

**«Информационные
технологии в
профессиональной
деятельности»**

Лекция 8. Информационные системы и технологии с элементами искусственного интеллекта

1. Понятие интеллектуальной информационной системы
2. Инженерия знаний. Модели представления знаний
3. Системы поддержки принятия решений
4. Экспертные системы
5. Эволюционное моделирование
6. Нейросетевые технологии

1. Понятие интеллектуальной информационной системы

Интеллектуальными информационными системами (ИНИС), т.е. системами, обладающими «искусственным интеллектом», будем называть такие ИС, которые при решении *слабо формализованных, интеллектуальных задач, алгоритм решения которых неизвестен или слишком сложен*, как и человеческий разум, используют накопленный опыт и анализ состояния объекта и внешней среды.

Для интеллектуальных задач сложно формализовать путь (алгоритм) решения.

Примеры интеллектуальных задач:

- распознавание образов

- принятие оптимальных решений (в управлении, экономике, при планировании, прогнозировании и т.п.)

Общие черты ИИС:

- Способность к накоплению знаний в целях их последующего применения
- Возможность функционирования в условиях неопределенности обрабатываемой информации или знаний о закономерностях функционирования исследуемой предметной области
- Поэтапное улучшение качества решения

Интеллектуальные информационные технологии:

- Технологии инженерии знаний
- Технологии экспертных систем (систем поддержки и принятия решений)
- Технологии эволюционного моделирования
- Нейросетевые технологии

2. Инженерия знаний. Модели представления знаний

Э.Фейгенбаум, США, 1977 г.:

- Часть экспертных знаний носит неосознаваемый характер
- Эксперт не всегда способен оценить важность тех или иных знаний для принятия решения
- Опыт, накопленный экспертом, сложно вербализовать и представить в формализованном виде

Задача инженерии знаний — извлечение, формализация и накопление знаний с целью последующего использования.

Напомни знания представляют собой результат мыслительной деятельности человека, направленной на обобщение его опыта. Это не только данные, но и взаимосвязи между ними.

Знания
по характеру информации

Декларативные
(описание фактов,
явлений, основных связей и
закономерностей)

Процедурные
(описание действий или процедур,
которые можно применить
к фактам и явлениям для
достижения цели)

Знания
по способу приобретения

Фактические
(известные факты
и зависимости)

Эвристические
(основаны на
опыте эксперта)

Для использования знаний в ИнИС их необходимо представить в виде **Базы знаний** – семантической модели, описывающей предметную область и позволяющую отвечать на вопросы из этой предметной области, ответы на которые явно в базе не присутствуют.

База знаний состоит из 2-х компонентов:

- **Базы данных**, содержащих знания о предметной области в формализованном виде.
- **Механизма (системы, правил, процедур)** получения новых знаний на основе существующих в базе.

База данных организуется на основе **одной** из моделей (например, реляционной).

База знаний основывается на **одной или нескольких** моделях представления знаний – универсальных и/или специализированных.

Примеры универсальных моделей представления знаний

1. **Логическая модель** — основана на формальных логических правилах. Знания представляются в виде *предикатов* (утверждений) первого порядка, над которыми можно выполнять логические операции.

P: Все импортные товары требуют таможенного оформления

Q: Товар N – импортный товар

} *предикаты*

После выполнения логической операции появляется новое верное утверждение:

R: Товар N требует таможенного оформления

Иными словами: *если все импортные товары требуют таможенного оформления, и товар N является импортным, то он требует таможенного оформления:*

$$(P \wedge Q) \rightarrow R$$

2. Продукционная модель – используются *продукционные* правила «если – то», дополненные логическими операторами.

Если (Спрос на товар Неэластичен по цене) и (Цена понижается) то (Выручка падает)

Объект	Атрибут	Значение
Товар А	Спрос на товар	Неэластичен по цене
Товар Б	Спрос на товар	Эластичен по цене
...	...	...

Истинность изначально устанавливается экспертами или в процессе решения задач

3. **Фреймовая модель** — основана на теории фреймов, разработанной **М.Минским (США)**, и представляющей систематизированную модель памяти и сознания человека. Применяется в комбинации с другими моделями.

Фреймом называется структура данных для представления стереотипной ситуации или объекта. Фрейм имеет *имя* и содержит ряд *полей – слотов*, содержащих определенное значение, в т.ч. другой фрейм, имя процедуры и др.

Типы фреймов:

- **Фреймы-структуры** для обозначения объектов и понятий (заказ, товар, ценная бумага);
- **Фреймы-роли** (поставщик, кассир, клиент);
- **Фреймы-сценарии** (продажа товаров, прием заказов);
- **Фреймы-ситуации** (обнаружение дефекта товара) и др.

Предметная область представляется множеством взаимосвязанных фреймов.

4. Семантическая сеть – система знаний предметной области представляется в виде образа сети, узлы которой соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами.

В семантических сетях используют **отношения**:

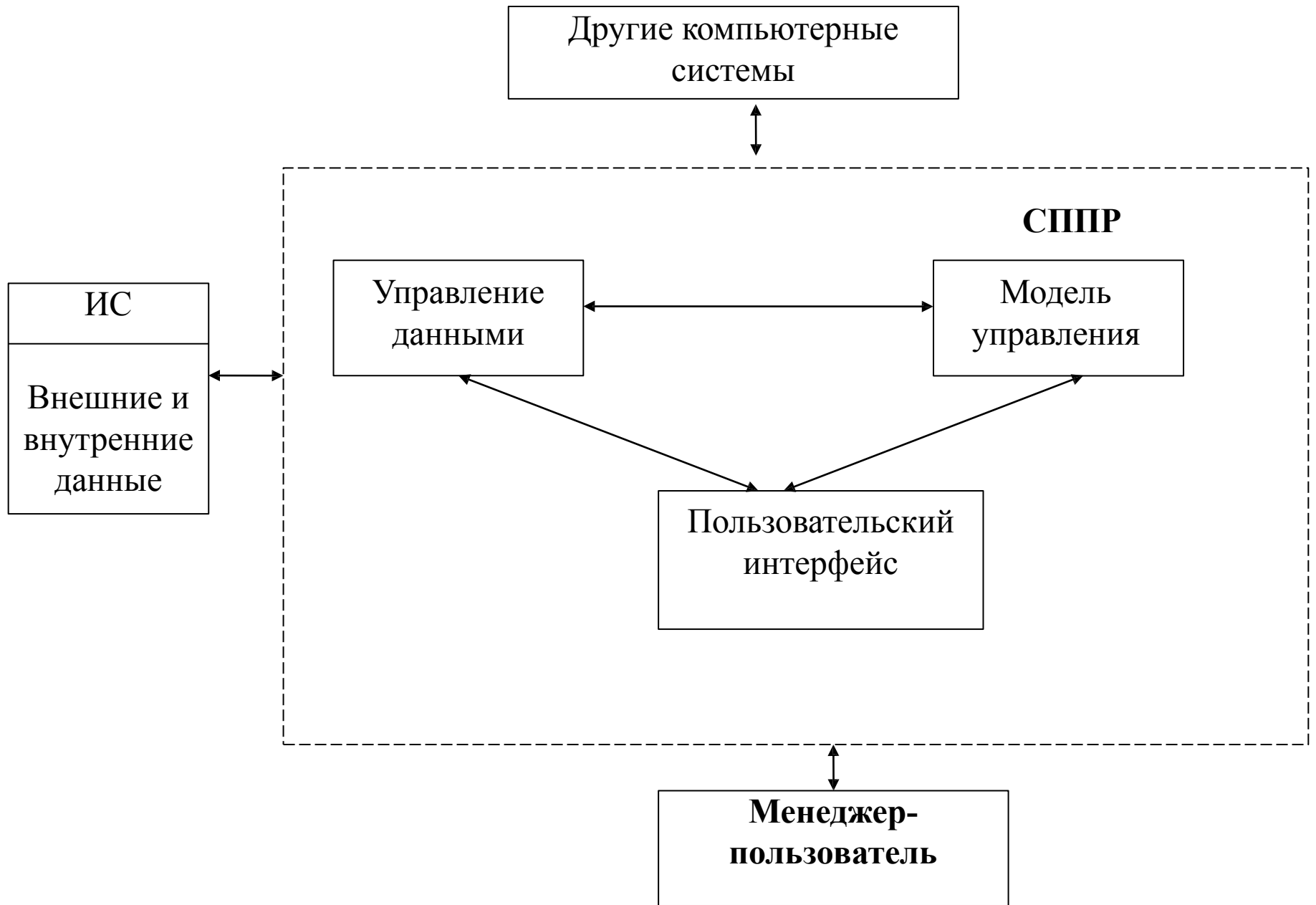
- Связи типа «часть –целое» («элемент – множество»)
- Функциональные связи (глагольные обороты: влияет на..., подчиняется...)
- Количественные (больше, меньше, равно)
- Атрибутивные связи (имеет свойство, имеет значение)
- Логические связи (И, ИЛИ, НЕ)
- Отношения «сходства – различия»
- Отношения «причина – следствие» и др.

3. Системы поддержки принятия решений (СППР)

Под СППР понимаются человеко-машинные системы, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные и знания объективного и субъективного характера для решения слабоструктурированных (плохо формализованных) проблем, для которых невозможно четкое описание решения.

Состав СППР:

- модели управления
- управление данными для сбора и ручной обработки данных
- управление диалогом для облегчения доступа пользователя к СППР



Процесс принятия решений включает 4 стадии:

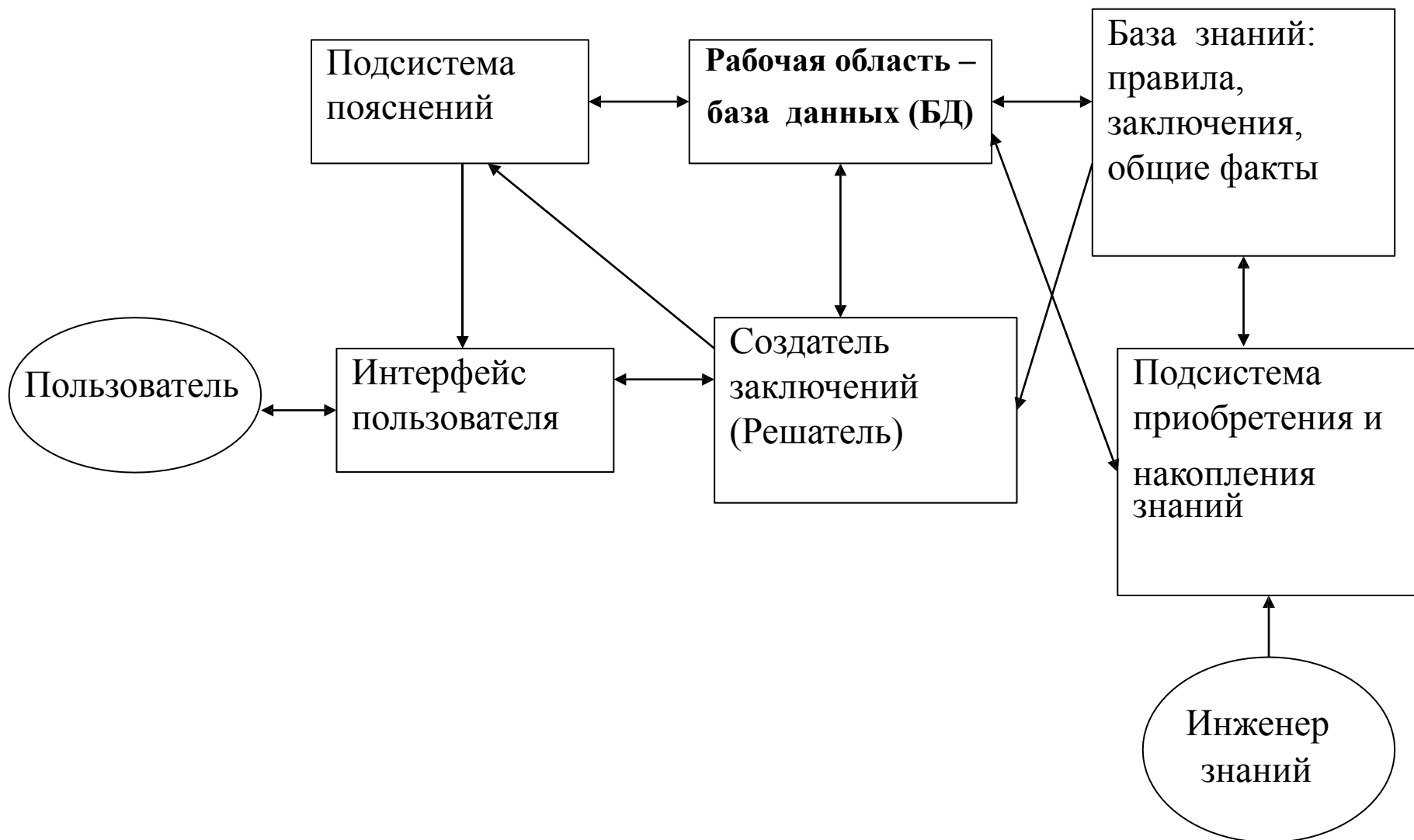
1. Распознавание или осмысление – идентификация и понимание проблем организации.
2. Проект или продумывание – определение возможных вариантов решения проблем.
3. Выбор – подбор решений среди альтернатив.
4. Реализация – выполнение решений.

СППР предназначены для оказания помощи при проектировании, оценивании альтернатив и контроля процесса реализации. Они помогают найти ответы на многие вопросы.

4. Экспертные системы

Экспертная система (ЭС) – это компьютерная **программа**, которая моделирует рассуждения человека-эксперта в некоторой определенной области и использует для этого **базу знаний**, содержащую факты и правила об этой области и некоторую **процедуру логического вывода**.

ЭС предназначены для моделирования и имитации логики опытных специалистов при принятии решения по какому-либо узкому вопросу в определенной предметной области. ЭС позволяют накапливать, систематизировать и использовать знания и профессиональный опыт лучших экспертов.



При проектировании ЭС специально подготовленный системный аналитик – *инженер знаний* тесно работает с экспертами в изучаемой области с целью уяснения способов принятия решений.

Подсистема приобретения и накопления знаний помогает инженеру знаний в регистрации правил заключения и параметров в базе знаний.

База знаний предназначена для хранения долгосрочных данных (знаний), описывающих рассматриваемую область; правил, описывающих преобразование данных, и заключения.

База данных в ЭС предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

Создатель заключения (решатель, интерпретатор) на основе исходных данных из рабочей памяти и базы знаний формирует последовательность правил, которая приводит к решению задачи.

Подсистема пояснений объясняет процесс получения решения задачи, какие знания при этом были использованы.

Интерфейс пользователя ориентирован на организацию дружелюбного общения с пользователями – как в ходе решения задачи, так и в процессе приобретения знаний.

При разработке ЭС **эксперт** определяет знания (данные и правила), характеризующие предметную область, обеспечивает полноту и правильность введенных в ЭС знаний.

Инженер по знаниям позволяет эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы ЭС, определяет инструментальные средства, наиболее подходящие для данной предметной области, определяет способ предоставления знаний и т.п.

Программист разрабатывает инструментальные средства.

Средства разработки ЭС:

- специализированные языки программирования (LISP);
- языки инженерии знаний (ПРОЛОГ);
- автоматизированные системы-окружения, используемые для разработки систем искусственного интеллекта (например, KEE, ART);
- оболочки ЭС (пустые ЭС) – например, ЭКСПЕРТИЗА, ЭКСПЕРТ и др.;
- универсальные языки программирования (Си, Паскаль, Ассемблер и др.).

Средства разработки ЭС:

- При разработке ЭС используется математический аппарат — теория нечетких множеств.

Она позволяет описывать нечеткие понятия и знания, оперировать этими знаниями и делать нечеткие выводы.

- При представлении знаний используются понятия нечетких множеств.
- При использовании знаний — методы нечеткой логики

Выводы

Отличительной чертой экспертных систем являются:

- способность накапливать знания и опыт квалифицированных профессионалов (экспертов) в какой-либо предметной области;
- при помощи этих знаний специалисты с не очень высокой квалификацией могут решать сложные задачи на столь высоком уровне, как и эксперты.

Области применения экспертных систем

- медицинская диагностика
- геологоразведка
- химический синтез новых веществ с заданными свойствами
- диагностика неисправностей в ТС и др.
- Экономический анализ: Диагностика финансового состояния (благополучия) предприятия
- Маркетинг: Прогнозирование спроса на товары,

5. Эволюционное моделирование

Направление в моделировании, использующее методы и принципы биологической эволюции для оптимизации систем (1960-е годы):

• Дж.Холланд, США, «Адаптация в естественных и искусственных системах», 1975; И.Рехенберг, Г.-П. Швевель, Германия.

Эволюционное моделирование включает:

Генетические алгоритмы – компьютерная модель эволюции популяции искусственных «особей», ключевыми операторами которой являются *селекция, скрещивание, мутация*.

Используются для решения задач оптимизации, например, бизнес-планирования.

Многовариантность не позволяет выполнить полный перебор. Выполняется поэтапное улучшение первоначального варианта. Но можно найти локальный экстремум, а не глобальный.

Генетический алгоритм также использует поэтапное улучшение, но ко всей популяции потомков.

Дает не точное решение, но с очень высокой вероятностью близкое к оптимальному.

6. Нейросетевые технологии

Главным направлением развития искусственного интеллекта является нейрокибернетика и нейросетевые технологии.

Нейрокибернетика ориентирована на создание элементов, аналогичных нейронам человеческого мозга, и объединение их в функционирующие системы - нейронные сети (нейрокомпьютеры).

Задача нейрокомпьютеров, как и биологических нейросистем, - обработка образов, основанная на обучении.

Биологические нейроны

Нервная клетка человека или животного — **нейрон** выполняет сравнительно простые действия: **принимает сигнал от одних клеток и передает его другим клеткам.**

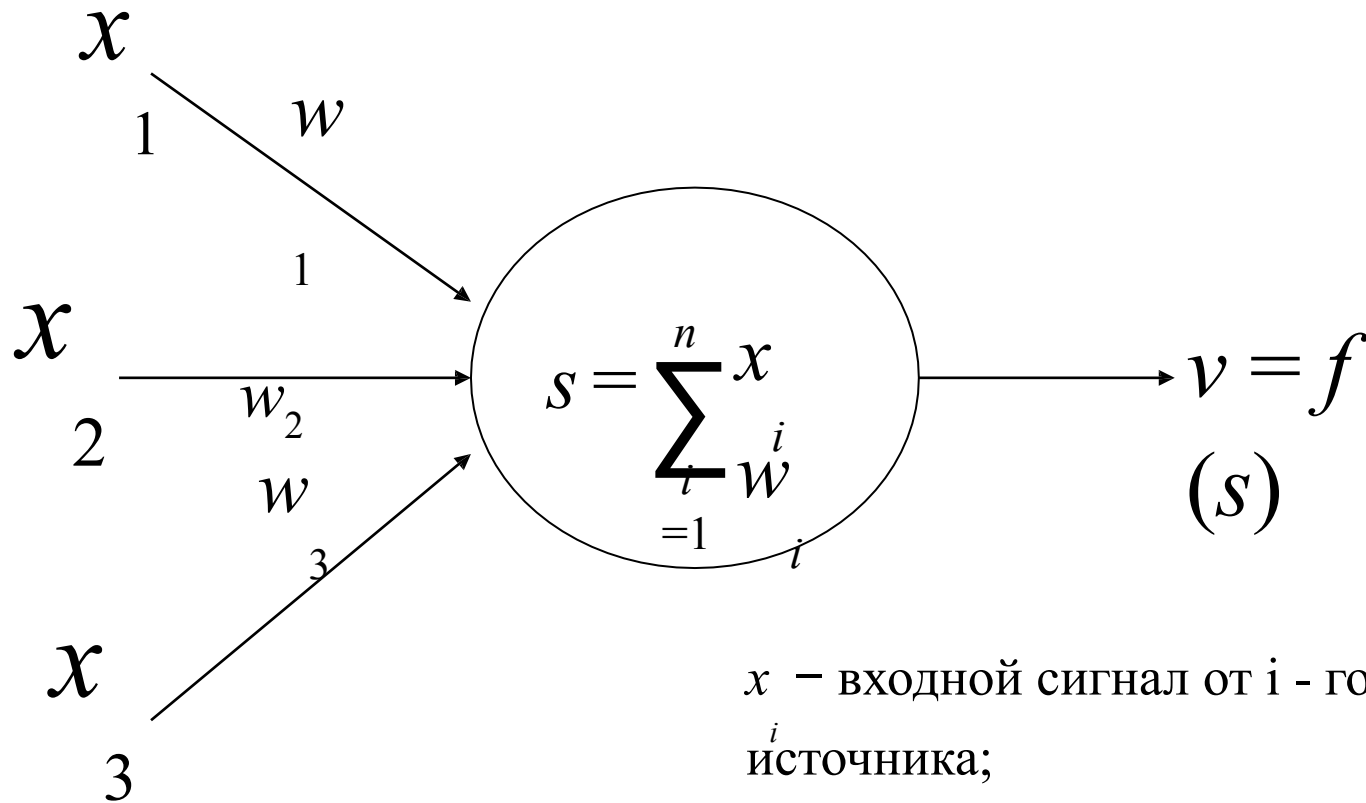
Исходящий сигнал формируется при определенных комбинациях входных сигналов.

- Время срабатывания «живого» нейрона — 2-5 мс.
- Количество нейронов у человека — $10^{10} - 10^{12}$.
- Каждый нейрон связан с тысячами других нейронов человека.
- Связи между нейронами динамичны — человек обучается, приобретает опыт, следовательно, **изменяется характер и сила связей между нейронами.**

Исследователи в области нейро моделирования

- У.Мак-Каллок, У.Питс (США, 1943) – модель формального нейрона;
- Д.Хеббс (Канада, конец 1940-х годов) – теория обучения нейронов;
- Ф.Розенблатт (США, 1957) – техническая модель процесса восприятия – **персептрон**;
- М.Минский, С.Пейперт (США, 1969) – ограниченные возможности *одиночного персептрона* и построенных на его основе *одноуровневых сетей*;
- Т.Кохонен, С.Гроссберг, Дж.Андерсон, И.Фукусима, В.Л.Дунин-Барковский, А.А.Фролов – 1970-е годы – отдельные исследования;
- Дж.Хопфилд и др. - **многослойные искусственные нейронные сети**

Принципиальная схема искусственного нейрона



x – входной сигнал от i -го источника;

w_i – весовой коэффициент ;

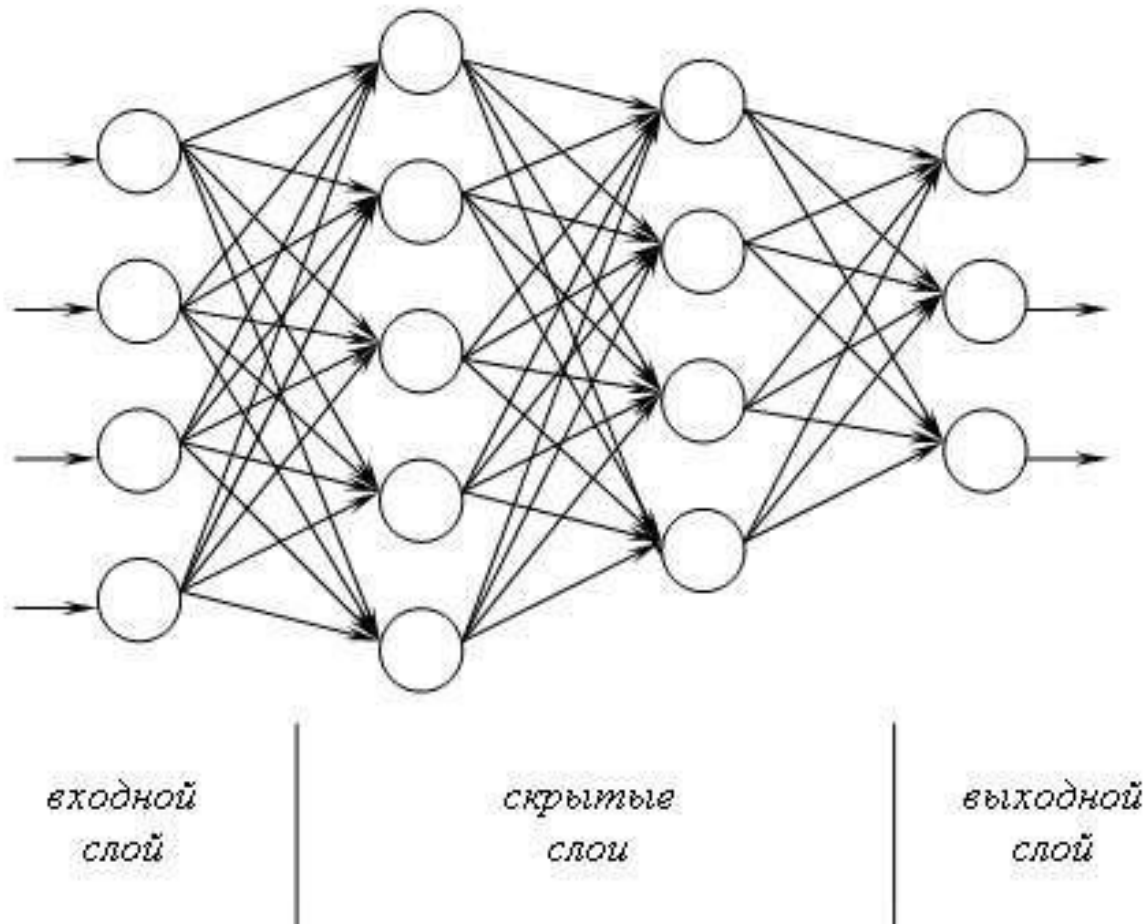
Ранее использовали *бинарную* модель нейрона:

$$f(s) = \begin{cases} 1 & \text{для } s > 0 \\ 0 & \text{для } s \leq 0 \end{cases}$$

Теперь используют более сложные активационные функции нейрона

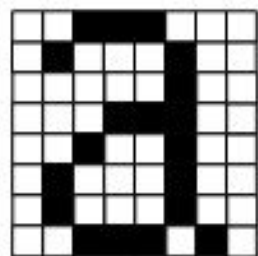
Многослойные нейронные сети – модель MLP (многослойный персептрон)

- Нейроны в слоях независимы друг от друга
- Количество скрытых слоев и нейронов в них подбирается эмпирически
- Сеть обучается на известных примерах - обучение заканчивается при минимальных ошибках найденных значений от тестовых данных

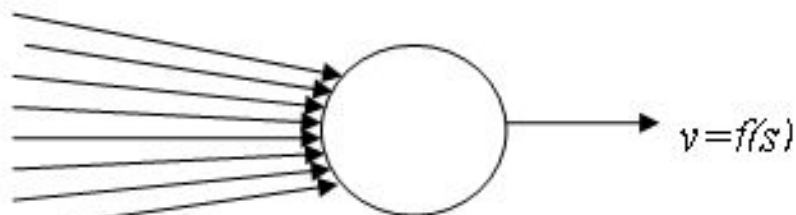


Обучение нейрона заключается в постепенной корректировке весовых коэффициентов W_i - с *учителем* (известен выходной сигнал) или *без учителя* (на основе конкуренции (корреляции) нейронов).

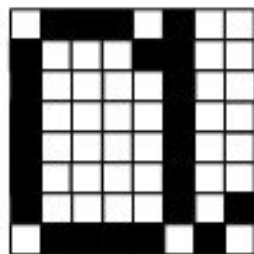
Пусть распознается буква А



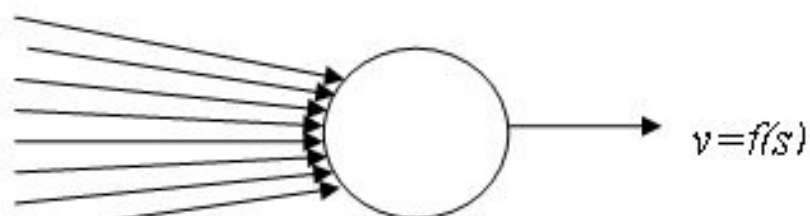
00111000
01000100
00000100
00011100
00100100
01000100
01000100
00111010



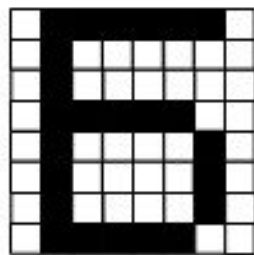
$$v \approx 1$$



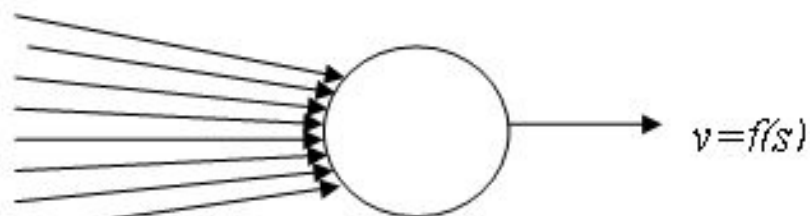
01110100
10001100
10000100
10000100
10000100
10000100
10000101
01111010



$$v \approx 1$$



01111110
01000000
01000000
01111100
01000010
01000010
01000010
01111100



$$v \approx 0$$

Направления применения нейросетевых технологий в экономике и бизнесе:

- прогнозирование ситуации на рынках и возможности банкротства фирм;
- прогнозирование результатов волеизъявления избирателей;
- оценивание стоимости недвижимости;
- оценка рисков в кредитовании;
- оптимизация портфелей, товарных и денежных потоков;
- обеспечение безопасности операций с пластиковыми картами и др.

Пример 1 - пакет NEUROSCALP - инструмент анализа фондового рынка.

Включает следующие функциональные блоки:

- *базовый модуль;*
- *модуль нейронных сетей* – классической многослойной архитектуры (до 28 слоев, до 999 нейронов в слое, число входов – до 999);
- *экспертные модули;*
- *модуль карты Кохонена.*

Экспертные модули - готовые нейросети, созданные и обученные специалистами, для подробного анализа рынка, например, курсов и других параметров акций Газпрома, РАО ЕЭС, ЛУКОЙЛа, FOREX и др. (по дням или часам), и получения большей прибыли. Требуется лишь обновлять финансовые данные и повторять расчеты. Адаптируются к последним изменениям рынка по *генетическому алгоритму*, который дает *не точное, а приемлемое вероятностное решение* при исследовании задач большой размерности.

Самоорганизующиеся карты Кохонена - разновидность нейросетей, предложены **Тьюво Кохоненом** в начале 80-х г., нашли применение в инженерной области (для распознавания речи, в робототехнике и др.)

Представляет собой набор аналитических процедур и алгоритмов, позволяющих преобразовать традиционное описание множества объектов, заданных в многомерном пространстве признаков в плоскую двумерную карту. Близким объектам в многомерном пространстве отвечают рядом стоящие точки (их образы) на карте.

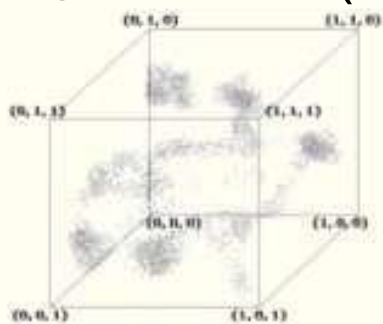


Рис.1 Расположение объектов в трехмерном пространстве

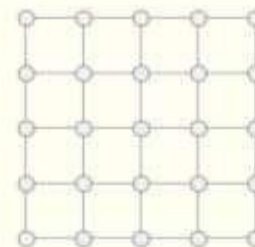


Рис.2 Карта Кохонена

Обучение и вычисления в нейросистемах распределены по всем активным элементам - *нейронам*, каждый из которых представляет собой *элементарный процессор образов*, реализующий, хотя и простейшую операцию, но сразу над множеством «входов».

Такая параллельность вычислений и обучения позволяет решать сложнейшие задачи, в т.ч.:

- классификации данных по заданному набору классов;
- оптимизации и оптимального управления;
- организации и обработки ассоциативной памяти;
- сжатия информации;
- аппроксимации функций по набору точек (регрессия);
- кластеризации данных с выявлением заранее неизвестных классов-прототипов;
- восстановления утраченных данных.

Пример 2 – аналитическая платформа Deductor Studio 5.1 (5.2)

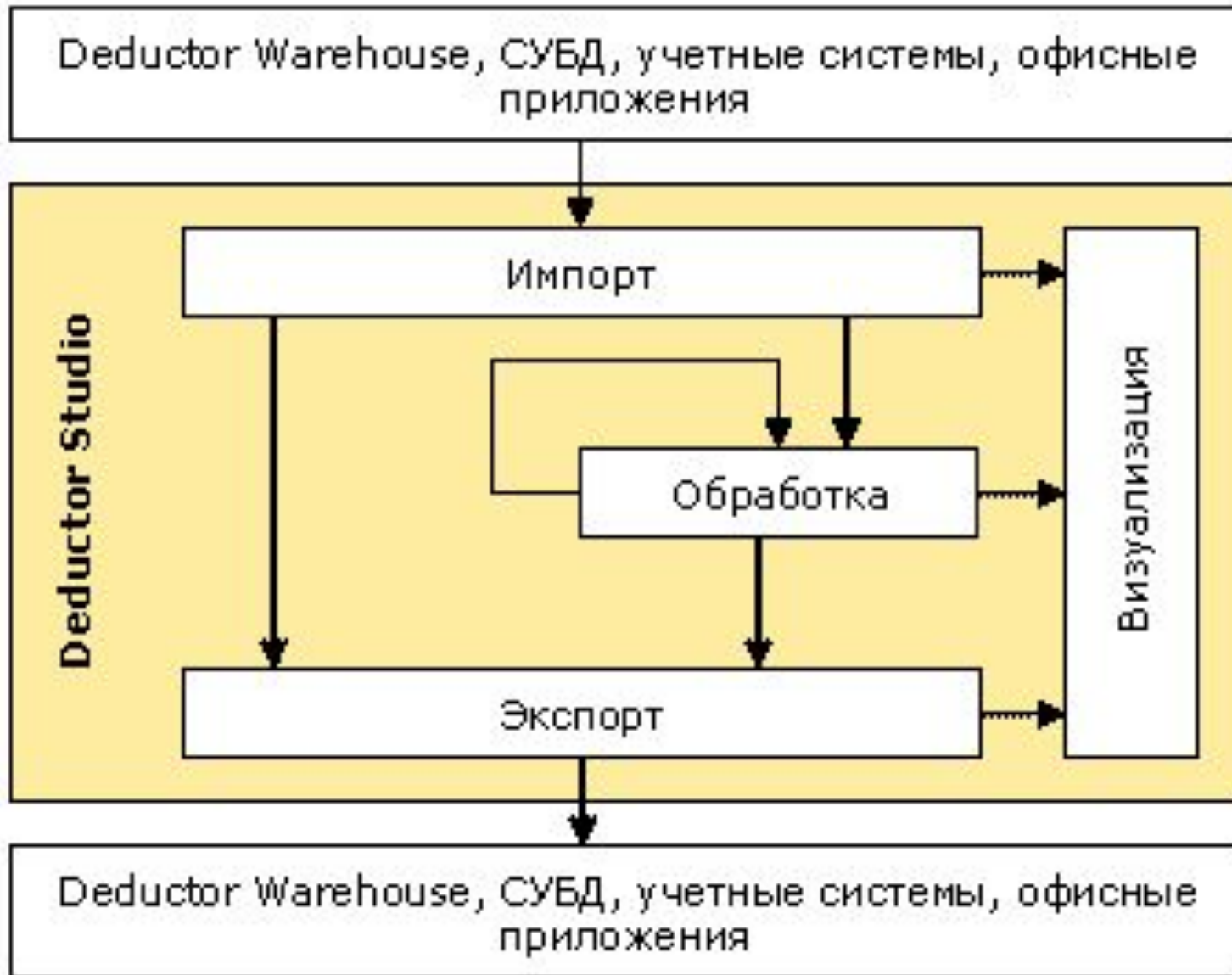


Предназначена для создания законченных прикладных решений в области анализа данных.

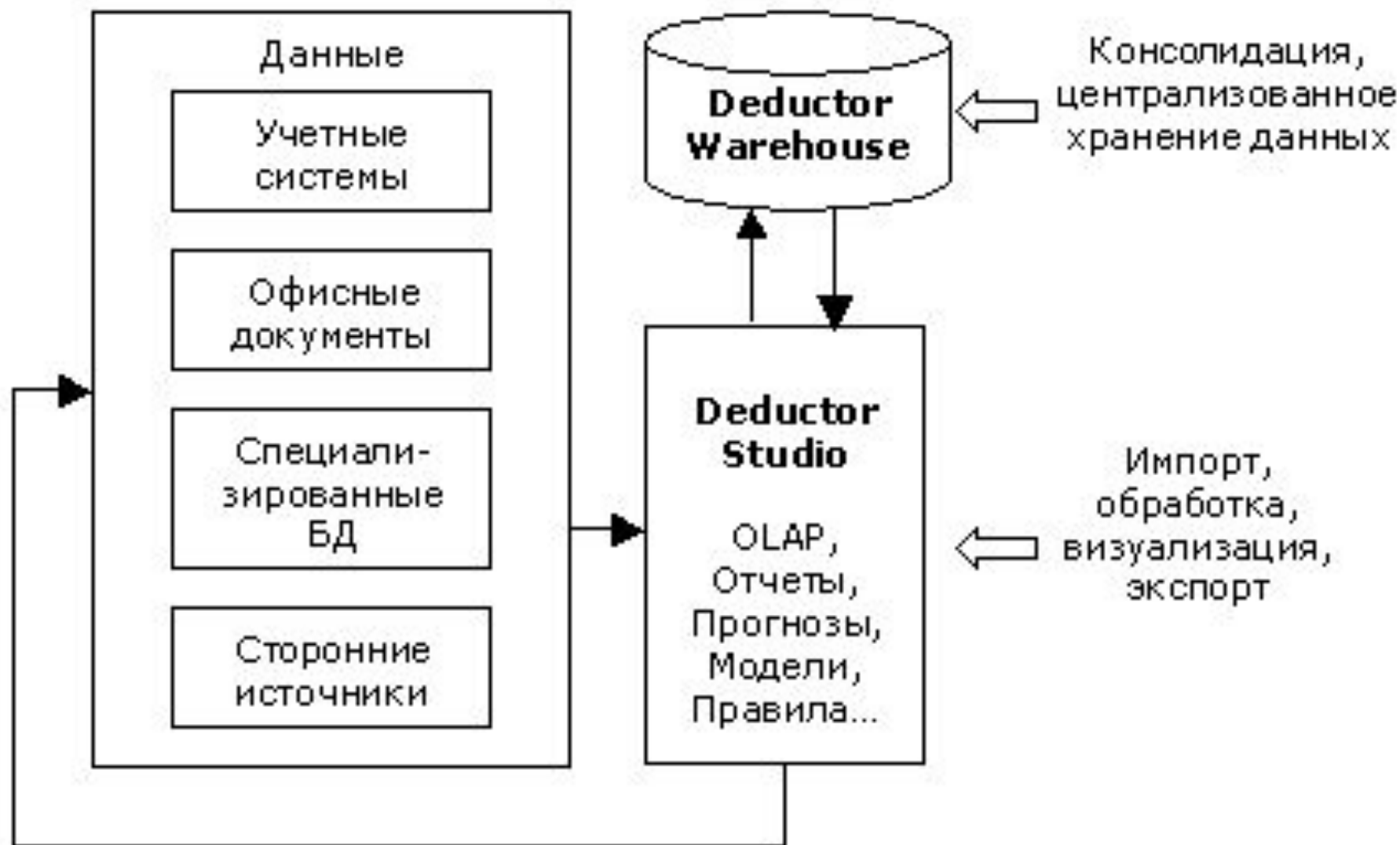
Позволяет на базе единой архитектуры пройти все этапы построения аналитической системы от создания хранилища данных до автоматического подбора моделей и визуализации полученных результатов.

Одним из инструментов платформы являются нейросети.

Этапы обработки информации в платформе Deductor



Назначение основных компонент платформы Deductor



Механизмы интеллектуальной добычи знаний в Deductor Studio

- **Парциальная предобработка:** восстановление потерянных данных, сглаживание, устранение шумов - выбросов
- **Корреляционный анализ:** оценка зависимости выходных данных от входных, устранение незначущих факторов
- **Кластеризация:** разбиение множества данных на группы
- **Факторный анализ:** понижение размерности пространства входных данных
- **Прогнозирование:** ассоциативные правила (определение закономерностей между связанными событиями), дерево решений (иерархический набор правил), линейная регрессия и др.
- **Нейронные сети:** многофакторное прогнозирование при сложности или отсутствии правил зависимости выходных данных от входных
- **Самоорганизующиеся карты Тьюво Кохонена:** решение задачи кластеризации в многомерном пространстве путем преобразования в плоскую карту, разновидность нейросетей
- **И другие**

Импорт текстового файла

Укажите параметры столбцов



- 9.0 Номер примера
- 12 Количество комнат
- 9.0 Общая площадь
- 9.0 Жилая площадь
- 12 Тип дома
- 12 Этажность квартиры
- 12 Этажность дома
- 9.0 Площадь кухни
- 12 Индекс места
- 9.0 Минут ходьбы
- 12 Телефон**
- 12 Балкон / Лоджия
- 9.0 Цена

Имя столбца

COL11

Метка столбца

Телефон

Тип данных

12 Целый

Вид данных

... Дискретный

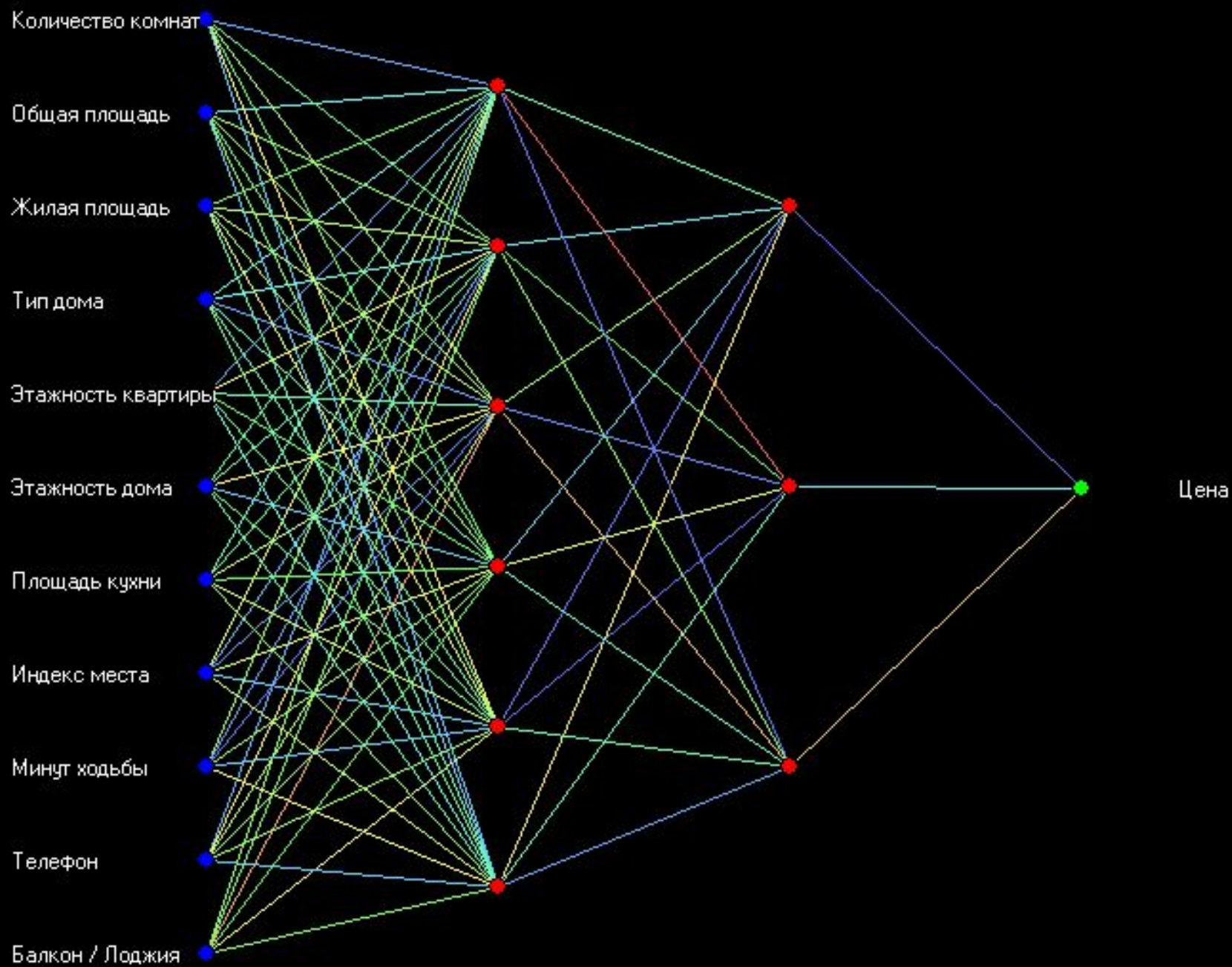
Назначение

 Входное

< Назад

Далее >

Отмена



Мастер обработки



Мастер обработки

Название	Описание
 Слияние с узлом	Слияние с другим узлом
 Замена данных	Замена данных по таблице
 Группировка	Группировка данных
☒ Data Mining	
 Автокорреляция	Расчет выборочной автокорреляции...
 Линейная регрессия	Построение линейной модели
 Логистическая рег...	Построение бинарной логистическо...
 Нейросеть	Многослойная нейронная сеть
 Дерево решений	Построение дерева решений алгор...
 Карта Кохонена	Самоорганизующаяся карта Кохон...
 Ассоциативные пр...	Поиск ассоциативных зависимостей
 Пользовательская...	Задание модели вручную по форму...
☒ Прочее	
 Скрипт	Применение модели к новым данн...
 Условие	Условное выполнение ветки модели

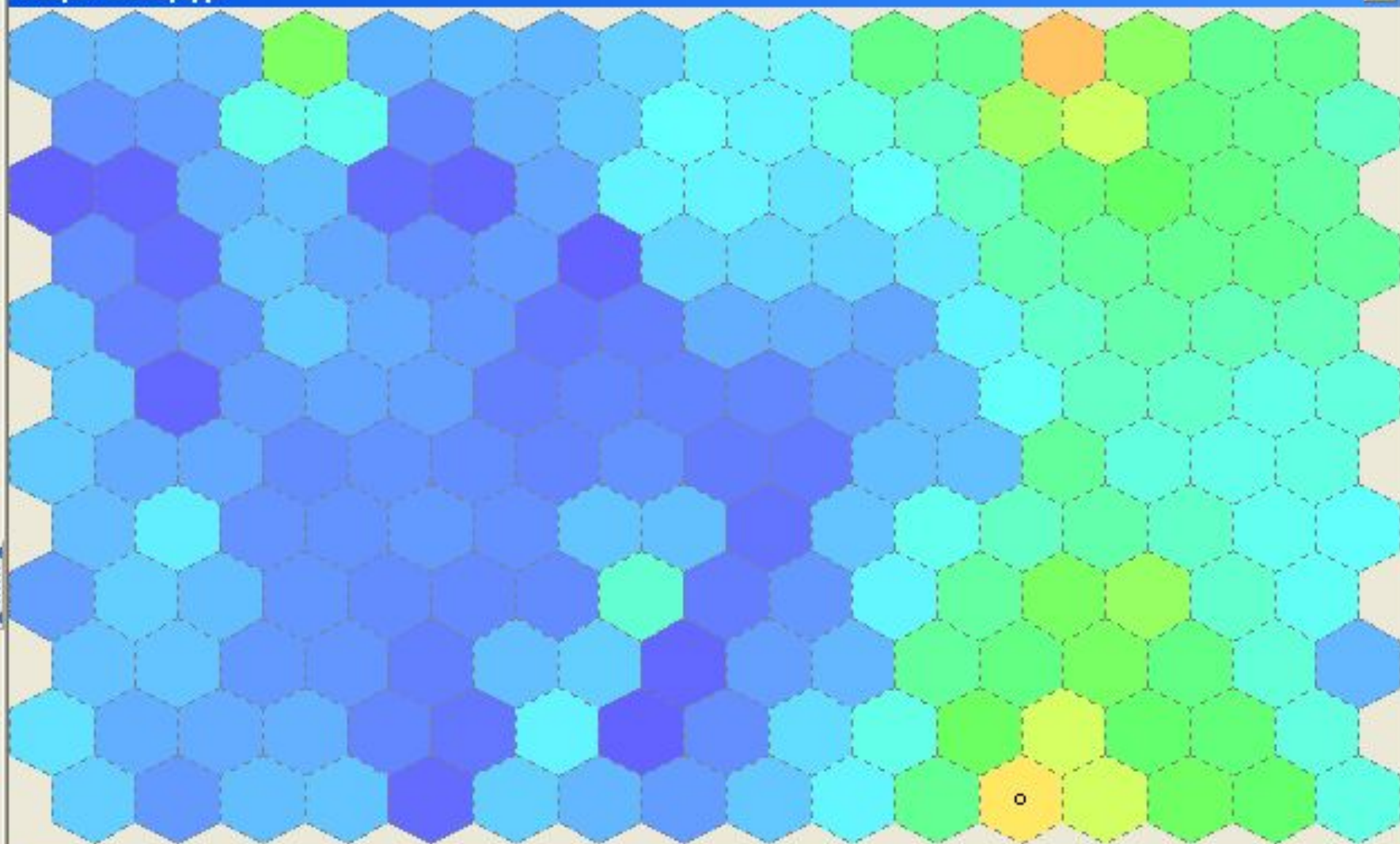
< Назад

Далее >

Отмена



Общая площадь



30

81,5

110,98

133

Спасибо за внимание
