Министерство образования Российской Федерации

Курганский государственный университет

Кафедра

"Программное обеспечение вычислительной техники

и автоматизированных систем"

Реферат

**На тему:**

**«Производственные системы с искусственным интеллектом».**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Дисциплина: | Базы знаний и экспертные системы |
|  | Выполнил: | Викулин А.В.  ФМ-3308 |
|  | Проверил: | Головко А.П. |

Курган, 2001 г.

Аннотация

### Данный документ содержит информацию о производственных системах с искусственным интеллектом (ПСИИ), об их архитектуре, проектировании, инструментальных средствах для разработки.

Содержание

Введение 3

1. Новая информационная технология в системах управления производством 4

1.1. Эволюция систем управления производством 4

1.2. ПСИИ – системы, базирующиеся на знаниях 5

2. Представление знаний в ПСИИ 6

3. Архитектура ПСИИ 9

3.1. Структура ПСИИ 9

3.2. База знаний 10

3.3. Механизм вывода 10

3.4. Диалоговый интерфейс 10

3.5. Объяснение и обоснование решений в ПСИИ 11

4. Проектирование ПСИИ 13

4.1. Этапы проектирования и стадии существования ПСИИ 13

4.2. Предметная область и работа с экспертами 14

5. Инструментальные средства для разработки ПСИИ 15

5.1. Программные средства 15

5.2. Технические средства 16

Заключение 18

Литература 19

# Введение

##### В настоящее время накоплен большой опыт создания автоматических систем управления (АСУ) в различных отраслях народного хозяйства. Этот опыт позволяет сделать вывод о том, что резерв повышения эффективности АСУ заключается в увеличении уровня интеллектуализации этих систем, переходе к так называемым “разумным” производственным системам, ориентированным на знания.

Область применения существующих на сегодняшний день систем искусственного интеллекта (ИИ) охватывает медицинскую диагностику, интерпретацию геологических данных, научные исследования в химии, биологии, военном деле и ряде других отраслей. Что касается применения таких систем в сфере управления промышленными производствами, то эти вопросы еще не нашли должного отражения в литературе.

Производственные системы с искусственным интеллектом являются системами не только качественно нового типа, но и системами, составляющими органичное звено в структуре современных автоматических систем управления производством.

# 1. Новая информационная технология в системах управления производством

## 1.1. Эволюция систем управления производством

Как известно, управление технологическими процессами вплоть до 60-х годов основывалось на применении несложных регуляторов механического, электрического и пневматического типов, расчет которых базировался на линейных одномерных моделях.

Проектирование более сложных систем управления ограничивалось как возможностями технических средств и недостаточной теоретической базой, так и относительной простотой большинства технологических процессов того времени.

Примерно к тому же времени относятся первые попытки применения ЭВМ в планировании и управлении производством. Правда техническая база оставалась еще слабой. ЭВМ первого поколения, на которых базировалась разработка АСУ были мало пригодны для решения задач управления производством. Поэтому ЭВМ применялись в основном для бухгалтерского учета.

Применение ЭВМ второго поколения, а также работы в области методологии проектирования и внедрения АСУ позволили поставить задачу управления предприятием в рамках функциональных подсистем. Опыт эксплуатации АСУП, внедренных в конце

60-х годов, показал их эффективность, проявившуюся в улучшении планирования и учета производства. Но достигнутый научно-технический уровень АСУП не удовлетворял ни разработчиков, ни заказчиков. Невозможно было обрабатывать данные в реальном масштабе времени.

Высокоэффективные и надежные (для того времени) ЭВМ третьего поколения позволили перейти к более сложным формам организации систем управления тех. объектами. Поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки обеспечивалось путем оперативного воздействия на него, т.е. значения вычисленных установок преобразуются в настройки регуляторов. Функции оператора-технолога сводятся к наблюдению и вмешательству при аварийных ситуациях. Однако для ряда промышленных объектов реализация данных форм организации систем управления оказалась невозможной. Тогда появились адаптивные самообучающиеся и самообучающиеся системы. Несмотря на то, что в теории обучающихся и самообучающихся автоматических систем были получены важные результаты, промышленное применение их было достаточно ограничено из-за отсутствия доступных инженерных методов синтеза и технической реализации алгоритмов таких систем.

Современные АСУ не могут обходиться без наличия в них специальных средств организации диалога с человеком. Конечные пользователи, осознавая возможности, которые может сегодня предоставить им вычислительная техник, претендуют на непосредственный контакт с ПК или интеллектуальными терминалами. В большинстве внедренных систем управления этот контакт ограничивается простейшими режимами диалога и помогает пользователю выбирать подходящий вычислительный алгоритм, определять и задавать свои предложения относительно вывода решения, представления результатов. Более развитые средства дают возможность организовывать диалог с самой моделью для осуществления ее информационных и структурных модификаций. Именно взаимодействие конечного пользователя с оптимизационными моделями в процессе принятия управленческих решений представляет в настоящее время наибольший интерес и значительные трудности.

## 1.2. ПСИИ – системы, базирующиеся на знаниях

Исторически теоретические наработки в области искусственного интеллекта велись в двух основных направлениях

Первое направление связано с попытками разработки интеллектуальных машин путем моделирования их биологического прототипа – человеческого мозга. Оптимизм кибернетиков 50-х годов, возлагавших надежды на данное направление не увенчался успехом ввиду непригодности для этих целей существовавших тогда аппаратных и программных средств.

Второе направление – разработка методов, приемов, устройств и программ для ЭВМ, обеспечивающих решение сложных математических и логических задач, позволяющих автоматизировать отдельные интеллектуальные действия человека. Первым шагом в этом направлении можно считать разработку GPS-универсального решателя задач. В его основу было положено представление об эвристическом поиске, в процессе которого обеспечивалось разбиение задачи на подзадачи до тех пор, пока не будет получена легко решаемая подзадача.

Попытки уйти от неоправдавших себя универсальных эвристик при решении интеллектуальных задач привели к заключению о том, что главное, чем располагает специалист, - это накопленный им в процессе своей профессиональной деятельности некоторый набор разнообразных приемов и неформальных правил. Впоследствии была разработана ЭС Dendral, базирующаяся на знаниях, которая явилась прототипом всех последующих ЭС.

Базовая структура “системы, базирующейся на знаниях” состоит из следующих блоков: базы знаний, содержащей знания о некоторой ограниченной предметной области; решателя, или блока логического вывода, осуществляющего активизацию знаний, соответствующих текущей ситуации; блока верификации БЗ, обеспечивающего добавление новых знаний и корректировку уже существующих; блока объяснения, позволяющего пользователю прослеживать всю цепочку рассуждений системы, приводящих к конечному результату, и, наконец, интерфейса, обеспечивающего удобную связь между пользователем и системой.

Существует множество доводов в пользу того, что ПСИИ могут и должны стать важнейшей составной частью в технологии современных производств.

Главная проблема, стоящая перед предприятием, в смысле управления, - это проблема преодоления сложности при выборе из множества решений. Это может быть инженерный выбор решения, выбор расписания и т.д.

Управление производством требует обработки большого объема информации. Проблема получения информации с объектов в реальном времени решена. Появилась другая проблема: как уменьшить долю информации до уровня, который необходим для принятия решения? Потеря же информации может существенно сказать на конечном результате.

Нехватка времени на принятие решения – еще одна проблема, которая проявляется по мере усложнения производства. Не менее важна и проблема координации. Если проектирование не оптимально по отношению к стадиям производства, складирования, распределения, то это может увеличить цену производства и снизить качество изделий.

И, наконец, очень важный фактор – необходимость сохранения и распределения знаний отдельных опытных экспертов, полученных ими в процессе многолетней работы и большого практического опыта. Проблема извлечения знаний и их распределения – сегодня одна из главных проблем производственных организаций.

Таким образом, необходима автоматизация интеллектуальной деятельности человека в производственных системах управления.

# 2. Представление знаний в ПСИИ

Важное место в теории искусственного интеллекта занимает проблема представления знаний, являющаяся, по мнению многих исследователей, ключевой. Что же представляют собой знания и в чем их отличие от данных?

Знания представляют собой совокупность сведений (у индивидуума, общества или у системы ИИ) о мире ( конкретной предметной области, совокупности объектов или объекта), включающих в себя информацию о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, правилах использования этой информации для принятия решений.

Первоначально вычислительная техника была ориентирована на обработку данных. Это было связано как с уровнем развития техники и программного обеспечения, так и со спецификой решаемых задач. Дальнейшее усложнение решаемых задач, их интеллектуализация, развитие ВТ ставят задачу создания машин обработки знаний. Существенным отличием знаний от данных является их интерпретируемость.

Если для интерпретации данных необходимы соответствующие программы и сами по себе они не несут содержательной информации, то знания всегда содержательны. Другой отличительной чертой знаний является наличие отношений, например, вида “тип-подтип“, “элемент-множество“ и т.д. Знания характеризуются наличием ситуативных связей, определяющих ситуативную совместимость отдельных событий и фактов, позволяющих устанавливать причинно-следственные связи.

Некоторые исследователи предпринимали попытки определить типы знаний, которые должны быть представлены в системах ИИ. Так, например, этот перечень может охватывать: структуру, форму, свойства, функции и возможные состояния объекта; возможные отношения между объектами, возможные события, в которых эти объекты могут участвовать; физические законы; возможные намерения, цели, планы, соглашения..

Нередко представление знаний провозглашается ядром ИИ, а исследование механизмов представления – определяющей чертой ИИ. Так, Н. Нильсон считает, что “искусственный интеллект – это наука знаний, - как представлять знания, как получать и использовать их“

Правда, единодушия в этом вопросе нет. Как показал опрос, проведенный среди 300 исследователей. Выявилось “ошеломляющее разногласие в том, что означает представление знаний…“

Можно выделить ряд общих для всех систем представления знаний (СПЗ) черт. А именно:

Все СПЗ имеют дело с двумя мирами – представляемым и представляющим. Вместе они образуют систему для представления. Существует также ряд общих для всех СПЗ проблем. К ним можно отнести, в частности, проблемы: приобретения новых знаний и их взаимодействие с уже существующими, организации ассоциативных связей, неоднозначности и выбора семантических примитивов, явности знаний и доступности, выбора соотношения декларативной и процедуральной составляющих представления, что влияет на экономичность системы, полноту, легкость кодировки и понимания.

Модели представления знаний можно условно разделить на декларативные и процедуральные.

Декларативная модель основывается на предположении, что проблема представления некоей предметной области решается независимо от того, как эти знания потом будут использоваться. Поэтому модель как бы состоит из двух частей: статических описательных структур знаний и механизма вывода, оперирующего этими структурами и практически независимого от их содержательного наполнения. При этом в какой-то степени оказываются раздельными синтаксические и семантические аспекты знания, что является определенным достоинством указанных форм представления из-за возможности достижения их определенной универсальности.

В декларативных моделях не содержатся в явном виде описания выполняемых процедур. Эти модели представляют собой обычно множество утверждений. Предметная область представляется в виде синтаксического описания ее состояния (по возможности полного). Вывод решений основывается в основном на процедурах поиска в пространстве состояний

В процедуральном представлении знания содержатся в процедурах – небольших программках, которые определяют, как выполнять специфичные действия (как поступать в специфичных ситуациях). При этом можно не описывать все возможные состояния среды или объекта для реализации вывода. Достаточно хранить некоторые начальные состояния и процедуры, генерирующие необходимые описания ситуаций и действий.

Семантика непосредственно заложена в описание элементов базы знаний, за счет чего повышается эффективность поиска решений. Статическая база знаний мала по сравнению с процедуральной частью. Она содержит так называемые “утверждения“, которые приемлемы в данный момент, но могут быть изменены или удалены в любой момент. Общие знания и правила вывода представлены в виде специальных целенаправленных процедур, активизирующихся по мере надобности. Процедуры могут активизировать друг друга, их выполнение может прерываться, а затем возобновляться. Возможно использование процедур - “демонов“, активизирующихся при выполнении операций введения, изменения или удаления данных.

Средством повышения эффективности генерации вывода в процедуральных моделях является добавление в систему знаний о применении, т.е. знаний о том, каким образом использовать накопленные знания для решения конкретной задачи. Эти знания, как правило, тоже представляются в процедуральной форме.

Главное преимущество процедуральных моделей представления знаний заключается в большей эффективности механизмов вывода за счет введения дополнительных знаний о применении, что, однако снижает их общность. Другое важное преимущество заключено в выразительной силе. Эти системы способны смоделировать практически любую модель представления знаний. Выразительная сила процедуральных систем проявляется в расширенной системе выводов, реализуемых в них. Большинство расширенных форм выводов может быть охарактеризовано понятием “предположение об отсутствии“ и сводится к схеме: “Если А (предварительное условие) – истинно и нет доказательств против В, то предложить В“. Подобные правила вывода оказываются полезными в основном в двух случаях:

1. Неполнота знаний. Если в системе представления отдельные факты не представлены или невыводимы, правила вывода позволяют гипотетически признавать их верными при условии, что в системе нет или в ней невыводимы доказательства противного.
2. Вывод в условиях ограниченности ресурсов. Из-за ограниченности ресурсов процессы вывода не могут завершиться, а должны быть оставлены для получения результатов. В этом случае правила определяют дальнейшие действия системы.

Системы представления, содержащие подобные правила, оказываются немонотонными, т.е. добавление новых утверждений может запретить генерацию вывода, который первоначально мог быть получен. Добавление новых фактов может привести к возникновению противоречий. В некоторых системах кроме самих утверждений содержатся также записи причин, по которым были приняты эти утверждения. При добавлении новых фактов осуществляется проверка того, сохраняются ли справедливость утверждений и соответствие причинам.

Рассмотрим различные формы моделей представления знаний.

Продукционные модели представляют собой набор правил в виде “условие - действие“, где условия являются утверждениями о содержимом БД (фактов), а действия есть некоторые процедуры, которые могут модифицировать содержимое БД. Продукционные модели из-за модульного представления знаний, легкого расширения и модификации нашли широкое применение в экспертных системах.

Другая важная схема представления знаний – семантические сети, представляющие собой направленный граф, в котором вершинам ставятся в соответствие конкретные объекты, а дугам, их связывающим, - семантические отношения между этими объектами. Семантические сети могут использоваться как для декларативных, так и для процедуральных знаний.

Перспективной формой представления знаний являются фреймы, которые быстро завоевали популярность у разработчиков систем ИИ благодаря своей универсальности и гибкости.

Принципиальным методом для логического представления знаний является использование логики предикатов первого порядка (исчисление предикатов). При таком подходе знания о некоторой предметной области могут рассматриваться как совокупность логических формул. Изменения в модели представления знаний происходят в результате добавления или удаления логических формул.

В редукционных моделях осуществляется декомпозиция исходной задачи на ряд подзадач, решая которые последовательно определяют решение поставленной задачи.

Логические представления легки для понимания и располагают правилами вывода, необходимыми для операций над ними. Однако в логических моделях представление знаний отношения между элементами знаний выражаются ограниченным набором средств используемой формальной системы, что не позволяет в полной мере отразить специфику предметной области. Недостатком логического представления является также тенденция потреблять большие объемы памяти ЭВМ.

Ряд понятий человеческих знаний оказывается трудно, а иногда и невозможно описать количественно, используя детерминированные или стохастические методы. Трудности возникают при создании моделей не полностью определенных, неточных, нечетких знаний. Это связано с тем, что человеческому мышлению присуща лингвистическая неопределенность; знания и понятия, которыми оперирует человек, часто имеют качественную природу, они ситуативны, бывают неполными. Для формализации знаний такого типа используется аппарат теории нечетких множеств, создание которого связано с именем известного американского ученого Л. Заде.

Неточность, неопределенность или неполнота, заключенные в смысловых значениях или выводах, присущи естественным языкам с их сложной структурой и многообразием понятий. Различают несколько типов неопределенности в прикладных системах ИИ. Первый связан с ненадежностью исходной информации – неточность измерений, неопределенность понятий и терминов, неуверенностью экспертов в своих заключениях.

Второй – обусловлен нечеткостью языка представления правил, например в экспертных системах. Неопределенность возникает также, когда вывод в ПСИИ базируется на неполной информации, т.е. нечетких посылках. Еще один тип неопределенности может появляться при агрегации правил, исходящих от разных источников знаний или от разных экспертов. Эти правила могут быть противоречивыми или избыточными.

В заключение необходимо отметить, что деление моделей представления знаний на декларативные и процедуральные весьма условно, так как в реальных системах представления знаний используются в равной мере элементы и сочетания всех указанных выше форм моделей представления знаний.

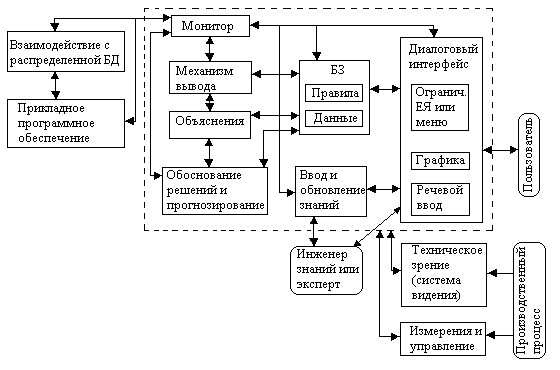
# 3. Архитектура ПСИИ

## 3.1. Структура ПСИИ

Говоря об архитектуре систем ИИ, прежде всего понимают организацию структуры, в рамках которой происходило бы применение знаний и решение проблем в конкретной предметной области. Выбор соответствующей структуры, свойства и функции компонентов систем ИИ, в особенности производственных, определяется и направляется формулируемыми принципами инженерии знаний. На формирование этих принципов в значительной степени оказывают влияние, как специфика предметной области, так и характер задач и функций, решение которых возлагается на ПСИИ.

В зависимости от характера выполняемых функций и области действий эксперты выполняют несколько характерных задач, которые являются типичными. Эти задачи следующие: интерпретация, планирование, управление, проектирование, диспетчирование и мониторинг, прогнозирование, диагностика. А главное – эксперт способен обновлять свои знания, объяснять действия, обосновывать решения, прогнозировать развитие ситуаций, активно взаимодействовать с внешней средой и воспринимать информацию различного характера, получать решения на основе имеющихся знаний, хранить в памяти необходимую информацию и фактографические данные.

Таким образом, чтобы создать систему, работающую со знаниями и способную в какой-то мере заменить эксперта или помочь ему в принятии решений при управлении производством, необходимо заложить в архитектуру системы возможности по реализации названных функций. На рисунке представлена обобщенная структура и компоненты ПСИИ, а также ее окружение.



Структура ПСИИ представленная здесь не универсальна. Ни одна из существующих ПСИИ не содержит все компоненты. Включение тех или иных компонентов и связей в систему в значительной степени определяется ее назначением, функциями, предметной областью, формой взаимодействия с производственным процессом. Некоторые компоненты могут встречаться практически в каждой ПСИИ.

Далее следует описание основных частей ПСИИ.

## 3.2. База знаний

Основу – ядро любой ПСИИ – составляют база знаний и заложенный в систему механизм вывода решений. Если говорить обобщенно, эти компоненты определяют две основные интеллектуальные характеристики системы: способность хранить знания о чем-то и умение оперировать этими знаниями. Более развитым системам, основанным на знаниях, присуща, также способность обучаться, т.е. приобретать новые знания, расширять БЗ, корректировать знания в соответствии с изменяющимися условиями и ситуацией в предметной области.

При проектировании ПСИИ значительные усилия и время затрачиваются на разработку БЗ, т.е. накопление знаний, создание модели представления знаний, их структурирование, заполнение БЗ и дальнейшее поддержание ее в актуальном состоянии. Прежде чем приступить к проектированию и реализации БЗ, разработчикам необходимо осмыслить и разрешить ряд вопросов, непосредственно связанных с процессом создания БЗ и ПСИИ в целом. Вот круг задач, решаемых на начальном этапе разработки (при условии, что вопрос о целесообразности разработки ПСИИ в этой области решен положительно):

Изучение проблемной области (объекта, задач, целей), т.е. “что представлять в БЗ“ и “для чего представлять“; определение понятия “знание“ в контексте исследуемой проблемной области; выявление источников знаний, активная и кропотливая работа с ними; определение типов знаний для решения задачи; оценка на основе исследования проблемной области и характера знаний пространства поиска решений с целью выбора способа структуризации знаний и метода поиска решений (механизма вывода); определение способа структуризации знаний, т.е. того, “как представлять знания“; выбор способа представления знаний; определение структуры БЗ; определение характера взаимодействия структурных частей БЗ, а также взаимодействия ее с другими компонентами ПСИИ в процессе поиска решений; подготовка к процессу заполнения БЗ.

## 3.3. Механизм вывода

Характер поиска необходимых знаний в БЗ, способ организации вывода решений определяются стратегией управления интеллектуальной системы. Стратегия управления представляет собой средство, использующее рассуждения или осуществляющее выводы о знаниях, содержащихся в БЗ. Сформулируем более точно функции механизма вывода и стратегий управления.

Механизм вывода реализует общую встраиваемую схему поиска решений. Стратегии управления обеспечивают разнообразное управление в рамках принятой для данной системы схемы механизма вывода. Другими словами, стратегия управления определяет последовательность и содержание действий при реализации механизма вывода. Она может составлять часть метауровня знаний, т.к. является знанием, которое рассуждает о другом знании, содержащемся в системе.

Наиболее часто реализуемый вариант структуры взаимодействия решающих компонентов систем ИИ включает в себя БЗ, рабочую память (глобальную БД) и управляющую структуру. Работа управляющей структуры в общем случае заключается в анализе состояния рабочей памяти и выявлении по описанию характера и типа данных в рабочей памяти в БЗ знаний (правил, объектов или фактов), соотносимых с этим описанием. Т.е. в БЗ определяется некий подходящий блок знаний (или набор блоков), готовый работать в соответствии с текущими данными рабочей памяти.

Процесс реализации стратегии вывода проходит через четыре основных стадии: выбор, сопоставление, разрешение конфликтов, выполнение.

## 3.4. Диалоговый интерфейс

Производственные системы ИИ функционируют в подавляющем большинстве реализаций, а интерактивном режиме с пользователями, поэтому они должны обладать дружелюбным интерфейсом, позволяющим человеку легко и в удобной для него форме взаимодействовать с ее компонентами. Общение человека и ПСИИ могут обеспечивать и реализовывать различные программные и технические средства ввода и вывода информации. Взаимодействие пользователя с компьютером возможно посредством речи, сенсорного экрана введения текстов на естественном языке, изображений, работы с графикой, полиэкранным дисплеем, манипулятором типа ”мышь”.

Естественной формой общения человека с ПСИИ является язык, на котором говорит. В настоящее время одной из проблем ИИ является развитие систем понимания ЕЯ. Языки, с помощью которых пользователь может общаться с машиной, можно разделить на три класса: регламентированные, профессионально – ориентированные и естественные.

При регламентированном языке система сама выбирает вариант диалога и ведет его. Пример - ”меню” и анкетный язык. Преимущества такого способа общения – простота и надежность. Однако жестко запланированный и заложенный в память системы сценарий диалога не может предусмотреть все возможные варианты диалога.

Более совершенной формой общения пользователя с системой является общение на ограниченном ЕЯ. Лексика здесь ограничена предметной областью, к которой язык отнесен. Эта форма общения исключает различные формы одного и того же слова и пользователь не может выйти за рамки словарного запаса данной системы.

Естественно – языковые системы, которые обрабатывают произвольный набор текстов, в настоящее время в законченном виде не существуют. Говоря о ЕЯ-системах, имеют в виду системы, ориентированные все-таки на определенную предметную область, обладающие более развитыми, по сравнению с системами профессионально – ориентированными, возможностями восприятия языка и обеспечивающие больший комфорт пользователю.

## 3.5. Объяснение и обоснование решений в ПСИИ

Система обоснований (СО) функционально предназначена для формирования ответов на вопросы пользователя относительно поведения интеллектуальной системы (ИС) в процессе получения ею заключения или решения. Способность объяснять свои действия – одно из главных отличительных свойств ИС. Она повышает доверие пользователя к системе, к представляемым ею рекомендациями решениям. Кроме того, СО возможно использовать в процессе модификации и развития ИС, выявления противоречивых знаний, а также при обучении менее подготовленных пользователей.

Системы ИИ различных типов, ориентированные на разные проблемные области, должны иметь специфичные для них СО (некоторые системы могут вообще не иметь СО). Однако на практике все СО реализуются на одних и тех же принципах в основном двумя способами: фиксацией событий и состояний с помощью заготовленных текстов на естественном языке; трассировкой рассуждений, обратным развертыванием дерева целей с указанием подцелей. При реализации каждого из этих способов предварительно выделяются ситуации, факты и узлы перехода в новые состояния, требующие объяснений. Им ставится в соответствие некоторый текст объяснений.

При способе фиксации событий объяснения составляются из кратких текстов на естественном языке, которые хранятся вместе с правилами и фактами. Эти тексты предварительно помещаются в программу и инициируются в том случае, когда задан вопрос по соответствующей ситуации и необходимо их представление. Несмотря на некоторое преимущества, связанные с возможностью формирования удобных и простых для восприятия объяснений, этот способ имеет два важных ограничения, препятствующих широкому применению: объяснения должны исправляться каждый раз, когда меняется БЗ; объяснение может быть адаптировано к индивидуальному пользователю только с большим трудом. Кроме того, очень часто пользователя интересует именно ход рассуждения, цепочка логических выводов, приведших к заключению.

Способ трассировки рассуждений при объяснении предусматривает пересечение дерева целей для ответа на вопросы. СО может объяснять, как было получено заключение. Это достигается путем прохождения подцелей, которые были удовлетворены при движении к цели.

В последнее время получает распространение новый вид объяснения, называемый обоснованием выводов, которое, не учитывая способа комбинации выводов, дает описание системы путем выявления причин сделанных выводов. Одним из способов является проверка или оценка правильности и реализуемости на основе прогнозирования последствий и развития ситуаций в случае использования этих решений, а также выявление возможных узких мест. Во многих предметных областях, связанных с производственным процессом, основой для принятия управляющих решений и выработки обоснованных рекомендаций является оценка ситуаций, складывающихся во внешней среде, определение и прогнозирование ее наиболее важных свойств на основе интерпретации имеющихся данных.

Прогнозирующие системы логически выводят вероятные следствия из заданных ситуаций и при текущих данных. При обосновании решений и прогнозировании в этих системах часто используется либо имитационная, либо параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров подгоняются под данную ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогноза.

Производственные системы ИИ с возможностями обоснования решений и прогнозирования на базе имитационного моделирования, прежде всего, необходимы при решении задач оперативно – диспетчерского управления производством, планирования, управления процессами в реальном времени.

# 4. Проектирование ПСИИ

## 4.1. Этапы проектирования и стадии существования ПСИИ

Проектирование производственных систем искусственного интеллекта – это итеративный и эволюционный процесс, в котором участвуют несколько специалистов: эксперт, обладающий знаниями о предметной области и желающий помочь работе по созданию системы, а также специалисты в области ИИ – инженеры знаний, аналитики и программисты. В зависимости от объема и трудоемкости работ группа может состоять из трех – шести человек.

При оценке проблемной области на этапе проектирования ПСИИ необходимо учитывать следующие факторы: легкость сбора данных, представимость данных, оправданность затрат на разработку ПСИИ, наличие экспертов, наличие необходимых ресурсов (ЭВМ, программистов, программного обеспечения и т.д.).

После анализа проблемной области и определения целесообразности внедрения интеллектуальной системы в этой сфере приступают к проектированию системы.

Существуют различные взгляды на определение числа этапов проектирования ПСИИ. Это зависит от многих факторов, в частности от характера функций будущей системы, области использования, наличия развитых инструментальных средств. Однако многие этапы и содержание работ являются общими и необходимыми для ПСИИ практически всех типов. Ниже приведен перечень таких этапов и их составляющих:

1. Описание проблемной области: определение проблемной области, показывающее важность проблемы для всей организации; определение проблемных экспертов, желающих передать знания базе знаний; подготовка и объявление плана развития.
2. Персонал: определение группы проектировщиков и соответствующих заданий; назначение квалифицированного руководителя проекта; установление и проведение в жизнь твердой линии управления.
3. Принятие проекта: проведение организационного заседания; обсуждение основного подхода к проблеме; подготовка специального плана развития; подготовка к монтажу необходимых технических средств и инструментария.
4. Прототип системы: развитие системного прототипа: тестирование; получение дополнительной информации о проблемной области по результатам тестирования.
5. Развитие полной системы: расширение базы знаний прототипа; оценивание структуры интерфейса пользователя: объединение средств обучения пользователей и документации
6. Верификация системы: вовлечение в процесс проверки экспертов и потенциальных пользователей: обеспечение функционирования системы в соответствии с проектом.
7. Интеграция системы: выполнение полной системы, как планировалось; обеспечение совместимости и взаимодействия системы с уже действующими.
8. Поддержка системы: обеспечение непрерывной поддержки системы; модернизация БЗ в случае поступления новой информации; сохранение ответственности за систему.
9. Документация: подготовка полной документации системы; подготовка руководства для пользователя; организация консультаций пользователям.

Этапы создания ПСИИ не являются четко очерченными, подробно регламентированными. Между некоторыми из них трудно провести временную и содержательную границу. Они в какой-то степени описывают процесс проектирования ПСИИ.

Стадии существования ПСИИ соответствуют уровню готовности системы, завершенности ее функциональных возможностей, реализуемых инструментарием. Определяют следующие стадии существования ПСИИ: демонстрационный; исследовательский прототип; действующий прототип; промышленная система; коммерческая система.

## 4.2. Предметная область и работа с экспертами

Предметную область можно определить как сферу человеческой деятельности, выделенную и описанную согласно установленным критериям. В описываемое понятие должны входить сведения об ее элементах, явлениях, отношениях и процессах, отражающих различные аспекты этой деятельности. В описании предметной области должны присутствовать характеристики возможных воздействий окружающей среды на элементы и явления предметной области, а также обратные воздействия этих элементов и явлений на среду. Работа по изучению и анализу предметной области при проектировании ПСИИ оказывает решающее влияние на эффективность ее работы.

Специфика ПО может оказывать существенное влияние на характер функционирования проектируемой ПСИИ, выбор метода представления знаний, способов рассуждения о знаниях и т.д. В то же время можно привести примеры, когда системы ИИ, ориентированные на использование в определенной проблемной среде, подходили для проблематики совершенно на другой области.

Как правило, ПСИИ создаются совместно со специалистами – инженерами, которые передают свои знания о процессах и объектах, поясняют схему рассуждений по выбору решений конкретных задач, приводят неформализуемые факторы, которые необходимо учитывать. Процесс работы с экспертами или специалистом состоит в извлечении знаний или, более корректно, приобретении знаний. Процесс этот сложный, трудоемкий, содержит факторы технического, психологического, производственного и социального характера. Большую роль в данном процессе играет инженер знаний. В течение долгого времени он работает с экспертом, определяя задачи, выявляя наиболее важные понятия, определяя и формулируя правила отношений между понятиями. Инженер знаний должен хорошо знать предметную область, владеть методами формализации и представления знаний, другим инструментарием ИИ, быть психологом, быстро ориентироваться в различных ситуациях. Трудным моментом в работе инженера знаний является оказание помощи эксперту при попытках структуризовать предметные знания, определить и формализовать предметные концепции.

Эксперт должен желать и быть в состоянии помочь в изучении предметной области. Он должен осознавать, что ПСИИ призваны помочь им в практической деятельности, а не вытеснять их.

Приобретение знаний для ПСИИ может осуществляться различными путями, каждый из которых предусматривает перенос знаний для решения задач от источника в программу. Такими источниками являются: эксперт, эмпирические данные, результаты исследования, литературные источники.

Практический опыт решения задачи приобретения знаний привел к развитию методов и программных средств, призванных упростить процесс приобретения знаний. Эти средства и методы для приобретения знаний могут быть разделены на три категории: редакторы и интерфейсы для формирования баз знаний, средства для объяснения различных аспектов работы, средства для модификации баз знаний.

# 5. Инструментальные средства для разработки ПСИИ

## 5.1. Программные средства

Исследования и эксперименты в области искусственного интеллекта породили самостоятельную подобласть, которую можно отнести к обеспечивающей. Усилия здесь направлены на создание специализированных технических и программных средств, ориентированных на разработку и эксплуатацию систем ИИ

Программные средства разработки и реализации систем ИИ можно разделить на следующие группы: универсальные языки программирования, универсальные языки представления знаний и оболочки.

ПСИИ представляют собой программный комплекс (или техническое устройство, в которое зашита программа), позволяющий решать задачи на уровне человека-оператора. Любую программу можно написать на машинно-ориентированном языке (ассемблере) или на универсальном языке высокого уровня. Процесс программирования ПСИИ на специализированных средствах занимает в 2-3 раза меньше времени, чем на универсальных средствах, однако эффективность ПСИИ при этом ниже. Еще одним фактором, существенным для выбора инструментальных программных средств при разработке ПСИИ, является потенциальная возможность взаимодействия с программными средствами, используемыми на различных уровнях иерархии интегрированных АСУП.

Оптимальное решение задачи выбора: первый прототип реализуется на специализированных средствах, и в случае достаточной эффективности этих средств на них могут быть написаны действующий прототип, и даже промышленная система. Однако в большинстве случаев прототип следует “переписать” на традиционных средствах.

Рассмотрим наиболее известные и широко применяемые программные средства искусственного интеллекта.

Язык программирования Лисп. Самое популярное средство для программирования систем ИИ. Создан в 60-х годах американским ученым Дж. Маккарти и его учениками. Наиболее известными диалектами этого языка являются InterLisp, QLisp, CommonLisp. На языке Лисп написаны многие ЭС (Mycin, Internist, Kee), системы естественно-языкового общения (Margie, Shrdlu, Дилос), интеллектуальные ОС (Flex).

Популярность Лиспа объясняется тем, что он с помощью довольно простых конструкций позволяет писать сложные и изящные системы обработки символьной информации. Правда все Лисп - системы имеют низкую вычислительную эффективность.

Существенной особенностью языка Лисп является то, что здесь ”данные” и ”программы” внешне ничем не отличаются друг от друга. Это дает возможность писать на Лиспе программы манипулирующие не только ”данными”, но и ”программами”. Именно данное свойство позволяет Лиспу стать изящным средством программирования систем ИИ.

Язык программирования FRL (Frame Representation Language). Относится к классу фрейм - ориентированных языков. Фрейм в FRL – это совокупность поименованных, ассоциативных списков, содержащая до пяти уровней подструктур. Подструктурами фреймов могут быть слоты, аспекты, данные, комментарии и сообщения.

Важным свойством FRL является наличие в нем встроенного механизма ”наследования свойств”. Т.е. все понятия предметной области в БЗ организовываются в виде иерархической классификационной системы, где каждое общее (родовое) понятие связывается с более конкретным (видом). Применяется механизм наследования свойств.

На сегодняшний день большинство FRL - систем написаны на Лиспе.

Язык программирования Пролог. Наиболее известные Пролог – системы: MProlog, CProlog, Prolog-2, Arity Prolog, Turbo Prolog, Strawberry Prolog. Пролог все чаще в последнее время стал привлекаться к разработке ЭС. Математической основой этого языка являются исчисление предикатов преимущественно первого порядка, метод резолюций Робинсона, теория рекурсивных функций. За счет наличия большого набора встроенных предикатов язык Пролог можно отнести к универсальным языкам программирования и даже к языкам системного программирования. Важнейшей особенностью языка является наличие реляционной базы данных.

Язык программирования OPS. Язык относится к числу продукционных. Являясь универсальным языком, он в первую очередь предназначен для разработки систем ИИ, и, в частности экспертных систем. Архитектура языка OPS типична для продукционных систем: база правил, рабочая память и механизм вывода. Отличительные черты семейства языков OPS: программное управление стратегией вывода решений, развитая структура данных и принципиальная эффективность реализации.

Язык программирования Рефал (рекурсивных функций алгоритмический язык). Это машинно-независимый алгоритмический язык, ориентированный на так называемые ”символьные преобразования”: перевод с одного языка на другой, алгебраические выкладки и т.п. Рефал – универсальный метаязык для преобразования объектов языковой природы. Важнейшим приложением Рефала является его использование в качестве метаязыка для построения системных макрокоманд и специализированных языков. В качестве конкретных областей применения Рефала в разработке ПСИИ следует отметить, в частности, создание специализированных языков общения с ЭВМ, автоматическую генерацию программ, перенос программ на языки высокого уровня и их адаптацию при переходе от одного типа ЭВМ к другому.

Проблема выбора программных инструментальных средств вызывает бурные дискуссии между сторонниками специализированных языков ИИ и традиционных языков высокого уровня. Над решением данной проблемы работает целый ряд компаний, специализирующихся на ИИ и коммерческих ЭС, а также большинство крупных фирм по производству ЭВМ.

## 5.2. Технические средства

Одним из важных факторов, стимулирующих развитие систем ИИ и их внедрение на производстве, является техническая база, на которой они могут быть реализованы.

Производственные системы ИИ создаются сегодня практически на всем диапазоне средств вычислительной техники: от больших ЭВМ до персональных компьютеров и Лисп – машин.

Реализованные на базе Лисп – процессоров ЭВМ, наиболее часто называют первыми специализированными машинами, использующими концепции искусственного интеллекта

Такими машинами являются ЭВМ типов Series III фирмы Lisp Machine, LM-2 от Symbolics

К числу факторов, сдерживающих распространение систем ИИ, относят такие недостатки первых Лисп – процессоров, как значительные габаритные размеры и высокая стоимость, а также отсутствие возможности программирования на языках типа Фортран.

В европейских странах, где в качестве основного языка ИИ получил распространение Пролог, выпускаются Пролог – машины. Использование компьютеров, рассчитанных на эффективное выполнение программ, написанных на Лиспе или Прологе, сдерживает развитие техники ЭС и их проникновение в промышленную сферу. Для того чтобы дать толчок прогрессу техники ЭС, необходимо сделать их более удобными и простыми для реализации на традиционных средствах вычислительной техники.

Важным импульсом для нового этапа исследований в области ИИ послужила программа создания ЭВМ пятого поколения – интеллектуальных ЭВМ. Отличительными чертами этих ЭВМ являются: новая технология производства, отказ от традиционных языков высокого уровня в пользу языков с повышенными возможностями манипулирования символами и с элементами логического программирования (Лисп, Пролог), отход от архитектуры фон Неймана, новые способы ввода – вывода (распознавание речи, образов, синтез речи, естественный язык), автоматизация решения задач, манипулирование знаниями. ЭВМ пятого поколения призваны стать системами обработки знаний, обладающими человеко-машинными интерфейсами высокого уровня.

Одной из основных целей японской программы пятого поколения компьютерных систем является подкрепление классической обработки данных обработкой знаний. Эта цель требует глубокого проникновения в такие человеческие процессы, как описание, решение, осознание задачи, а также в тесно связанные предметные области представления знаний, обработки знаний, диалоговой обработки, анализа и синтеза текстов на естественном языке. За последние годы были созданы специальные логические теории, новые языки логического программирования, языки представления и обработки знаний, а также архитектуры систем.

Выполнение указанной программы позволит осилить следующие вехи:

Прикладной программист сможет развивать собственные прикладные программы; Эксплуатация вручную описанной и автоматически сгенерированной программы будет облегчена; Качество решения проблем (наиболее важная цель) существенно возрастает, т.к. пользователи сосредоточат свои усилия только на процессе принятия решения, и не будут отвлекаться на подробности обработки данных; Создание программного обеспечения станет технической дисциплиной; Системы станут способными распознавать ошибки, несостоятельность и противоречия, в большинстве случаев смогут самостоятельно исправлять ошибки и автоматически осуществлять решения; Системы будут содержать эффективные инструменты для приобретения знаний (т.е. передачи знаний от эксперта системе).

Японские специалисты считают, что основными областями применения компьютерных систем пятого поколения будут:

Системы автоматического перевода текстов на естественных языках со словарным запасом более 100 тыс. слов и точностью перевода около 90%; ЭС в различных прикладных областях с 5 тыс. различных слов и 10 тыс. правил вывода; Базирующееся на знаниях программное обеспечение; Системы автоматизированного проектирования, управления, инженерного проектирования, планирование и роботизация; Базирующиеся на знаниях системы принятия решений для специфических прикладных областей.

# Заключение

Если в 60- – 70-е годы число ПСИИ было незначительным, и существовали эти системы только на стадии исследовательского прототипа, то в 80-е годы систем, базирующихся на ИИ и находящихся на различных стадиях производства около 500, а в настоящее время еще больше.

Это говорит о том, что эти системы ИИ плотно вошли в нашу жизнь, проникли во все ее уголки и приносят немалую пользу и их применение может и приводит к существенному экономическому эффекту.

Например, одной из областей использования идей и методов искусственного интеллекта в сфере промышленного производства является область создания промышленных роботов с элементами ИИ.

Также при имеющейся на сегодняшний день аппаратной и программной базе наблюдается возрождение кибернетики, причем вполне успешно – моделирования человеческого мозга идут полным ходом.

# Литература

1. Р.А. Алиев, Н.М. Абдикеев, М.М. Шахназаров Производственные системы с искусственным интеллектом. - М.: Радио и связь, 1990. - 264 с.
2. Ивахненко А.Г. Самообучающиеся системы. – Киев, 1982 – 143 с.
3. Майклсен Р., Мичи Д., Буланже А. Экспертные системы. Реальность и прогнозы искусственного интеллекта: М.: Мир, 1987.-182 с.