенные методология, технология и инструментальная программная система могут быть применены, в частности, в следующих областях:

В медицине, в том числе гомеопатии, иридодиагностике, рефлексотерапии: диагностики заболеваний по их симптоматике, в том числе при массовых профилактических обследованиях населения как с выездом в район обследования или на предприятие, так и без личного присутствия пациентов; сжатия диагностической информации, содержащейся в медицинской литературе и архивах историй болезни; проведения научных исследований по выявлению причинно-следственных зависимостей между применяемыми средствами (например, лекарственными) и методами лечения, с одной стороны, и лечебным эффектом, с другой, мониторинга состояний пациентов.

В профессиональной диагностике и профориентации в учебных заведениях, на предприятиях в отделах кадров, в центрах занятости населения (на биржах труда и в службах трудоустройства). Для психосоциальной диагностики и анализа общественного мнения, компьютерной обработки и интерпретации результатов социологических исследований (public relations). Для тестирования предметной общности учащихся и определения решаемости контрольных заданий.

Для криминогенной профилактики физических и юридических лиц, выявления и прогнозирования "зон риска", в том числе в налоговых, финансовых и других контролирующих органах, для криминалистической и психофизиологической идентификации личности. Для классификации и типологизации преступлений, формализации фабулы (почерка), нахождения аналогов преступлений, а также автоматизированного поиска ранее проведенных проверок, в которых были получены аналогичные результаты.

Для диагностики способностей, в том числе экстрасенсорных и других парапсихологических способностей, косвенного измерения уровня развития сознания, интеллектуальной и эмоциональной сферы, способностей к специальным видам деятельности, связанных с риском, высокой ответственностью, работой на высоте, под землей, под водой, с применением оружия, в экстремальных ситуациях и т.п. Для автоматизированного синтеза образа объекта по его фрагментам, полученным с помощью подсознательного информационного канала, в том числе при получении одной и той же информации многими людьми, ни один из которых в явной и целостной форме не осознает ее; для количественного сравнения и идентификации образов, полученных в результате дистанционной перцепции, ретрогнции и прекогнции, с образами – мишенями. Для синтеза образа объекта – мишени (и количественного его сравнения с оригиналом) при индивидуальном и коллективном восприятии по каналам телепатии, неклассической дистанционной перцепции, ретрогнции и прекогнции.

Для атрибуции анонимных и псевдонимных текстов, т.е. для установления вероятностного авторства текста или его тематической или иной принадлежности по незначительным, поврежденным, неполным и несвязанным фрагментам. В этом случае система распознавания работает как дескрипторная информационно-поисковая система с автоматическим формированием дескрипторов и поиску по нечеткому или некорректному запросу (на естественном языке, причем какой этот язык: русский, английский или какой-либо другой – роли не играет).

Для автоматической классификации химических веществ по их составу или внешним признакам. Для вероятностной идентификации элементов в смесях и при неполном или некачественном их анализе с помощью химических тестов, спектральных методов, ядерно-магнитного резонанса.

Для формирования обобщенных образов различных видов недвижимости и сопоставления конкретных объектов с этими образами в целях оценки недвижимости (развитие метода сравнительных продаж). Для разработки и применения стандарта земель в земельном кадастре.

Для автоматической классификации сортов растений и пород животных по их внешним, анатомическим, физиологическим и другим признакам, а также на основе измерения генетического расстояния.

Для прогнозирования месторождений полезных ископаемых по внешним сопутствующим признакам, в том числе и установленным с помощью биолокации.

## **6. Оценочные материалы текущего контроля**

### ***Раздел 1. Общая характеристика ИИС как систем, базирующихся на знаниях. Представление знаний в ИИС***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 2. Продукционные модели представления знаний***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 3. Представление знаний в виде фреймов***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 4. Представление знаний на основе формальных систем (исчисление предикатов, семантические сети)***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 5. ИИС - закономерный этап развития средств труда.***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 6. Теоретические основы системно - когнитивного анализа (СК -анализа)***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 7. Системная теория информации (СТИ) и ее семантическая информационная модель***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 8. Методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных автоматизированного СК -анализа***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

.

### ***Раздел 9. Технология синтеза и эксплуатации приложений в системе Aidos -X***

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*



**Раздел 10. Системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальным интерфейсом**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 11. Автоматизированные системы распознавания образов**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 12. Математические методы и автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР)**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 13. Экспертные системы (ЭС) и нейронные сети**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 14. Генетические алгоритмы и моделирование биологической эволюции.**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 15. Когнитивное моделирование. Выявление знаний из опыта (эмпирических фактов) и интеллектуальный анализ данных (data mining)**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**Раздел 16. Области применения ИИС и перспективы их развития (в т.ч. и Internet)**

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

**7. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

Восьмой семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-П4.1 ПК-П4.2 ПК-П4.3

Вопросы/Задания:

1. Общая характеристика ИИС как систем, базирующихся на знаниях. Представление знаний в ИИС

- 1.1. Новые информационные технологии (НИТ) и классы трудно формализуемых задач в автоматизированных системах обработки информации и управления.
- 1.2. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта. Классификация ИИС, основанных на знаниях.
- 1.3. Понятие ИИС, основные проблемы их разработки.
- 1.4 Проблема представления знаний. Необходимые условия представления знаний. Языки представления знаний.

## **8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Басаргин А. А. Методы искусственного интеллекта: учебное пособие / Басаргин А. А.. - Новосибирск: СГУГиТ, 2022. - 164 с. - 978-5-907513-45-7. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/317474.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. ЛУЦЕНКО Е. В. Методы искусственного интеллекта: метод. рекомендации / ЛУЦЕНКО Е. В., Чемарина А. В.. - Краснодар: КубГАУ, 2020. - 62 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=9396> (дата обращения: 21.06.2024). - Режим доступа: по подписке

### **8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

#### *Профессиональные базы данных*

1. <http://www.researchgate.net/publication/365302016> - Луценко Е. В. Методы искусственного интеллекта : учебник // Е. В. Луценко. – Краснодар : ВЦСКИ «Эйдос», 2020. – 520 с., November 2022, DOI: 10.13140/RG.2.2.23807.07847, License CC BY 4.0, <http://www.researchgate.net/publication/365302016>
2. [http://lc.kubagro.ru/Installation\\_Eidos.php](http://lc.kubagro.ru/Installation_Eidos.php) - Всегда актуальная информация об установочных файлах системы Эйдос
3. [http://lc.kubagro.ru/Source\\_data\\_applications/WebAppls.html](http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.html) - Актуальный каталог интеллектуальных облачных Эйдос-приложений (датасеты + описания решения в системе Эйдос):
4. <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko> - Страничка проф.Е.В.Луценко в РесечГейт
5. [http://ej.kubagro.ru/t2.asp?aut=11&keepThis=true&TB\\_iframe=true&width=750](http://ej.kubagro.ru/t2.asp?aut=11&keepThis=true&TB_iframe=true&width=750) - Актуальный список публикаций автора и разработчика АСК-анализа и системы Эйдос проф.Е.В.Луценко в Научном журнале КубГАУ
6. [http://lc.kubagro.ru/Video\\_lessons\\_by\\_Prof.E.V.Lutsenko/Catalog.php](http://lc.kubagro.ru/Video_lessons_by_Prof.E.V.Lutsenko/Catalog.php) - Всегда актуальный каталог видеозанятий проф.Е.В.Луценко по АСК-анализу и системе Эйдос

#### *Ресурсы «Интернет»*

Не используются.

### **8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

#### *Перечень программного обеспечения*

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем  
(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

#### **8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

#### **10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)**