

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Кафедра Конструирования и производства
радиоэлектронных средств**

Дисциплина: «САПР технологических процессов производства электронных средств»

**ТЕМА 4: Информационные системы управления промышленным
производством и основы защиты информации
в САПР ТПП**

**Лекция № 9. Применение экспертных систем и информационных
технологий поддержки принятия решений в процессе управления
производством
(2 часа)**

**Доцент кафедры, к.п.н.,
Мордовин В.Н.**

2021 г.

СПб ГУТ)))

Учебные вопросы

- 1. Характеристика, назначение, структура, классификация и области применения экспертных систем.**
- 2. Преимущества и недостатки использования ЭС.**
- 3. Примеры экспертных систем.**
- 4. Назначение информационной технологии ППР.**
 - 4.1. Роль СППР в информационной системе управления.**
 - 4.2. Структура и основные характеристики ИСУ.**
- 5. Принятие решений в СППР.**
- 6. Основные компоненты информационной технологии и эксплуатационные требования к СППР.**

Литература

1. Д.И. Муромцев. Введение в технологию экспертных систем. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2005.
2. Соколов М.Д., Носов Н.Ю. Экспертные системы // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 5.
3. Богданов С.В., Трушина Г.Г. Информационные технологии в управленческих системах. М., 2007.
4. Тарасов А.К. Принципы стратегического управления в теории принятия решений. -М.: Финансы и статистика, 2012.
5. http://www.directmedia.ru/book_225569_printsipyi_strategicheskogo_upravleniya_v_teorii_prinyatiya_resheniy/

ВВЕДЕНИЕ

Исследования в области искусственного интеллекта изначально были сосредоточены *не на универсальных алгоритмах решения задач, а на общих методах и приемах программирования, пригодных для создания специализированных программ.* Разрабатывались *методы представления задачи* – способы формулирования проблемы таким образом, чтобы ее можно было легко решить, и *методы поиска* – эффективные алгоритмы управления ходом решения задачи. Значительного продвижения вперед в данной области удалось *достигнуть в 70-х годах*, когда специалисты начали понимать, что *эффективность программы при решении задач зависит не только от формализмов и алгоритмов вывода решения, которые она использует, но в первую очередь от знаний, которые в нее заложены.*

Новая концепция построения интеллектуальных систем привела к развитию специализированных программ со сходной архитектурой, каждая из которых предназначена для решения *задач в некоторой узкой предметной области.* Эти программы получили название **экспертные системы (ЭС).**

1. 1. Характеристика, назначение, структура, классификация и области применения ЭС

Экспертная система - информационная технология, основанная на использовании искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект - это компьютерная система, являющаяся искусственным подобием человеческого разума, предназначенная для решения сложных задач и моделирования мыслительных способностей человека.

Экспертные системы (ЭС) - это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультирования менее квалифицированных пользователей.

Знания могут быть *классифицированы* по следующим категориям:

- *поверхностные* - знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области;
- *глубинные* - абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и процессы в предметной области.

Кроме того, знания можно разделить на ***процедурные и декларативные***.

Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, т.е. знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному и понятных неспециалистам.

Существуют десятки моделей (или языков) представления знаний для различных предметных областей. Большинство из них может быть сведено к следующим классам:

- *продукционные;*
- *семантические сети;*
- *фреймы.*

Продукционная модель, или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа: “Если (условие), то (действие)”.

Семантическая сеть - это ориентированный граф, вершины которого - понятия, а дуги - отношения между ними. Понятиями обычно выступают абстрактные или конкретные объекты, а отношения - это связи типа: “это” (“is”), “имеет частью” (“has part”), “принадлежит”, “любит”. Характерной особенностью семантических сетей является обязательное наличие *трех типов отношений*:

- *класс - элемент класса;*
- *свойство - значение;*
- *пример элемента класса.*

Проблема *поиска решения* в базе знаний типа *семантической сети* сводится к задаче *поиска фрагмента сети*, соответствующего некоторой подсети, соответствующей поставленному вопросу.

Под **фреймом** понимается абстрактный образ или ситуация. Фреймом называется также и формализованная модель для отображения образа.

Структуру фрейма можно представить так:

ИМЯ ФРЕЙМА:

(имя 1-го слота: значение 1-го слота),

(имя 2-го слота: значение 2-го слота),

.....

(имя N-го слота: значение N-го слота).

Основным преимуществом фреймов как модели представления знаний является способность отражать концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность.

Специальные языки представления знаний в сетях фреймов FRL (Frame Representation Language) и другие позволяют эффективно строить промышленные экспертные системы. Широко известны такие фреймоориентированные экспертные системы, как ANALYST, МОДИС.

Современные ЭС широко используются для тиражирования опыта знаний ведущих специалистов практически во всех сферах экономики. Традиционно знания существуют в двух видах - *коллективный опыт и личный опыт.*



Рис. 1. Предметная область, **непригодная** для создания ЭС

Если в предметной области большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня (экспертов), если эти знания по каким-либо причинам слабо структурированы, такая предметная область скорее всего **нуждается** в ЭС (рис. 2).

Если большая часть знаний в предметной области представлена в виде коллективного опыта (например, высшая математика), это предметная область **не нуждается** в ЭС (рис. 1).

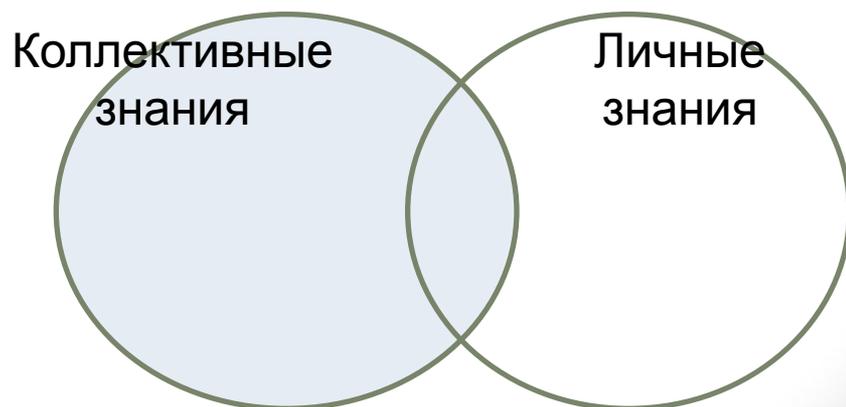
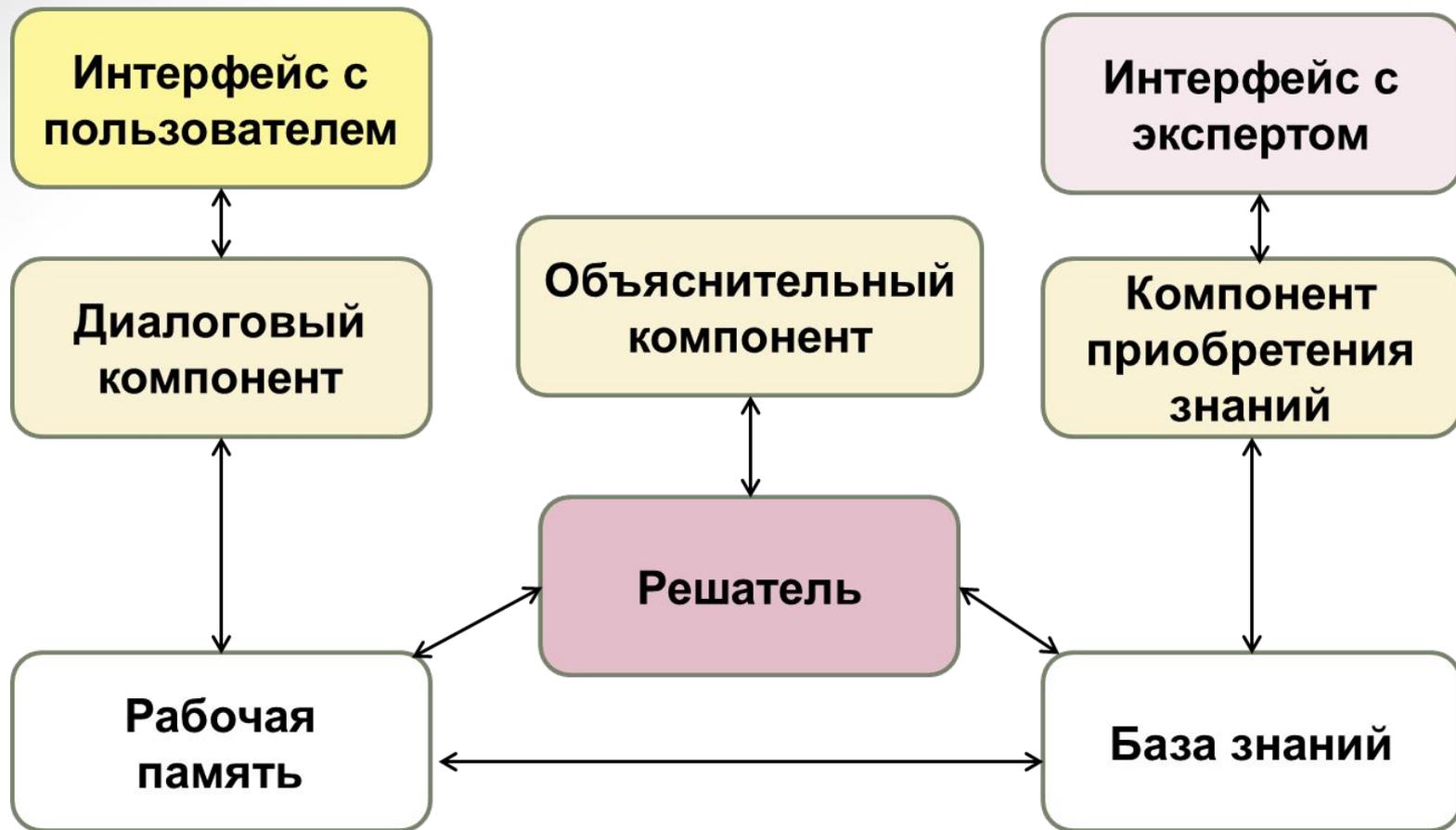


Рис. 2. Предметная область, **пригодная** для создания ЭС

Структура экспертных систем



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

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

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

Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения экспертной системы знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

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

Диалоговый компонент ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

В разработки ЭС участвуют *представители* следующих *специальностей*:

- **эксперт в проблемной области**, задачи которой будет решать ЭС;
- **инженер по знаниям** - специалист по разработке экспертной системы (используемые им технологию, методы называют технологией (методами) инженерии знаний);
- **программист по разработке инструментальных средств**, предназначенных для ускорения разработки ЭС.

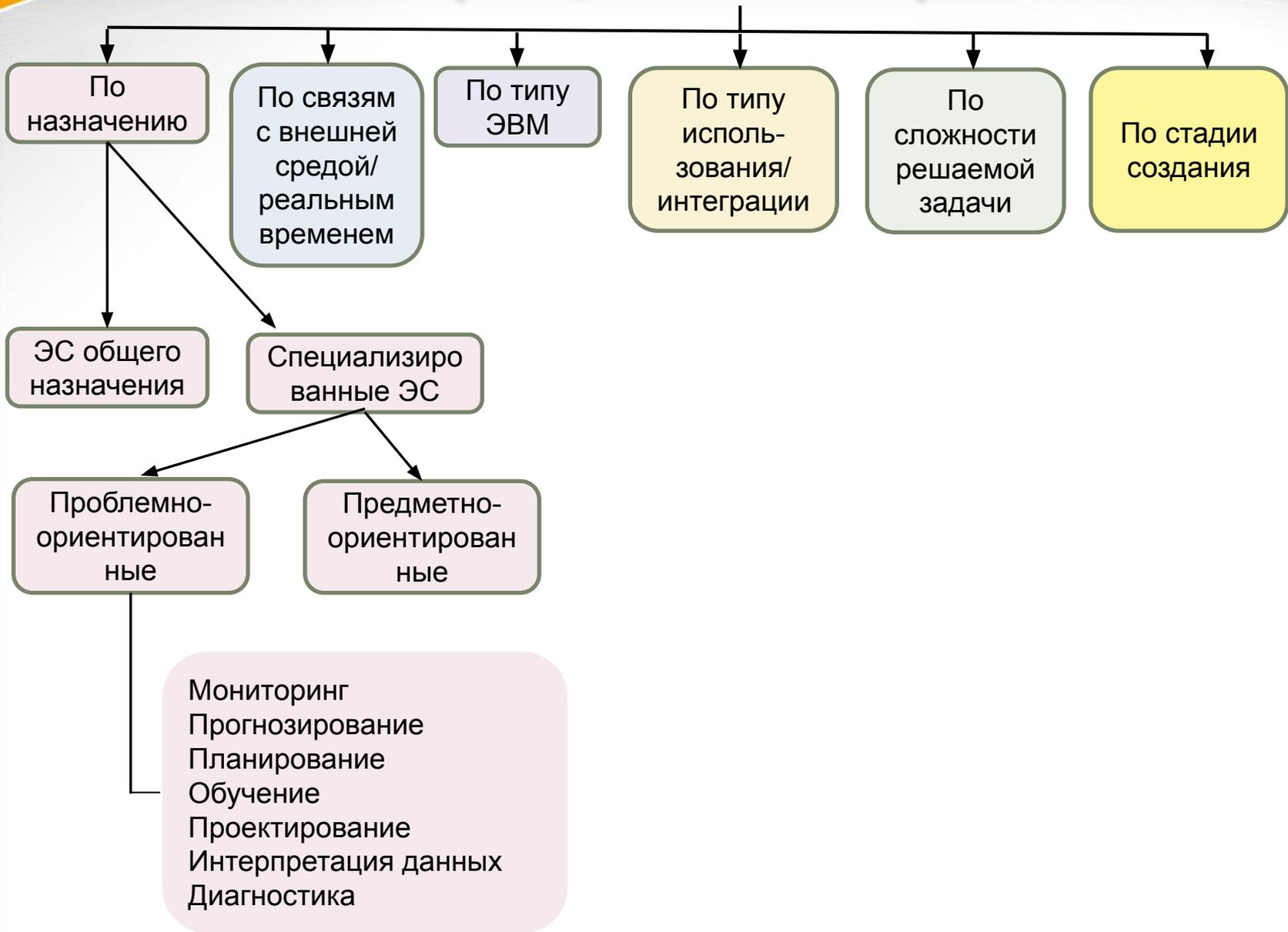
ЭС работает в двух режимах: режиме приобретения знаний и в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме *приобретения знаний* общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт.

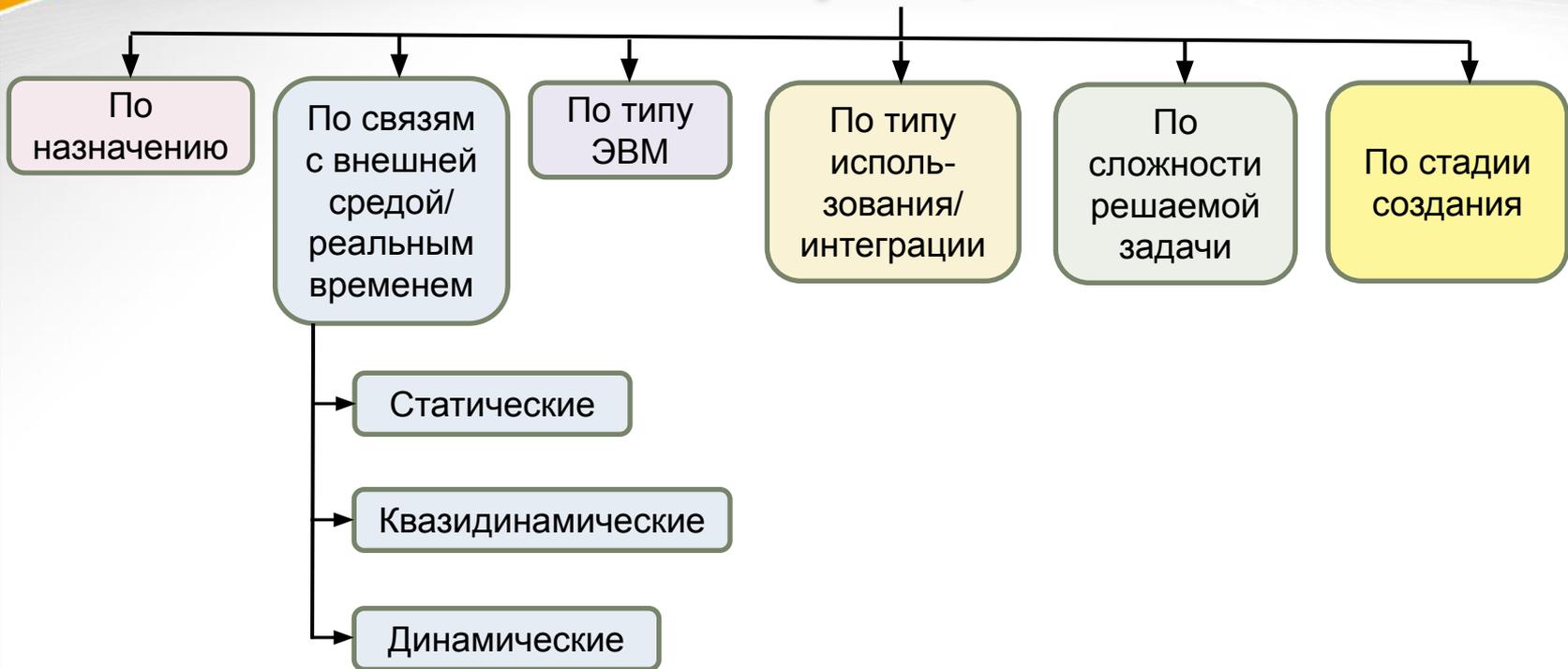
В режиме *консультации* общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения.

В *режиме консультации* данные о задаче пользователя после обработки их диалоговым компонентом поступают в рабочую память. *Решатель* на основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил из баз знаний формирует решение задачи. В отличие от традиционных программ ЭС при решении задачи *не только исполняет* предписанную последовательность операции, но и *предварительно формирует ее*.

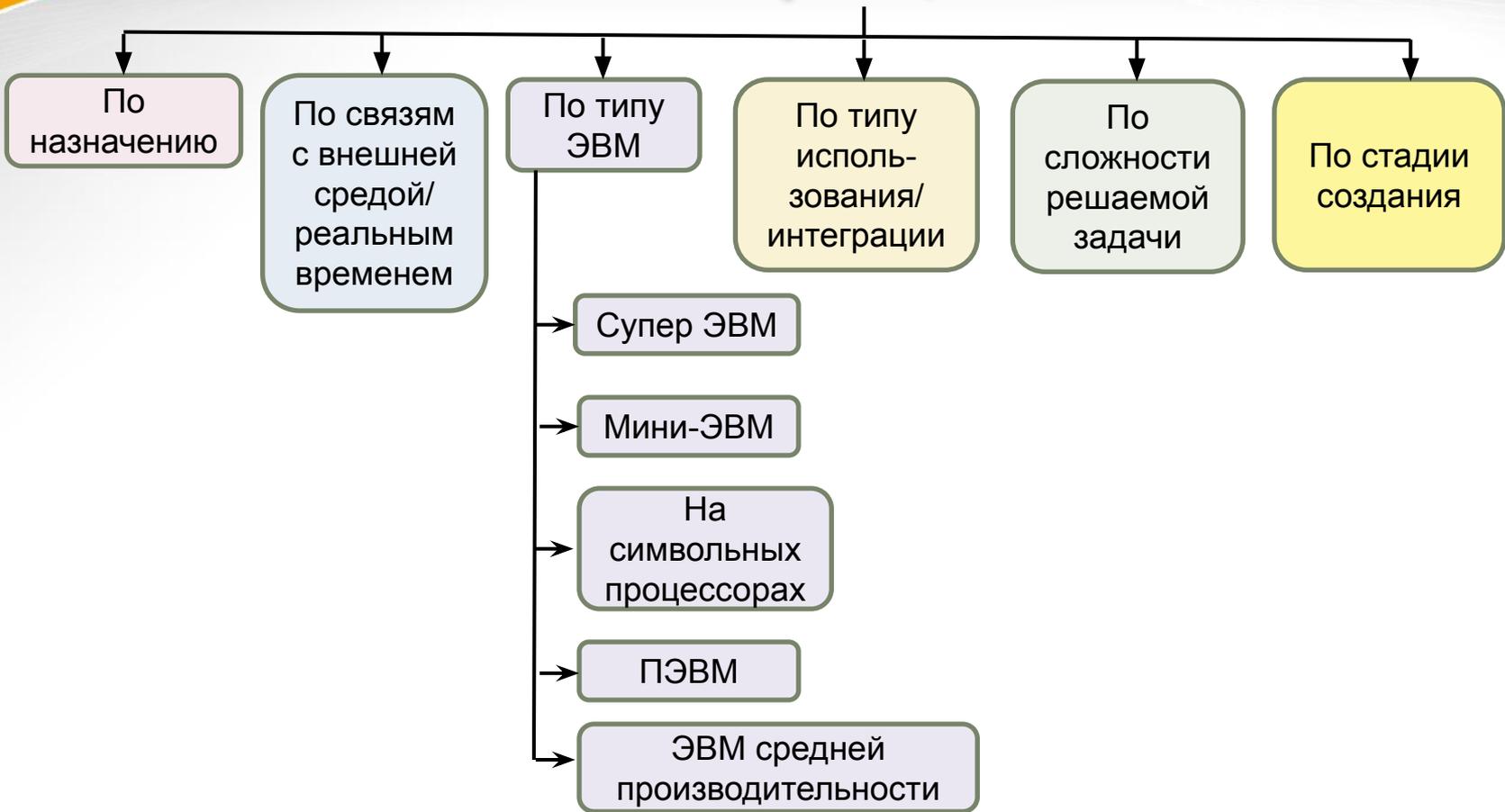
3. Классификация и области применения ЭС



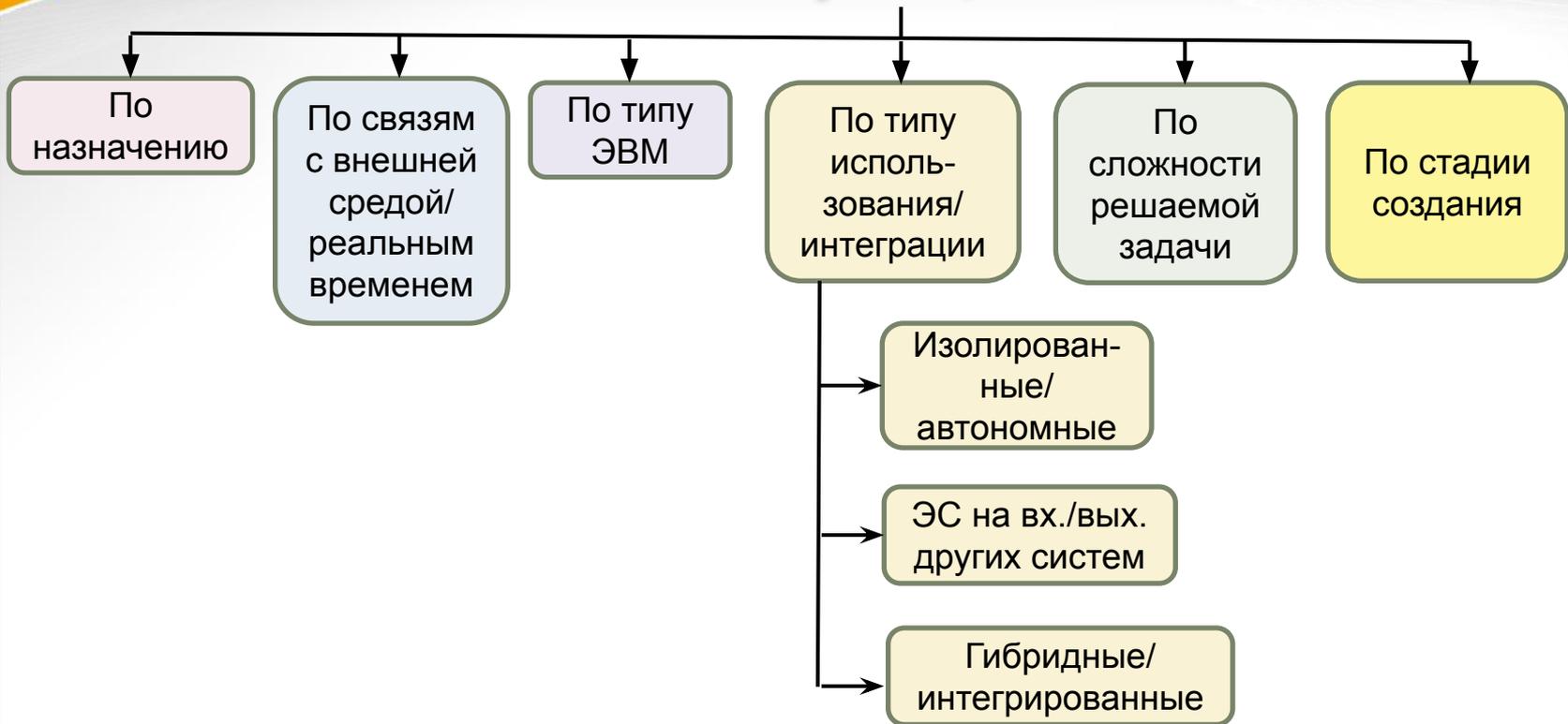
Классификация ЭС



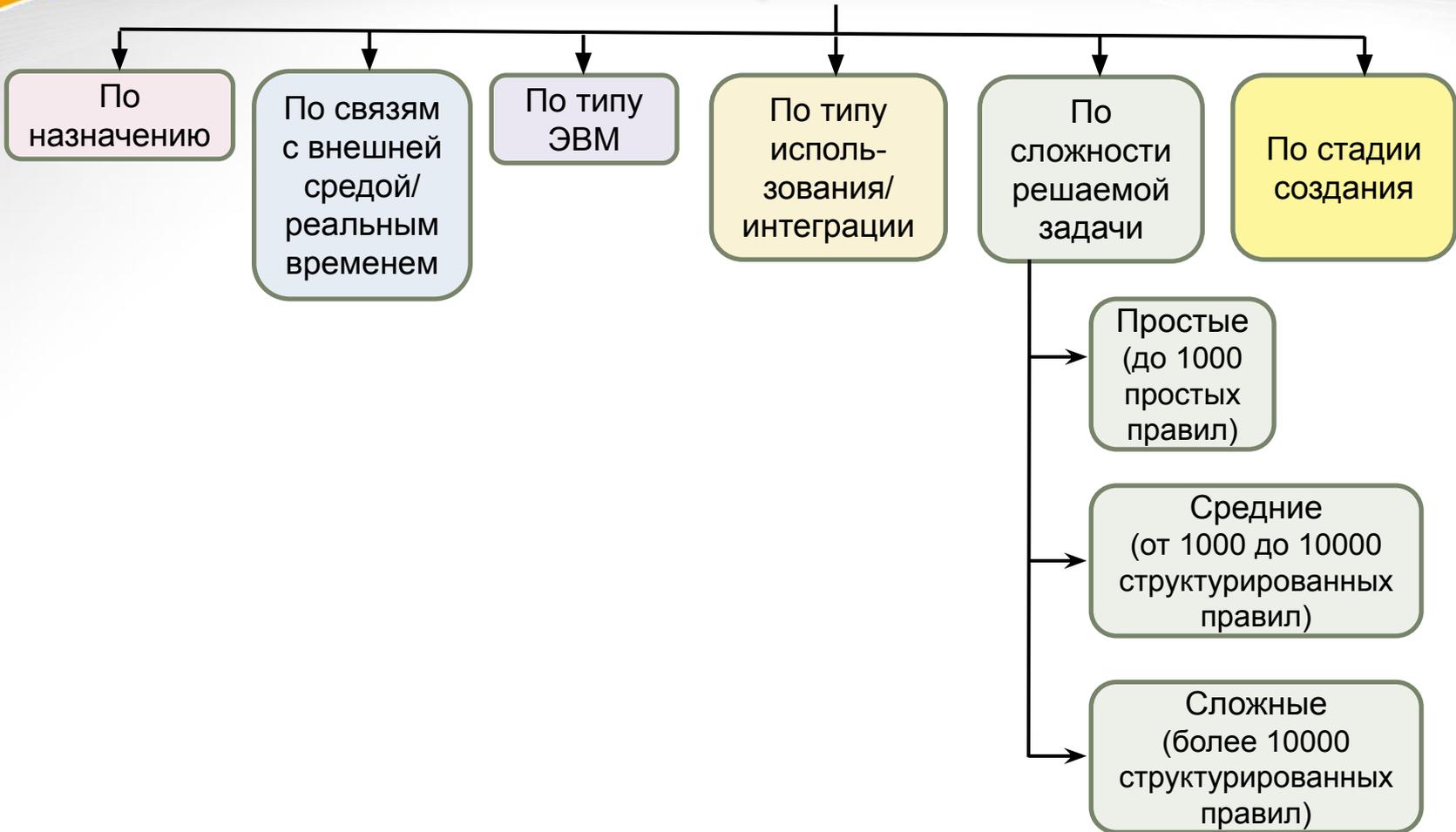
Классификация ЭС



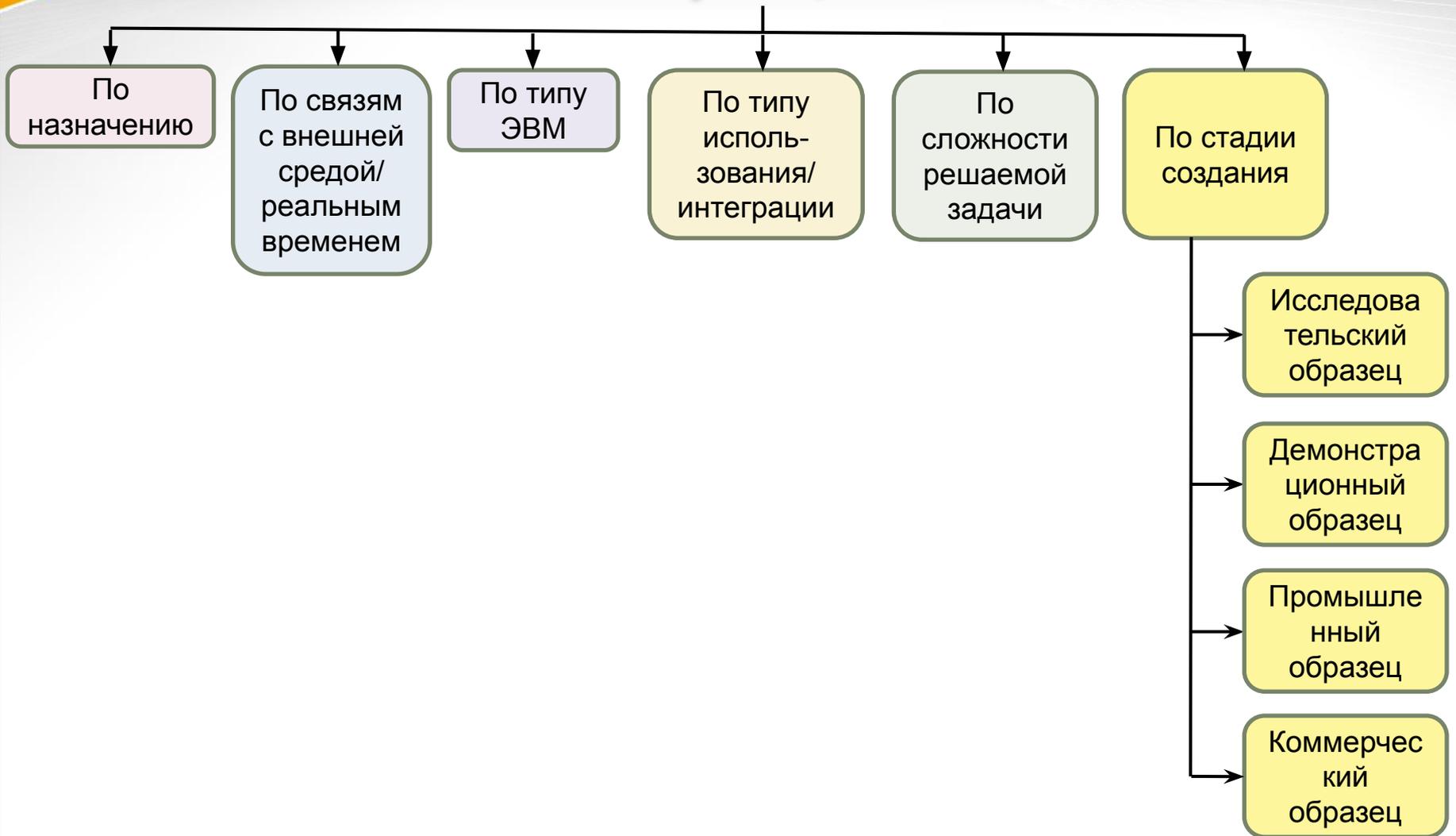
Классификация ЭС



Классификация ЭС



Классификация ЭС



Основные компоненты последовательности создания ЭС



2. Преимущества и недостатки использования ЭС

Преимущества использования ЭС.

1. Обеспечение согласованных решений.
2. Обеспечение разумных объяснений.
3. Преодоление ограничения человека.
4. Легкая адаптация к новым условиям.

Недостатки использования ЭС.

1. Недостатки здравого смысла.

ПРИМЕР. Любой человек сразу же выразит свое недоумение, если его попросят найти номер телефона Аристотеля, но едва ли найдется программа, которая скажет, что древнегреческие философы не пользовались телефонами.

2. Дорогостоящее внедрение и расходы на техническое обслуживание.
3. Трудности в создании правил вывода.
4. Возможность предоставления неправильных решений.

3. Примеры экспертных систем

1. META-DENDRAL. Система DENDRAL дает возможность установить более вероятную структуру химического соединения согласно экспериментальным данным.
2. MYCEV-EMYCIN-TEIREIAS-PLTF-NEOMYCIN. Ряд медицинских ЭС и разработанные для их построения сервисные программные средства.
3. PROSPECTOR-KAS. Система PROSPECTOR специализированная система для поиска (прогноза) месторождений на основании проведенных анализов в геологии. KAS — система получения знаний для базы знаний PROSPECTOR.
4. CASNET-EXPERT Система CASNET - медицинская ЭС, разработанная с целью диагностики и выдачи рекомендаций по лечению офтальмологических заболеваний. На основе этой системы разработан язык инженерии знаний EXPERT, на основании которого создана серия других медицинских исследовательских систем.
5. HEARSAY-HEARSAY-2-HEARSAY-3-AGE. Первоначальные две системы этого ряда являются развитием ИС определения слитной человеческой речи, слова которой выбираются из установленного словаря.

ЭС в военном деле

ACES	Проводит картографические работы по отображению обстановки на карте, применяя объектно-ориентированную схему отображения, реализованную на языке Loops с целью эксплуатации на АРМ Xerox Dolphin. Система спроектирована фирмой ESL и приведена к уровню экспериментального прототипа.
ASTA	Может помочь специалисту определить тип радара, который посылает перехваченный сигнал. В виде правил представлены знания в системе. Данная система спроектирована фирмой Advanced Information & Decision Systems, и доведена до уровня экспериментального прототипа.
DART	Предоставляет помощь в обработке разведданных центров командирования, и связи врага (противника). Система DART разработана на языках программирования Паскаль и Си. для систем VAX 11/780. Разработанная фирмой «Par Technology Corporation» и доведена до уровня экспериментального прототипа.

<p>ЭС в Информатике</p>	<p>CODES</p>	<p>Может помочь разработчику БД. желающему применять подход IDEF1 с целью установления концептуальной схемы БД. CODES спроектирована на языке UCI LISP.</p>
<p>ЭС в компьютерных системах</p>	<p>MIXER</p>	<p>Предоставляет помощь специалистам (программистам) в создании микропрограмм для разработанной Texas Instruments СБИС TI990. MIXER спроектирована на языке Пролог.</p>
<p>ЭС в электронике</p>	<p>АСЕ</p>	<p>Определяет отказы в телефонной сети и предоставляет рекомендации по ремонту и восстановлению. АСЕ спроектирована на языках OPS4 и FRANZ LISP и эксплуатируется на микропроцессорах серии AT&T 3В-2. находящимся в подстанциях наблюдения состояния кабеля. Она спроектирована в Bell Laboratories. АСЕ прошла экспериментальную эксплуатацию и доведена до уровня коммерческой ЭС.</p>

4. Назначение информационной технологии ППР

В принятии решений важнейшими областями, в которых компьютер становится ближайшим помощником человека, являются:

- *быстрый доступ к информации*, накопленной в компьютере, **лица, принимающего решение** (ЛПР), или /и в компьютерной сети, к которой подключен;
- *осуществление оптимизации или интерактивной имитации*, основанных на математических или эвристических моделях;
- *нахождение в базах данных принятых ранее решений* в ситуациях, подобных исследуемым, для использования ЛПР в подходящий момент;
- *использование знаний лучших в своей области специалистов*, включенных в базы знаний экспертных систем;
- *представление результатов* в наиболее подходящей для ЛПР форме.

СППР - совокупность процедур по обработке данных и суждений, помогающих руководителю в принятии решений, основанная на использовании моделей.

СППР - это интерактивные автоматизированные системы, помогающие лицу, принимающему решения, использовать данные и модели слабоструктуризированных проблем.

СППР - это компьютерная информационная система, используемая для поддержки различных видов деятельности при принятии решений *в ситуациях, где невозможно или нежелательно иметь автоматизированную систему, которая полностью выполняет весь процесс решения.*

СППР - это системы обработки на ЭВМ информации в целях интерактивной поддержки деятельности руководителя в процессе принятия решений.

4. Назначение информационной технологии ППР

Система поддержки принятия решений (СППР) - это вид компьютерных информационных систем, помогающих управляющему в принятии решений с использованием данных, математических методов и моделей посредством прямого диалога с компьютером.

СППР обычно используют *при решении* следующих задач:

- *определение и анализ тенденций* (например, роста или снижения продаж товара);
- *измерение ключевых соотношений* и слежение за ними (например, издержки производства, рентабельность предприятия);
- *анализ конкурентоспособности*;
- *анализ “что, если”* (например, построение нескольких вариантов развития ситуации на рынках сбыта товара).

Неформализованные задачи для применения СППР

- задачи не могут быть заданы в числовой форме;
- цели не могут быть выражены в терминах точно определенной целевой функции;
- не существует алгоритмического решения задач;
- алгоритмическое решение существует, но его нельзя использовать из-за ограниченности ресурсов (время, память).

Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями:

- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью *исходных данных*;
- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью *знаний о проблемной области и решаемой задаче*;
- большой размеренностью пространства решений, т.е. *перебор при поиске решений весьма велик*;
- *динамически изменяющимися данными и знаниями.*

Отличительные особенности СППР:

- возможность сочетания традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального конечного пользователя ЭВМ посредством использования диалогового режима работы;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

4.1. Роль СППР в информационной системе управления (ИСУ)

Самый *нижний уровень* таких систем - это система электронной обработки данных (СОЭД).

СОЭД:

- выполняют необходимые фирме задачи по обработке данных;
- решают только хорошо структурированные задачи;
- выполняют стандартные процедуры обработки данных;
- работают в автоматическом режиме;
- используют детализированные данные в зависимости от времени;
- оказывают минимальную помощь в решении проблем (расчет прибыли и баланс за отчетный период).

В иерархии управленческих решений уровень СОЭД соответствует уровню управленческого контроля, автоматизирующего документооборот в организации.

Основными характеристиками СОЭД являются:

- обработка данных на уровне оперативного контроля;
- эффективная обработка коммерческих операций, проводимых организацией;
- составление расписания и оптимизация работы компьютера;
- интеграция файлов, описывающих смежные задачи;
- составление отчетов для руководства.

Отличительные особенности СППР

- На втором **среднем уровне**, соответствующем уровню управленческого контроля, акцент переносится на процедуры обработки информации, выполняемые **информационными системами управления (ИСУ)**. В этих системах появляется возможность работы в запросно-ответном режиме за счет появления в их составе систем управления базами данных (СУБД). ИСУ выдают *выходную информацию* в виде управленческих отчетов, осуществляющих фильтрацию и агрегирование данных, представляемых в удобном для принятия решения виде. ИСУ *не предназначены для использования в чисто автоматическом режиме*. Все решения в них принимает человек. Система может использоваться на любом уровне управления.

4.2. Структура и основные характеристики ИСУ

Основными характеристиками ИСУ являются:

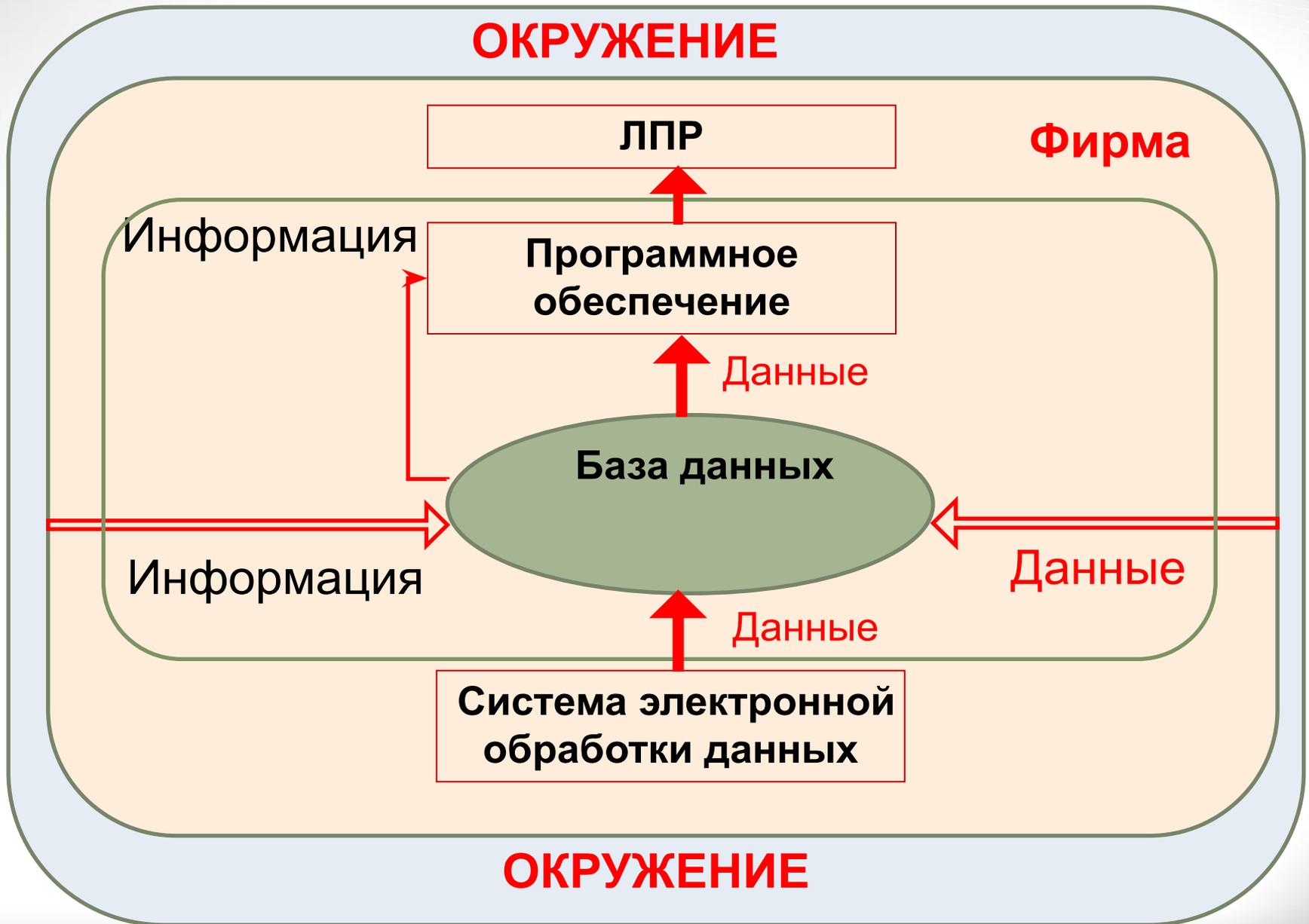
- подготовка информации, полезной на уровне среднего руководства;
- структурирование (упорядочивание) информационных потоков;
- интеграция (объединение) данных, получаемых от СЭОД по функциональным сферам бизнеса (информационные системы маркетинга, производства и т.д.);
- создание запросно-ответной системы и составление отчетов для руководства (обычно с использованием баз данных).

На **третьем уровне управления**, соответствующем стратегическому планированию, формируются наиболее важные решения организации. Используемые на этом уровне СППР *имеют следующие характеристики:*

- подготовка вариантов решений для высшего руководства;
- обеспечение высокой адаптивности к изменениям и высокой скорости ответов на запросы пользователей;
- обеспечение помощи в принятии решений любым

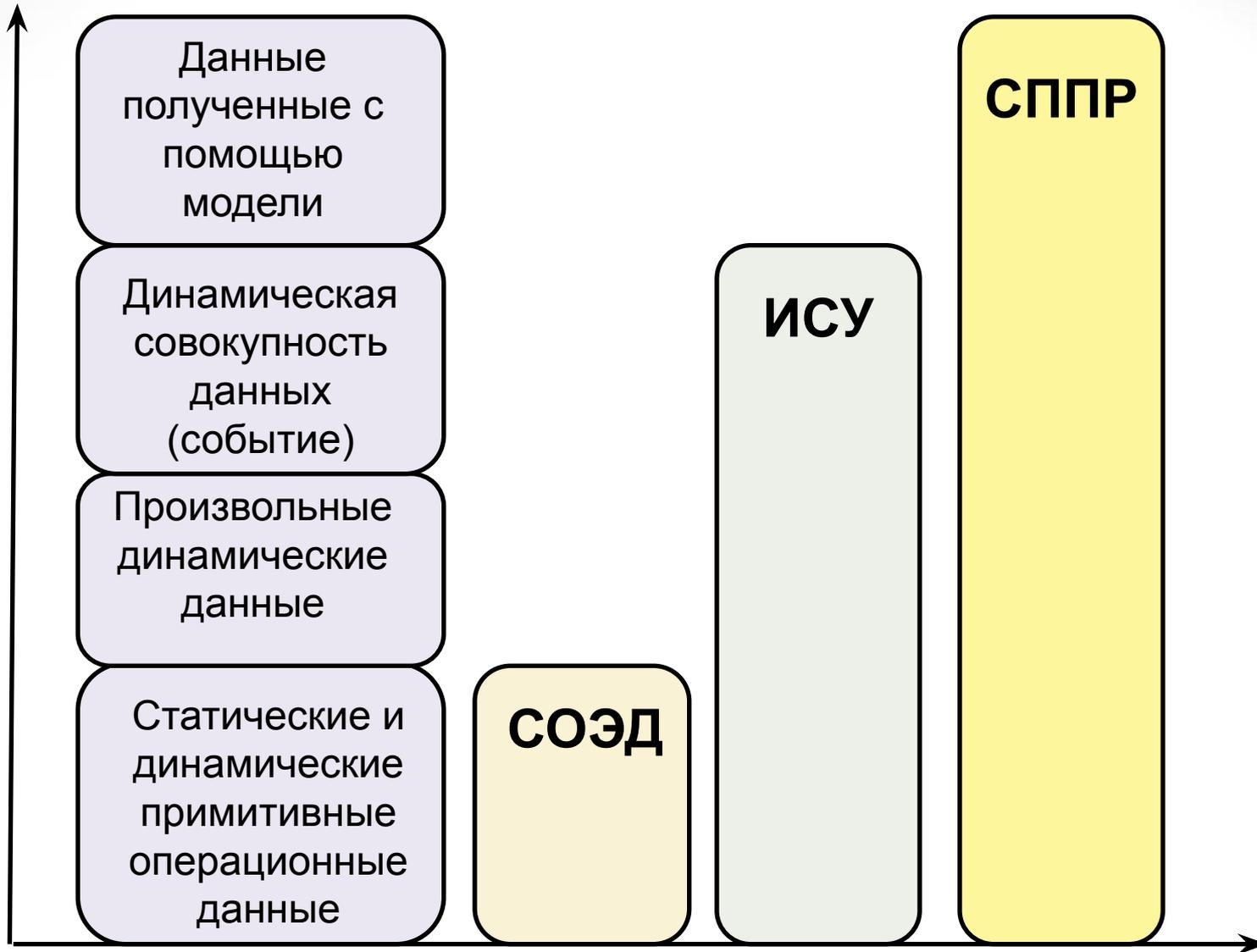
индивидуальным управлением

Структура информационной системы управления



Соответствие данных и системы, используемые для принятия решений в СППР

Степень полезности для СППР



Обычно данные для принятия решений обладают следующими *свойствами*:

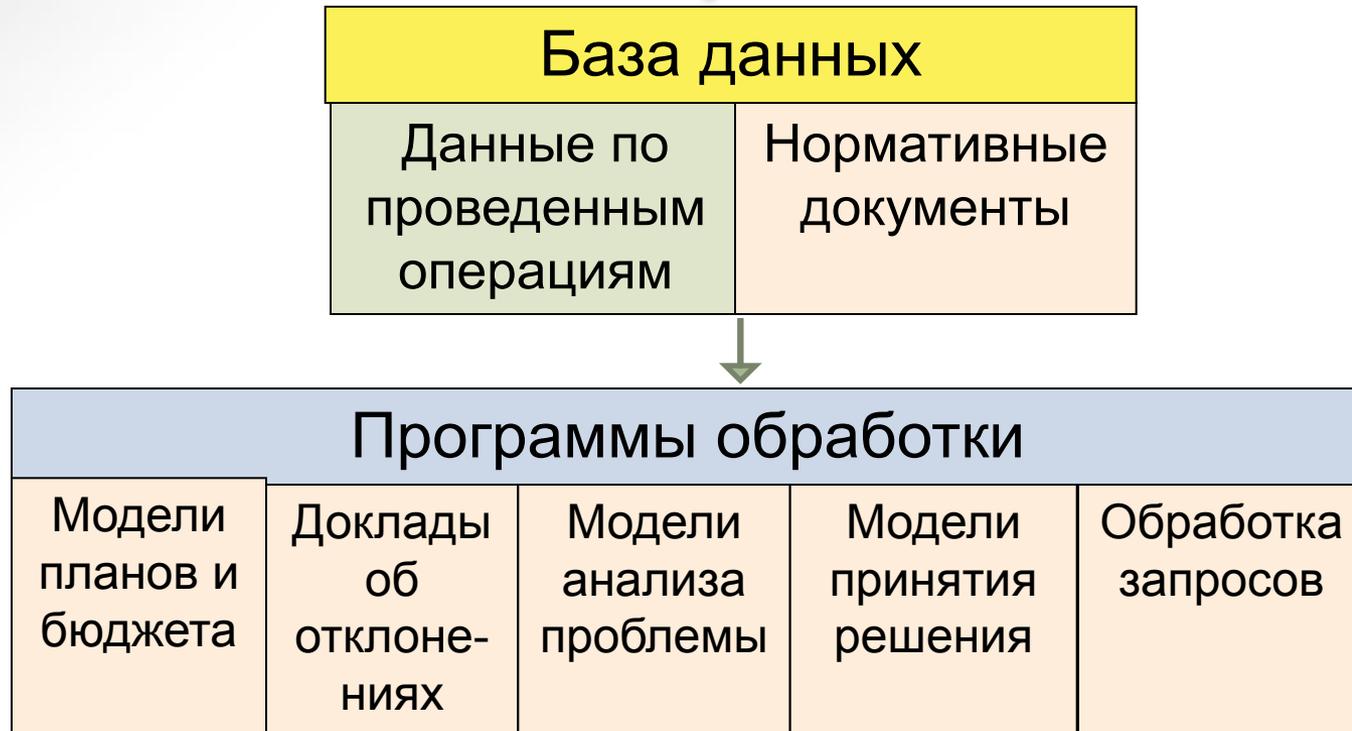
- являются обобщенными;
- являются актуальными;
- обрабатываются эвристически;
- доступны не всем работникам организации;
- ориентированы на анализ;
- управляются аналитическими запросами;
- поддерживают нужды управления;
- обслуживают сообщество работников управления.

СППР в организации используются в 2-х аспектах: *управленческий контроль и оперативно-тактическое планирование.*

База данных, используемых для получения указанной информации, должна состоять из *двух элементов*:

- 1) данных, накапливаемых на основе оценки операций, производимых фирмой;
- 2) планов, стандартов, бюджетов и других нормативных документов, определяющих планируемое состояние объекта управления (подразделения фирмы).

Схема обработки данных на уровне управленческого контроля



↑

**Распоряжения
Запросы
Проблемы и др.**

↓

**Новые планы
Бюджеты
Анализ проблем
Ответы
Решения**

Стратегическое планирование включает в себя определение целей компании, ресурсов, используемых для достижения этих целей и политики (стратегии), которая должна привести к достижению поставленных целей.

Для принятия стратегических решений обычно требуется информация, лежащая за пределами деятельности фирмы.

Здесь решаются следующие задачи обработки данных:

- исследование возможностей конкурентов в части расширения их доли рынка;
- исследование текущего и перспективного политического развития стран, интересующих фирму;
- разработка альтернативных стратегий развития фирмы и их ресурсного обеспечения.

Помощь, оказываемая информационными системами при принятии решений на *стадии стратегического планирования*, намного меньше, чем на более низких стадиях из-за структурированности возникающих там задач.

5. Принятие решений в СППР

Принятие решений распадается на несколько взаимосвязанных фаз (процедур):

1. Изучение проблемы.
2. Сбор данных.
3. Разработка возможных альтернатив (путей) решения проблемы.
4. Оценка предложенных альтернатив.
5. Выбор решения.

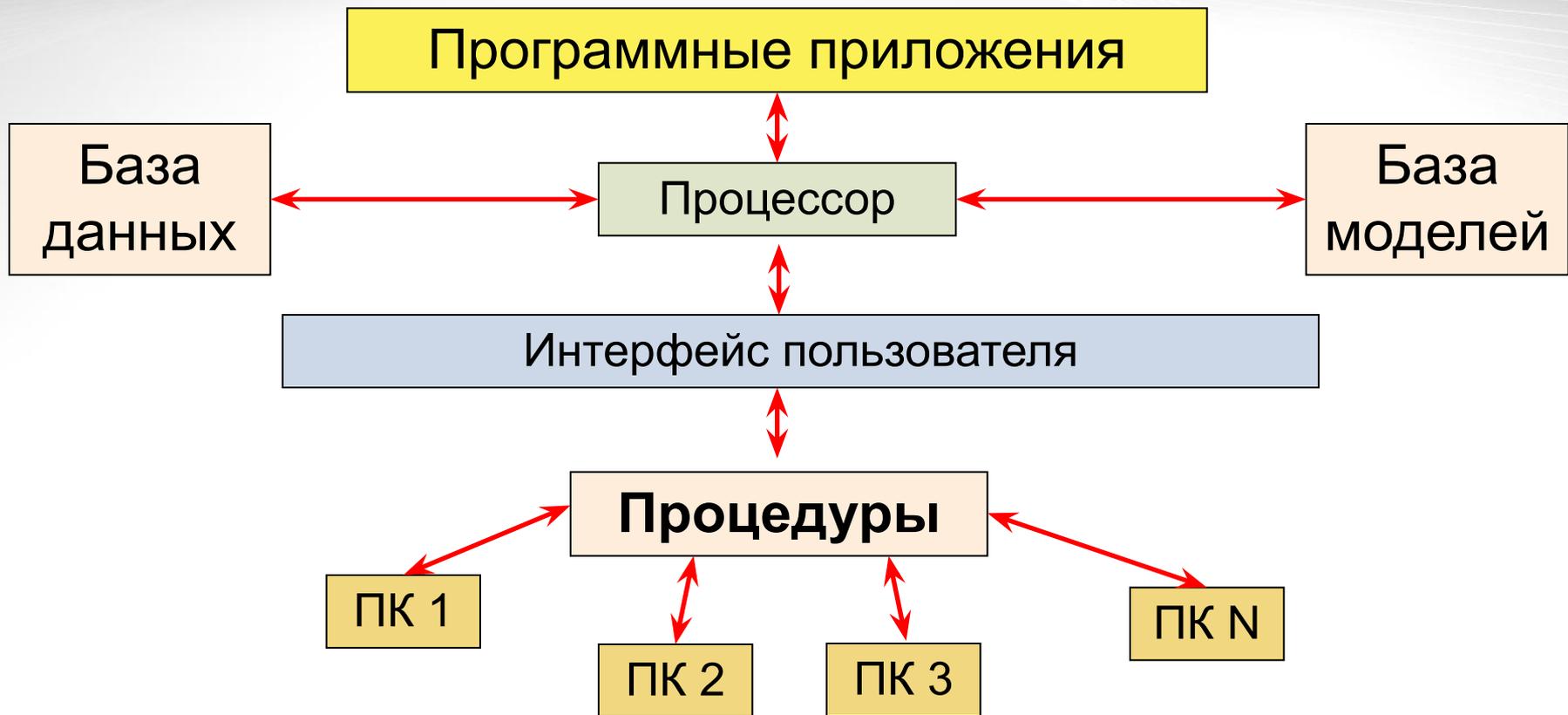
Различают несколько вариантов информационной технологии процесса принятия решений:

- **индивидуальные** информационные системы (ИС);
- **групповые** ИС;
- **внутрифирменные** ИС.

Выработка решений в СППР



Структура групповой СППР



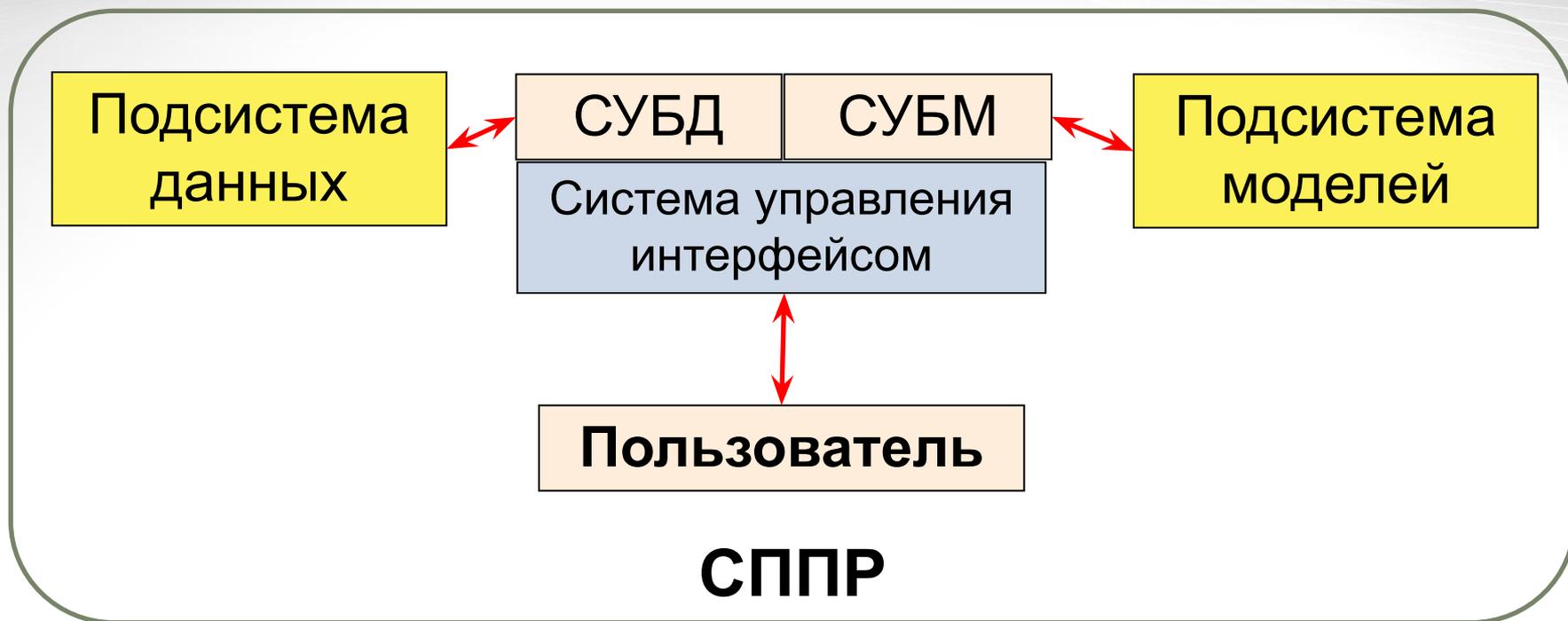
Техническое обеспечение групповой СППР представляет собой сеть компьютеров или терминалов. Каждый участник находится за своим компьютером, имея возможность вести диалог с центральным процессором системы. ПО ГСППР включает в себя **базу данных, базу моделей и программы специальных приложений**. Оно обеспечивает возможность *индивидуальной и групповой работы* пользователей, а также ведение **групповых процедур принятия решений**.

6. Основные компоненты информационной технологии и эксплуатационные требования к СППР

Система поддержки принятия решений состоит из следующих блоков:

- **подсистемы данных**, преобразующей данные (Д), необходимые для принятия, в соответствующую базу данных (БД), которая управляется системой управления базой данных (СУБД);
- **подсистемы моделей** (ПМ), управляемой с помощью системы управления базой моделей (СУБМ);
- **системы управления интерфейсом** (СУИ) пользователя с СППР.

Структура СППР



Первичные данные получают из внешних источников и источников, находящихся внутри фирмы (документооборота фирмы и др.). Эти первичные данные вводятся в базу данных, где они, согласно разработанной структуре БД, фильтруются, сортируются, агрегируются в производные данные и совокупности данных, необходимых для СППР. СУБД позволяет по заданным программам обрабатывать данные, обновлять их, отвечать на запросы пользователя, создавать и изменять структуру таблиц БД.

Эксплуатационные требования к СППР

1. СППР должны осуществлять помощь в принятии решений и быть особенно эффективными при *решении неструктурированных и плохо структурированных* задач.
2. СППР должны оказывать *помощь в принятии решений* менеджерам *всех уровней* (при координации нескольких уровней управления).
3. СППР должны осуществлять помощь в принятии как индивидуальных, так и коллективных решений.
4. СППР должны осуществлять помощь *на всех стадиях* процесса принятия решений. Если на стадиях изучения проблемы и сбора данных СППР оказывает лишь дополнительную помощь (главный вклад вносит использование ИСУ), то на всех последующих стадиях (кроме стадии окончательного выбора решения) помощь, оказываемая СППР, должна превалировать.
5. СППР, оказывая помощь при принятии различных решений, *не может зависеть* ни от одного из них.
6. Использование СППР должно быть *легким*. Это обеспечивается высокой адаптивностью системы по отношению к виду задач, особенностям организационного окружения и пользователя, а также дружественным интерфейсом.

Заключение (ЭС)

- ЭС не обладают интуицией и общими знаниями о мире, их ход и метод решения проблемы не может выйти за рамки тех знаний, что в них заложены.
- ЭС также будут бессильны при решении проблемы в изменяющихся условиях, например, при смене методики решения или появлении нового оборудования. Эксперты могут непосредственно воспринимать весь комплекс входной сенсорной информации, будь то визуальная, звуковая, осязательная или обонятельная. ЭС воспринимает только символы, которыми представлены знания. Поэтому сенсорную информацию необходимо проанализировать и преобразовать в символьную форму, пригодную для машинной обработки.
- При преобразовании человеком сенсорной информации неизбежно возникают искажения и потери, но классифицировать весь поток информации на значимое и второстепенное или абсурдное способен только человек.

Заключение (СППР)

- Процесс принятия решения начинается обычно при появлении проблемной ситуации, когда проектируется новая система, или когда отклонение от штатного режима функционирования системы не вписывается в допустимые пределы.
- В последнее время развивается идея принятия решений на основе слабых сигналов, когда есть лишь отдельные факты, не вписывающиеся в принятую парадигму, но еще не представляющие существенное отклонение, по которым должны быть приняты меры. Слабые сигналы говорят о возможностях, которые еще недостаточно ясны, или о предполагаемых опасностях в будущем.
- СППР являются мощным инструментом для выработки альтернативных вариантов действий, анализа последствий их применения и совершенствования навыков руководителя в столь важной области его деятельности как принятие решений.

Контрольные вопросы

1. Что называется экспертной системой?
2. По каким категориям могут быть классифицированы знания применительно к экспертной системе?
3. К каким классам могут быть сведены существующие модели представления знаний для различных предметных областей в ЭС?
4. Что входит в структуру экспертной системы?
5. Для чего предназначена База знаний в ЭС?
6. Для чего предназначен Решатель в ЭС?
7. Для чего предназначен Компонент приобретения знаний в ЭС?
8. Для чего предназначен Объяснительный компонент в ЭС?
9. Представители каких специальностей участвуют в разработке ЭС?
10. В каких режимах работает ЭС?
11. Какие области являются традиционными для применения ЭС?
12. СППР – это...?
13. Чем характеризуются неформализованные задачи в СППР?
14. Какие задачи обработки данных решаются при стратегическом планировании в СППР?
15. Из каких процедур состоит принятие решений в СППР?
16. Из каких блоков состоит СППР?
17. Что входит в структуру СППР?