

**Абдуктивный вывод** - мы вначале знаем что А->В и знаем В. Тогда полагаем что А верно.

**Вытеснение** – неосознанное вытеснение (удаление) из сферы Сознания информации, вызывающей тревогу, отрицательные эмоции и т.п.

**Естественный язык** – продукт, естественно-исторически возникший из объективных общественных потребностей (в первую очередь из потребности в общении, регулирующей совместную и дифференцированную деятельность) на ранних этапах общественного развития, когда человеческое познание было практически нерефлективным и ни о каком активном сознательном регулировании процесса создания языка не могло быть и речи.

**Защитные механизмы личности** – некоторая психическая информация вытесняется из сознательного в сферу подсознания, т.к. она, например, социально неприемлема (это - неосознанное действие!). В нормальной ситуации человек не помнит, что с ним произошло, но то, что вытеснилось, продолжает влиять на сознательное, но не в явной форме, а в каком-то искаженном виде => происходит замещение вытесненной информации какими-то истерическими симптомами.

**Знания** – усвоенные Понятия.

**Извлечение знаний** – получение знаний от специалистов.

**Инженер знаний** – человек, занимающийся извлечением экспертных знаний, проектированием, созданием и наполнением базы знаний экспертной системы.

**Интеллект** - способность мозга решать (интеллектуальные) задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

- целенаправленное планирование поведения в меняющейся проблемной среде;
- перенос деятельности во внутренний план вместо выполнения поведенческих актов;
- работа с понятийными моделями среды и себя (на основе понятийного отражения);
- скоординированная совокупность мыслительных/интеллектуальных операций – как абстрактных (метод рассуждения по аналогии), так и конкретных (способ решения определенного типа задач).

**Интеллектуальный агент** – некоторая программно-аппаратная сущность, которая действует автономно или совместно с другими компьютерными/интеллектуальными системами, выполняет шаблонные предписанные действия и/или действия, требующие активности и учета состояния окружающей среды, в той или иной степени способен к обучению, корпоративным действиям; мобилен.

**Интеллектуальный интерфейс** – совокупность аппаратных и программных средств, позволяющих конечному пользователю решать на компьютере характерные для его повседневной деятельности задачи без помощи посредников-программистов.

**Интеллектуальный робот** – программно-аппаратный комплекс, оснащенный *акцепторами* (датчиками о состоянии проблемной среды) и *эффекторами* (средствами воздействия на эту среду, в частности, средствами передвижения), в состав которого входит система ИИ, способная к планированию действий робота в среде.

**Интуиция** – появление в Сознании результатов неосознаваемых психических процессов.

**Искусственный интеллект** – область исследований и прикладных разработок, направленных на создание программно-аппаратных средств, способных к решению таких задач, решение которых предполагает применение человеком своих интеллектуальных способностей.

**Конформизм** – неосознанное согласие с мнением большинства (даже абсурдным).

**Лингвистический процессор** – анализатор текста на естественном языке.

**Личность** – человек как носитель Психики, как субъект Психической Деятельности.

**Метазнания** – средства разрешения конфликта между наличными С-знаниями *Адаптивных диалоговых систем ИИ* и входной информацией.

**Методы представления знаний** – совокупность взаимосвязанных средств формального описания знаний и оперирования (манипулирования) этими описаниями.

**Мотив** – Потребность, инициирующая некоторую Деятельность (мотив *этой* Деятельности).

**Мышление (= Интеллект)** – высшая форма Психического Отражения. Отражение по сфере сущностей, то есть **Понятийное Отражение**.

**Мышле'ние** – способность человека к Понятийному Отражению.

**Мы'шление** – процесс Понятийного Отражения.

**Навыки** – действия, автоматизировавшиеся в процессе их усвоения и выполнения.

**Новые информационные технологии** – технологии, которые должны обеспечить возможность применения ЭВМ конечным пользователем в сфере его профессиональной деятельности без помощи посредника-программиста.

**Понимание сообщения** – выявление его сущности. (Сущность - глубинные свойства объекта, которые определяют его поведение.)

**Потребность** – Психическое Явление, побуждающее к деятельности, отражение нужды.

**Приобретение знаний** – процесс перевода знаний в компьютерное представление.

**Продуктивная деятельность** – Цель продуцирует решение (заставляет человека его придумывать). Это "чистое творчество".

**Психика** – свойство человека, обеспечивающее возможность выявления и использования Информации о мире в процессе *Человеческой Деятельности (ЧД)*.

**Психическая Деятельность** – информационная сторона деятельности человека.

Функции Психической Деятельности – перенос деятельности во внутренний план с целью регуляции ЧД.

**Психическое Отражение** – информационное отражение, важную роль в котором играет субъективный фактор.

**Психические явления** – то, что происходит на уровне Личности.

**Психосоматическая проблема** – проблема связи психических явлений с соматическими/телесными.

**Психофизиологическая проблема** – проблема связи психических явлений с лежащими в их основе физиологическими явлениями.

**Понимание** – выявление Сущности объекта.

**Понятие** (об объекте) – Психическое Явление, отражающее *сущность* этого объекта.

**Результат** (как явление уровня Личности/Психики) – Психическое Явление, отражающее реальный результат некоторой Деятельности, направленной на достижение определенной Цели.

**Репродуктивная деятельность** – Цель репродуцирует решение (готовое решение сразу же приходит в голову). Это нетворческая часть деятельности человека.

**Система Искусственного интеллекта (Интеллектуальная Система)** – программно-аппаратный комплекс, способный к решению таких задач, решение которых предполагает применение человеком своих интеллектуальных способностей.

**Сон** (одна из его функций, есть и другие) – неосознаваемый анализ, обработка и запоминание (части) информации, полученной человеком в период бодрствования.

**Социальная позиция** – место Личности в определенной социальной системе.

**Социальная роль** – нормативно одобренный способ поведения, ожидаемый от каждой личности, занимающей данную Социальную Позицию.

**Средства** (как явления уровня Личности/Психики) – механизмы Психической Деятельности или психические модели средств *предметной деятельности* человека.

**Сущность** – наиболее важные, глубинные характеристики предмета или явления, определяющие его свойства, поведение, развитие.

**Умения** – способность выполнять новые действия в новых условиях.

**Установка** – неосознанное внимание, ориентирующее Личность на определенную Деятельность.

**Цель** – возможный и планируемый Результат Деятельности.

**Эвристика** – наука о творческом мышлении, изучающая формирование новых действий в новых ситуациях.

**Эвристика** – конкретный прием, облегчающий и/или ускоряющий поиск решения некоторой задачи.

**Эксперт** – Признанный специалист, обладающий знаниями и опытом решения задач в некоторой конкретной узкоспециализированной предметной области

**Экспертная система** – вычислительная система, в которой представлены знания специалистов в некоторой конкретной узкоспециализированной предметной области и которая в рамках этой области способна принимать решения (решать задачи) на уровне эксперта-профессионала.

### Методы извлечения знаний из предметного эксперта –

- 1) Наблюдение на рабочем месте (Э решает реальные задачи, ИЗ – пассивно наблюдает; цель - инженер знаний хочет получить представление о характерных задачах);
- 2) Обсуждение характерных задач с экспертом (ИЗ обсуждает с Э отобранные им (ИЗ) характерные задачи; инженер знаний старается узнать об организации знаний эксперта);
- 3) Описание типичных задач (ИЗ просит описать Э типичные задачи для каждого класса задач; ИЗ пытается узнать, какие бывают классы задач и как они связаны между собой);
- 4) Анализ задач (ИЗ предлагает Э задачи и расспрашивает о ходе решения; найти и сформировать этапы решения задач);
- 5) Доводка экспертной системы (Э предлагает ИЗ/прототипу\_ЭС характерные задачи; проверка сформированных баз знаний);
- 6) Оценивание системы (Э анализирует и оценивает правила, стратегии, систему понятий ПО; эксперт оценивает точность работы ИЗ и правильность сформированной БЗ);
- 7) Проверка системы (ИЗ предлагает независимым экспертам протоколы решения задач Э и прототипом\_ЭС; объективная оценка результатов работы ИЗ и Э (и сформированной БЗ)).

### Этапы построения ЭС:

- **идентификация ПО** (цели и характеристики ЭС, ресурсы, участники разработки)
- **концептуализация** (основные понятия и связи между ними, основные задачи)
- **формализация** (запись на выбранном языке представления знаний, формирование БЗ)
- **реализация**
- **проверка правил, тестирование**

### Создавать ли ЭС?

**ДА - ЕСЛИ:** Разработка возможна & Разработка оправдана & Разработка разумна

#### **Разработка возможна:**

- & {
- задача не слишком трудна
  - задача вполне понятна
  - задача требует только интеллектуальных навыков
  - существуют хорошие эксперты
  - эксперты единодушны
  - эксперты могут описать свои знания

#### **Разработка оправдана:**

- V {
- полученное решение высокорентабельно
  - человеческий опыт утрачивается
  - экспертов мало
  - опыт нужен во многих местах
  - опыт нужен в неблагоприятной среде (автономная ЭС)

#### **Разработка разумна:**

- & {
- задача требует оперирования символами
  - задача требует эвристических решений
  - задача не слишком проста
  - задача имеет практический интерес
  - задача решаемая (ЭС реализуема)

### Пример вывода в ЭС, основанной на правилах продукций:

Правила: R1: разлита горячая жидкость → звонить по телефону 01  
R2: разлита уксусная кислота → использовать известь  
R3: pH жидкости < 6 → кислота  
R4: кислота & имеет запах уксуса → уксусная кислота

Факты: F1: разлита жидкость  
F2: pH жидкости < 6  
F3: жидкость имеет запах уксуса

### Цепочка вывода:

F1 & F2 → F4 (разлита кислота) & F3 → F5 (разлита уксусная кислота) → F6 (нейтрализация)  
R3 R4 R2

### Цепочка вывода с учетом достоверности / вероятности:

F1 & F2 → F4 & F3 → F5 → F6  
80% 60% R3 70% 100% R4 85% R2

### Главные свойства ЭС:

- ЭС ориентированы на решения практических (написано на флаге создателей ЭС) задач в труднореализуемых (связано с тем, что делается система ИИ; если бы всё было хорошо описано, то писалась бы обычная программа, которая хорошо бы решала обычные задачи) и узких (по бедности) областях
- Результаты работы должны быть сравнимы с результатами человека-эксперта. В то время понятие «эксперт» было довольно узко, «судмедэксперт», эксперт как узкий специалист; слово было заимствовано из англ, где оно понималось именно так
- Прозрачность решения. Решение должно быть понятно и человеку-неспециалисту, который экспертом не является
- Совокупность знаний ЭС должна быть открытой

### Задачи, решаемые с помощью ЭС:

**Интерпретация** - описание ситуации по информации, поступающей от датчиков.

SPE - определение концентрации гамма-глобулина в крови.

**Прогноз** - определение вероятных последствий заданных ситуаций.

PLANT/cd - определения потерь урожая от черной совки.

**Планирование** - определение последовательности действий.

TATR - планирование авиаударов по аэродромам противника.

**Диагностика** - выявление причин неправильного функционирования системы.

MYCIN - диагностика бактериальных инфекций.

**Отладка** - составление рецептов исправления неправильного функционирования системы.

ONCOCIN - планирования химиотерапевтического лечения.

**Ремонт** - выполнение последовательности предписанных исправлений.

TQMSTONE - настройка масс-спектрометра.

**Проектирование** - построение конфигурации объектов при заданных ограничениях.

XCON (R1) - выбор оптимальной конфигурации аппаратных средств (VAX).

**Наблюдение** - сравнение результатов наблюдения с ожидаемыми результатами.

VM - наблюдение за состоянием больного в палате интенсивной терапии.

**Обучение** - диагностика, отладка и ремонт поведения обучаемого.

GUIDON - обучение студентов-медиков (антибактериальная терапия).

**Управление** - управление поведением системы как целого.

VM

В каждой ЭС должен быть **решатель**, то есть, некоторая система, которая решает задачи. Поскольку в ЭС почти всегда применяется метод решения на основе продукций, то решатель часто называют машиной вывода: машина вывода пытается наложить правила вывода на имеющиеся факты, накладывает, если получается, и так далее.

То, что нужно для решения задач (правила вывода, ...) хранится в **базе знаний**.

Поскольку ЭС предполагает такой режим работы с ней, что предполагается диалог с пользователем, должен быть **пользовательский интерфейс**. Если система управляет роботом, агентом, то пользовательский интерфейс может отсутствовать.

Должен быть **интерфейс администратора**. Мы говорили, что открытость БЗ может быть достигнута хирургическим путём --- все обновления вносит вручную администратор.

Должна быть **подсистема приобретения знаний**. Такую функцию можно реализовать через администраторский интерфейс, но такая подсистема должна быть.

Специфический для ЭС модуль – **подсистема объяснений**. Этот модуль связан с тем, что к системе обращается не очень опытный специалист, а ЭС замещает опытного специалиста. Наличие такого модуля связано с тем, что отвечает за решение пользователь, поэтому система должна объяснить, почему такое решение получено, почему оно верное.

### Основной цикл работы решателя ЭС системы:

1. Выборка (правил-кандидатов, которые могут понадобиться при решении исходной задачи (ex. По предусловию);
2. Сопоставление (означивание переменных) (Пусть “фи” – реальный факт. Надо проверить, применимо ли к нему правило  $p: a > b$ );
3. Выполнить разрешение конфликтов – выбираем из всех полностью применимых правил одно по каким-то критериям (например, выбираем более дешёвое правило);
4. Выполнение действия.

### Методы генерации текста:

- 1) caned-based methods  
Неизменяющийся шаблон – просто печать строки символов без каких-либо изменений.  
Для генерации создаются таблицы шаблонов, которые будут выдаваться в зависимости от ситуации.  
1 file copied  
3 files copied
- 2) Template-based methods  
Изменяющийся шаблон – бесконтекстная вставка слов в образец-строку.  
Шаблон: <Число> file(s) copied.  
0 file(s) copied  
2 file(s) copied
- 3) Phrase-based methods  
Контекстная вставка.  
В зависимости от вида сообщения (контекста) шаблон может быть несколько изменён.  
Шаблон: <Число> <Определение> <file/files при =1, >1 ><Глагол: время – прош.>  
1 file copied  
2 marked files copied
- 4) Feature-based methods  
Синтез сообщения на основе набора свойств (грамматических признаков). Предложения определяется набором характеристик составляющих его слов и правилами их сочетаемости.  
Шаблон: <Число> <Определение> <file/files при =1, >1 ><Глагол: время – любое>  
1 file should be copied  
2 marked files were copied

### Перечислите коммерчески значимые сферы применения систем автоматической обработки текста (АОТ).

1. Machine Translation and Translation Aids - машинный перевод;
2. Text Generation - генерация текста;
3. Localization and Internationalization - локализация и интернационализация;
4. Controlled Language - работа на ограниченном языке;
5. Word Processing and Spelling Correction - создание текстовых документов (ввод, редактирование, исправление ошибок)
6. Information Retrieval - информационный поиск и связанные с ним задачи.

	Язык входного текста	Язык выходного текста
1	Естественный-1	Естественный-2
2	Искусственный	Естественный
3	Естественный	Искусственный / Естественный
4	Естественный	Естественный + { Искусственный }

К системам первого типа относятся программы машинного перевода, получающие текст на некотором естественном языке и перерабатывающие его в текст на другом естественном языке. Второй тип - системы генерации (синтеза) текстов по некоторому формальному описанию. Системы третьего типа, наоборот, перерабатывают текст на естественном языке в текст на искусственном (индексирование, извлечение смыслового содержания) или в другой текст на естественном языке (реферирование). К последнему классу отнесем программы, занимающиеся проверкой текста, написанного на естественном языке. Они в результате своей работы либо исправляют входной текст автоматически, либо формируют некоторый протокол замечаний.

### Классификация методов поиска в пространстве решений:

1. Использование эвристической информации (слепые, эвристические);
2. Порядок раскрытия (перебора) вершин (поиск вширь, поиск вглубь);
3. Полнота просмотра пространства состояний (полные, неполные);
4. Направление поиска (прямые, обратные, двунаправленные).

В соответствии с первой характеристикой алгоритмы делятся на два класса – **слепые** и **эвристические**. В слепых алгоритмах поиска местонахождение в пространстве целевой вершины никак не влияет на порядок, в котором раскрываются (перебираются) вершины. В противоположность им, эвристические алгоритмы используют априорную, эвристическую информацию об общем виде графа-пространства и/или о том, где в пространстве состояний расположена цель, поэтому для раскрытия обычно выбирается более перспективная вершина. В общем случае это позволяет сократить перебор.

Два основных вида слепых алгоритмов поиска, различающихся порядком раскрытия вершин – это алгоритмы **поиска вширь** и **поиска вглубь**.

Как слепые, так и эвристические алгоритмы поиска могут отличаться полнотой просмотра пространства состояний. **Полные** алгоритмы перебора при необходимости осуществляют полный просмотр графа-пространства и гарантируют при этом нахождение решения, если таковое существует. В отличие от полных, **неполные** алгоритмы просматривают лишь некоторую часть пространства, и если она не содержит целевых вершин, то искомое решение задачи этим алгоритмом найдено не будет.

В соответствии с направлением поиска алгоритмы можно разделить на **прямые**, ведущие поиск от начальной вершины к целевой, **обратные**, ведущие поиск от целевой вершины в направлении к начальной, и **двунаправленные**, чередующие прямой и обратный поиск. Наиболее употребительными (отчасти, в силу их простоты) являются алгоритмы прямого поиска. Обратный поиск возможен в случае обратимости операторов задачи.

**GPS:** С каждым различием в **системе GPS** был связан один или несколько операторов, призванных устранять или уменьшать это различие. Эти операторы и являлись по сути кандидатами в ключевые. На каждом этапе работы система определяла различие между текущим состоянием (объектом) задачи и целевым состоянием (объектом), а затем выбирала и пыталась применить оператор для уменьшения найденного различия. В общем случае операторы включали в себя **предусловия** (условия применимости), выполнение которых было необходимо для их применения, в этом случае GPS сводила исходную задачу к задаче достижения нужного условия.

Система GPS начинала с попытки обработки более серьезных и трудно устранимых различий, переходя затем к более легким.

Одной из слабостей применяемого в системе GPS подхода было то, что процедуры определения различий и уменьшающих их операторов должны были быть отдельно реализованы для каждой конкретной задачи (или для очень узкой предметной области, включающей несколько видов задач), в противном случае снижалась эффективность решения задач.

Подчеркнем, что основной механизм системы GPS не был проблемно-ориентированным: он представлял собой реализацию универсального эвристического метода решения задач, часто применяемого человеком, и известного как **анализ целей и средств** (*means-ends analysis*). Ключевая идея этой эвристики такова:

- поиск различий между тем, что дано в поставленной задаче, и тем, что надо получить;
- последовательное устранение найденных различий с помощью подходящих средств–операций.

Работая в соответствии с этой эвристикой, GPS применяла несколько схем редукции задач, и на основе выявления различий между объектами задачи и применения уменьшающих эти различия операторов рекурсивно формировала систему (дерево) задач-целей (подзадач).

### **A\* алгоритм:**

Предположим, что эвристическая оценочная функция  $Est(V)$  построена таким образом, чтобы оценивать стоимость оптимального решающего пути, идущего из начальной вершины к одной из целевой вершин, при условии, что этот путь проходит через вершину  $V$ . Тогда значение оценочной функции можно представить в виде суммы двух слагаемых:

$$Est(V) = g(V) + h(V) \quad (*)$$

где  $g(V)$  – оценка оптимального пути от начальной вершины до вершины  $V$ ,

а  $h(V)$  – оценка оптимального пути от вершины  $V$  до целевой вершины.

Вариант алгоритма эвристического поиска, применяемого для поиска оптимального решающего пути и использующего при этом оценочную функцию указанного выше вида (\*), известен в литературе как *A-алгоритм*. Были доказаны важные свойства этого алгоритма, прежде всего, утверждение о его допустимости.

Алгоритм перебора называют *допустимым* (или *состоятельным*), если для произвольного графа он всегда заканчивает свою работу построением оптимального пути к цели, при условии, что такой путь существует.

Пусть  $h^*(V)$  – стоимость оптимального пути из произвольной вершины  $V$  в целевую вершину. Верна следующая **теорема о допустимости A-алгоритма**:

A-алгоритм, использующий некоторую эвристическую функцию вида (\*), где  $g(V)$  – стоимость пути от начальной вершины до вершины  $V$  в дереве перебора, а  $h(V)$  – эвристическая оценка оптимального пути из вершины  $V$  в целевую вершину, является допустимым, если  $h(V) \leq h^*(V)$  для всех вершин  $V$  пространства состояний.

A-алгоритм эвристического поиска, применяющий функцию  $h(V)$ , удовлетворяющую этому условию, получил название **A\*-алгоритма**.

Практическое значение этой теоремы в том, что для допустимости A-алгоритма достаточно найти какую-либо нижнюю грань функции  $h^*(V)$  и использовать ее в качестве  $h(V)$  – тогда оптимальность найденного алгоритмом решения будет гарантирована.

Если взять тривиальную нижнюю грань, т.е. установить  $h(V) = 0$  для всех вершин пространства состояний, то допустимость будет обеспечена. Однако этот случай соответствует полному отсутствию какой-нибудь эвристической информации о задаче, и оценочная функция  $Est$  не имеет никакой эвристической силы, т.е. не сокращает возникающий перебор. A\*-алгоритм ведет себя при этом аналогично поиску вширь.

Точнее, при  $Est(V) = g(V)$  (где  $g(V)$  – стоимость пути от начальной вершины до вершины  $V$ ), мы получаем алгоритм, известный как **алгоритм равных цен (или Алгоритм Дейкстры)**. Алгоритм равных цен представляет собой более общий вариант метода перебора в ширину, при котором вершины раскрываются в порядке возрастания стоимости  $g(V)$ , т.е. в первую очередь раскрывается вершина из списка нераскрытых вершин, для которой величина  $g$  имеет наименьшее значение.

Обе предложенные для игры в восемь эвристические функции  $Est1(V)$  и  $Est2(V)$  удовлетворяют условию допустимости A\*-алгоритма. Первое их слагаемое  $d(V)$  есть стоимость пути к вершине  $V$  при стоимости всех дуг  $c(V_A, V_B) = 1$ . Функции отличаются лишь вторым слагаемым, и можно показать, что значение второй функции всегда (т.е. для всех состояний), больше значения первой функции:  $Est1(V) \leq Est2(V)$ , что равнозначно  $k(V) \leq s(V)$ .

Из последнего неравенства следует, что условие допустимости достаточно доказать только для второй функции  $Est2$ . Справедливость нужного условия  $s(V) \leq h^*(V)$  следует из такого соображения. Если бы фишки не мешали друг другу и могли двигаться до «своего» места по кратчайшему пути, как если бы других фишек на квадрате не было, то сумма длин таких путей для всех фишек была бы в точности равна значению  $s(V)$ . На самом же деле фишки редко когда могут двигаться по кратчайшей траектории из-за того, что на ней расположены другие фишки, поэтому длина (стоимость) оптимального решения  $h^*(V)$  будет не меньше  $s(V)$ .

### **Минимаксный принцип:**

- \* ИЛИ-вершине дерева игры приписывается оценка, равная максимуму оценок ее дочерних вершин;
- \* И-вершине игрового дерева приписывается оценка, равная минимуму оценок ее дочерних вершин.

Минимаксный принцип положен в основу **минимаксной процедуры**, предназначенной для определения наилучшего (более точно, достаточно хорошего) хода игрока исходя из заданной конфигурации игры  $S$  при фиксированной глубине поиска  $N$  в игровом дереве. Предполагается, что игрок ПЛЮС ходит первым (т.е. начальная вершина есть ИЛИ-вершина). Основные этапы этой процедуры таковы:

1. Дерево игры строится (просматривается) одним из известных алгоритмов перебора (как правило, алгоритмом поиска вглубь) от исходной позиции  $S$  до глубины  $N$ ;
2. Все концевые вершины полученного дерева, т.е. вершины, находящиеся на глубине  $N$ , оцениваются с помощью статической оценочной функции;

3. В соответствии с минимаксным принципом вычисляются оценки всех остальных вершин: сначала вычисляются оценки вершин, родительских для концевых, затем родительских для этих родительских вершин и так далее; таким образом оценивание вершин происходит при движении снизу вверх по дереву поиска – до тех пор, пока не будут оценены вершины, дочерние для начальной вершины, т.е. для исходной конфигурации  $S$ ;
4. Среди вершин, дочерних к начальной, выбирается вершина с наибольшей оценкой: ход, который к ней ведет, и есть искомым наилучшим ход в игровой конфигурации  $S$ .

**Правила вычисления оценок** вершин дерева игры, в том числе предварительных оценок промежуточных вершин, которые для удобства будем называть **альфа-** и **бета-величинами**:

- концевая вершина игрового дерева оценивается статической оценочной функцией сразу, как только она построена;
- промежуточная вершина предварительно оценивается по минимаксному принципу, как только стала известна оценка хотя бы одной из ее дочерних вершин; каждая предварительная оценка пересчитывается (уточняется) всякий раз, когда получена оценка еще одной дочерней вершины;
- предварительная оценка ИЛИ-вершины (альфа-величина) полагается равной наибольшей из вычисленных к текущему моменту оценок ее дочерних вершин;
- предварительная оценка И-вершины (бета-величина) полагается равной наименьшей из вычисленных к текущему моменту оценок ее дочерних вершин.

Укажем очевидное **следствие** этих правил вычисления: альфа-величины не могут уменьшаться, а бета-величины не могут увеличиваться.

Сформулируем теперь **правила прерывания перебора**, или отсечения ветвей игрового дерева:

- А) Перебор можно прервать ниже любой И-вершины, бета-величина которой не больше, чем альфа-величина одной из предшествующих ей ИЛИ-вершин (включая корневую вершину дерева);
- В) Перебор можно прервать ниже любой ИЛИ-вершины, альфа-величина которой не меньше, чем бета-величина одной из предшествующих ей И-вершин.

При этом в случае А говорят, что имеет место **альфа-отсечение**, поскольку отсекаются ветви дерева, начиная с ИЛИ-вершин, которым приписана альфа-величина, а в случае В – **бета-отсечение**, поскольку отсекаются ветви, начинающиеся с бета-величин).



## Основные школы психологии мышления

**Ассоциативная психология** (XVIII-XIX вв.) – предшественники: Ньютон, Локк.

### **(мышление как ассоциации представлений)**

*(Общее в психологических теориях того времени: психическое = осознанное, психология = психология индивида, интроспекция, т.е. самонаблюдение – как главный метод исследования)*

**Гартли** (Англия, XVIII в.): впервые **ассоциация** трактуется как универсальное понятие психологии, объясняющее всю психическую деятельность человека.

- механистический материализм, психофизиологический параллелизм: вибрации в периферической нервной системе → аналогичные вибрации в головном мозгу – база идей;
- детерминанты ассоциаций: смежность по времени, частота повторений;
- замечено, что если ощущения А, В, С ассоциируются с идеями а, b, с, то при появлении А могут возникнуть b, с;
- попытка объяснения бессознательного (головной мозг – осознанное, идеи; вне – ощущения);
- мотивация: удовольствие, страдание.

**Беркли, Юм** (Англия, XVIII в.): *ощущения* – единственный объект, другой познаваемой реальности нет.

- из ассоциаций удаляется физический субстрат;
- расширяется набор ассоциативных связей: рассматриваются ассоциации *по сходству, по контрасту*;
- ассоциации отрываются от реальных объектов.

**Герbart** (Германия, XIX в.): **представление** – "первичное единство, возникающее в виде акции души, стремящейся (в противовес внешним воздействиям) к самосохранению"; представления следуют друг за другом вне зависимости от чего-либо внешнего;

*апперцептивная масса* – представления, силой которых в сознании (фокусе внимания) удерживаются некоторые представления;

### **Недостатки Ассоциативной психологии**

Описательный характер.

Не вскрыты внутренние механизмы динамики потока ассоциаций; не объяснена целенаправленность мыслительной (интеллектуальной) деятельности человека, ее связь с предметной деятельностью.

В то же время, изучены некоторые аспекты **ассоциаций** – явлений, действительно играющих заметную роль в психической деятельности человека. Понятие **ассоциация** использовалось в рамках других школ психологии.

**Вюрцбургская школа психологии мышления** (Германия, XIX- XX вв.).

### **(мышление как действие)**

Переход к экспериментальному интроспективному изучению мышления (комментируются психические феномены, испытуемые – *психологи*). Замысел – использовать интроспективный метод для описания в экспериментальных условиях мыслительных процессов.

Существенное достижение – изменение взглядов на мышление:

мышление – решение задач;

решаемые задачи – важны для человека;

необходим лабораторно-экспериментальный анализ мышления.

Ключевые понятия: **задача, представление цели, детерминирующая тенденция** (придает мышлению целенаправленный характер), **установка** – регулятор мыслительной деятельности у принявшего задачу, определяет ход мышления, регулирует (в соответствии с задачей) его содержание.

Экспериментальные исследования:

**Опыты Марбе** (1901 г.): сравнить веса предметов и *прокомментировать*, как выбирали.

**Опыты Уатта и Мессера** (1905 г.): решить арифметическую/логическую задачу и *проследить путь*, который привел к решению; в ассоциативном эксперименте *проследить*, какие психические процессы связывают стимул (исходное понятие) и реакцию (понятие, связанное с ним ассоциацией).

### **Обобщение результатов:**

чувственно-образные феномены (прослеживаемые с помощью самонаблюдения) и ассоциации не определяют итоговую реакцию, мышление не сводится к ассоциациям;

в мышлении есть другое содержание, у мышления есть другие детерминанты;

основные факторы мышления находятся вне "непосредственно данного" (ощущений, интроспекции),

мышление управляется не ассоциативными связями, а тем, что задано;

контекст мышления – **задача** (Уатт), **детерминирующая тенденция** (Ах), **установка**.

**Концепция Зельца** (XX вв.).

### **(мышление как функционирование интеллектуальных операций)**

Серьезный анализ начальных этапов решения задачи (*проблемный комплекс*); введение в рассмотрение интеллектуальных операций: **антиципация** (выявление отношений: известное  $\leftrightarrow$  искомое), **дополнение комплекса, абстракция, репродукция сходства**.

**Бихевиоризм** (США, XIX- XX вв.).

**(мышление как поведение)**

**Главный момент концепции:** предметом психологии должно стать **поведение**, только тогда возможно объективное исследование психической деятельности.

И.П.Павлов: *"Деловой американский ум, обращаясь к практике жизни, нашел, что важнее точно знать внешнее поведение человека, чем гадать об его внутреннем состоянии со всеми его комбинациями и колебаниями"*.

**Торндайк:**

- опыты с *проблемными ящиками* (дверь открывается изнутри, "испытываемые" – мыши, крысы);
- мышление можно изучать без обращения к идеям и другим явлениям сознания;
- ассоциативные связи (которые можно объективно изучать) – связи между *движениями и ситуациями, ситуациями и реакциями* (на эти ситуации);
- ассоциации могут возникать в результате "слепого поиска" решения, выбора удачного варианта, а затем укрепления и упрочения ассоциативных связей, т.е. **научения** (какая реакция R из нескольких возможных связана с ситуацией S);
- существуют "законы научения" (установления связи  $S \leftrightarrow R$ ):

**закон упражнения** (R зависит от частоты, силы, длительности повторений ситуации S),

**закон эффекта** (выбирается R, сопровождающаяся приятными ощущениями),

**закон ассоциативного сдвига** (если  $S_1 \leftrightarrow R$  и  $S_1$  встречается совместно с ситуацией  $S_2$ , то возможно образование связи  $S_2 \leftrightarrow R$ ).

Общая схема поведения: исходный пункт – проблемная ситуация; организм противостоит ей как целое, активно действует в поисках выбора, выучивается путем упражнения.

**Метод проб и ошибок** (современные взгляды на его место в мышлении); "Мартышка и очки", "Дурная голова ногам покоя не дает" и т.п.

**Уотсон:**

- основа поведения – "стимул – реакция" ( $S \leftrightarrow R$ );
- все факты Сознания (Торндайк предлагал исключить их из рассмотрения) должны объясняться с позиций бихевиоризма – как реакции на раздражители;
- интеллект – поведение, направленное на решение задач путем отбора движений, оказавшихся удачными;
- в мышление включена внутренняя речь ("*человек мыслит гортанью*").

**Толмен, Халл, Скиннер** (необихевиоризм, субъективный бихевиоризм):

- существуют медиаторы поведения (M), это не фикция, а реальные факторы поведения (хотя их трудно изучать объективными методами; нужно рассматривать не двойку ( $S \leftrightarrow R$ ), а  $S \leftrightarrow M \leftrightarrow R$ );
- закон упражнения нужно трактовать по-новому  
результат – образование определенной познавательной структуры/картины/карты (например, у крысы при поиске пути в лабиринте формируется схема лабиринта, а не совокупность двигательных навыков);
- интеграторы поведения – центральные процессы, а не движения;
- при решении задачи важна структура задачи, а не шаблонные приемы решения.

**Оценка концепции:** предложены объективные методы экспериментального исследования; в сферу изучения включен анализ связи телесной реакции с материальным стимулом; введено понятие **поведения**, но проведен общебиологический (а не собственно психологический) его анализ; в целом для концепции характерна биологизация человеческой деятельности; в ходе развития концепции пришлось отказаться от некоторых наиболее одиозных положений, сделан "шаг навстречу" оппонентам.

**Когнитивная психология** (XX вв.).

**(мышление как процессы обработки информации)**

Классическая работа **Миллер, Галантер, Прибрам** "Планы и структура поведения" (на рус.яз.- 1965 г.).

- мышление – решение задач;
- активность связана с приобретением, организацией и использованием знаний;
- исследование аналогий *мозг человека*  $\leftrightarrow$  ЭВМ, моделирование мышления на ЭВМ;
- связь мышления с познавательными (когнитивными) процессами.

**Гештальтпсихология** (XX вв.).

**(мышление как переструктурирование ситуации)**

"Гештальт" – образ, система. Объективно, **Гештальтпсихология** знаменует внедрение системного подхода в психологические исследования.

**Вертгеймер:** *"Имеются целостности, чье поведение не детерминировано поведением индивидуальных элементов, из которых они состоят, но где сами частные процессы детерминируются внутренней природой целого"*.

В основе экспериментальный анализ процессов восприятия, его обобщение:

**Рубин, Катц** – анализ зрительных и осязательных восприятий, формулировка законов **константности**, **прегнантности** восприятия, **транспозиции**, исследование феномена **Фигуры и Фона**;

**Вертгеймер, Келлер, Коффка** – **ц-феномен** (воспринимается динамичное целое, а не соединение отдельных сенсорных элементов).

**Келлер** – попытка перестроить психологию по аналогии с современной физикой (Ньютон → Планк); рассмотрение гештальтов трех уровней (физического, физиологического и психического) и признание (ошибочное) изоморфизма всех этих уровней;

знаменитые опыты с обезьянами, анализ **инсайта** (интуитивного озарения).

**Вертгеймер, Келлер, Дункер** – исследование продуктивного мышления; выделение мыслительных операций: **реорганизация**, **центрирование**, **группировка**; фиксация отрицательного влияния привычного способа восприятия структурных отношений между компонентами задачи/проблемной ситуации на ее продуктивное решение.

**Оценка концепции (достижения):** внедрение системного подхода; новая экспериментальная практика – объект рассматривается как целостный, динамичный, трансформируемый чувственный образ; анализ продуктивного мышления и адекватных мыслительных операций.

Важные моменты во взглядах на решение задач: поле восприятия обретает новую структуру, адекватную проблемной ситуации, безразличные до этого предметы приобретают **функциональную ценность** средств решения задачи.

**Теория мышления Рубинштейна** (XX вв., 50-е гг., СССР).

Задача теории мышления – исследование мышления как деятельности, в основе которой лежит взаимодействие субъекта и объекта.

Мышление – процесс, использующий механизмы анализа, синтеза, обобщения, абстракции; применение знаний зависит от хода мыслительного процесса.

**Анализ через синтез** (один из главных механизмов продуктивного мышления) – объект в процессе мышления включается в новые системы отношений (**синтез**), выступает в новых качествах, что дает возможность узнать его новые свойства, фиксируемые в новых понятиях (**анализ**); *"из объекта как бы вычерпывается все новое содержание"* (Примеры: опыты Секкея, урезанная шахматная доска).

Задача обучения – формирование продуктивного мышления.

**Теория мышления Гальперина** (XX вв., 50-е гг., СССР).

В основе – **идея интериоризации**: *"предметное действие переносится во внутренний, умственный план, а затем ... во внутреннюю речь"*; умственная деятельность – последовательное, поэтапное отражение во все более сокращенном виде материальной деятельности человека.

Мышление – система (и процесс ее функционирования) интериоризованных операций.

Теория мышления – теория о поэтапном формировании умственных действий и методах обучения им.

**Теория интеллекта Жана Пиаже** (XX вв., Швейцария).

(Ж.Пиаже – один из наиболее крупных и уважаемых психологов, крупнейший специалист в области детской психологии, автор известных работ по экспериментальной психофизиологии; теория интеллекта Жана Пиаже – одна из наиболее интересных теорий мышления и его развития).

Основные аспекты (положения) Теории:

**Интеллект** определяется в контексте анализа поведения (взаимодействий: субъект ↔ внешний мир); интеллект – форма когнитивного/познавательного аспекта поведения, функциональное назначение которого – структурирование отношений между человеком/субъектом и средой.

**Интеллект** обладает адаптивной природой. Адаптация включает в себя **ассимиляцию** (усвоение данного материала существующими схемами поведения) и **аккомодацию** (приспособление этих схем к новым ситуациям). В интеллектуальной сфере – специфически функциональный характер адаптации.

Суть **Интеллекта** в его деятельной природе. Познавать объект – воздействовать на него, динамически его воспроизводить.

**Интеллектуальная деятельность** производна от материальных действий субъекта; ее элементы – интериоризованные действия. Они являются **операциями** – координируются между собой, образуя *обратимые, устойчивые* и вместе с тем *подвижные* целостные структуры.

**Интеллект** "продолжает и завершает совокупность адаптивных процессов". Органическая адаптация "обеспечивает лишь мгновенное, реализующееся в данном месте, а потому и весьма ограниченное равновесие". Простейшие когнитивные функции (восприятие, память и др.) "продолжают это равновесие как в пространстве, так и во времени". Но лишь один интеллект "тяготеет к тотальному равновесию, стремясь к тому, чтобы ассимилировать всю совокупность действительности и чтобы аккомодировать к ней действие, которое он освобождает от рабского подчинения изначальным 'здесь' и 'теперь'".

Психологическое развитие мыслительных операций (учение о **Стадиальном развитии интеллекта**):

1. **Сенсо-моторный период** (ребенок в возрасте 0-2 года): действия еще не перенесены во внутренний план, начинают формироваться представления о константности предмета.

2. **Дооперациональный период** (2-7 лет): появляются язык (→ возможность интериоризации действия в мысли), осознание прошлого, способность мысленного разделения объекта на части и т.п.; отсутствует представление о законах сохранения (эксперименты с переливанием жидкости и др.).

3. **Период конкретных операций** (7-11 лет): появляются формальные операции (классификация: *орел < птица < животное* и др.); операции еще не объединены в единое целое; формируются представления о законах сохранения: вещества (7-8 лет), массы (8-9 лет), объема (9-11 лет) – эксперименты с *глиняной колбаской*.

4. **Период формирования операций** (11-15 лет) гипотетико-дедуктивные рассуждения (могут выдвинуть гипотезу, обосновать ее), формальные рассуждения (тест Белларда), операции начинают объединяться в целостные структуры.

## Проблема знаний - центральная проблема ИИ

### Логические методы (язык предикатов)

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – факты (утверждения).

Факт – формула в некоторой логике.

Система знаний – совокупность формул.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Основные операции: логический вывод (доказательство теорем)

#### Примеры:

иметь (Саша, книга)

«Саша имеет книгу»

иметь (Саша, книги) → иметь (Саша, книга)

«Если Саша имеет книги, то он имеет книгу»

$(\forall x)$  [человек (x) → иметь (x, книга)]

«Каждый человек имеет книгу»

$(\forall x)$  [свободен (x) →  $\neg(\exists y)$  (на (y,x))]

«Если кубик x свободен, то нет такого кубика y, который находится на кубике x»

#### Достоинства:

- формальный аппарат вывода (новых фактов/знаний из известных фактов/знаний),
- возможность контроля целостности,
- простая и ясная нотация.

#### Недостатки:

- знания трудно структурировать,
- при большом количестве формул вывод идет очень долго,
- при большом количестве формул их совокупность трудно обозрима.

### Семантические сети

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – объекты/события и связи между ними.

Статические семантические сети - сети с объектами.

Динамические семантические сети (**сценарии**) - сети с событиями.

Система знаний – совокупность сетей (или одна общая сеть).

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Для представления семантических сетей используются графы:

вершина - атомарный объект (событие),

подграф - структурно сложный объект (событие),

дуга - отношение или действие.

#### Примеры отношений:

род-вид («компьютер» – «персональный\_компьютер»)

целое-часть («компьютер» – «память»)

понятие-пример («компьютер» – «конкретный компьютер . . . »)

Основные операции: сопоставление с образцом, поиск, замена, взятие копии

#### Пример сети:

<описание компьютера>

#### Достоинства:

- знания хорошо структурированы, структура понятна человеку.

#### Недостатки:

- при большом объеме сети очень долго выполняются все операции,
- при большом объеме сети она трудно обозрима.

### Фреймы

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – фреймы.

Фрейм-понятие – отношение/действие + связанные этим отношением/участвующие в этом действии объекты.

Фрейм-пример – конкретный экземпляр отношения/действия + конкретные объекты (связанные этим отношением/участвующие в этом действии).

Система знаний – совокупность фреймов-понятий и фреймов-примеров.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Фрейм: ИМЯ - отношение/действие

СЛОТЫ - объекты или другие фреймы

С каждым слотом может быть связана такая информация:

УСЛОВИЕ НА ЗАПОЛНЕНИЕ (тип, «по умолчанию», связь с другими слотами)

АССОЦИИРОВАННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ (действия, выполняемые, например, при заполнении этого слота)

Основные операции: поиск фрейма/слота, замена значения слота, взятие копии фрейма-понятия

Примеры:

Фрейм-понятие «Перемещать»

ПЕРЕМЕЩАТЬ (кто?, что?, откуда?, куда?, когда?, . . .)

Условия:           кто? – человек, робот, . . .

                          откуда? – место

                          . . .

Фрейм-пример

ПЕРЕМЕЩАТЬ (Саша, Саша, Главное\_Здание\_МГУ, Факультет\_ВМК, вчера в 15-30, . . .)

Фрейм-понятие «Персональный\_компьютер»

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ\_КОМПЬЮТЕР (процессор?, тактовая\_частота?, память?, монитор?, . . .)

Фрейм-пример

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ\_КОМПЬЮТЕР (Pentium-IV, 5 ГГц, 512Мб, SONY, . . .)

Достоинства:

- знания хорошо структурированы, структура понятна человеку.

Недостатки:

- при большом количестве фреймов долго выполняются все операции,
- при большом количестве фреймов знания трудно обозримы.

### **Продукции**

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – продукции (продукционные правила).

Продукция – правило вида:  $p: \alpha \rightarrow \beta$  (где:  $p$  – предусловие,  $\alpha$  - антецедент,  $\beta$  - консеквент).

Система знаний – система продукционных правил + стратегия выбора правил.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Основные операции: вывод (применение правила, определение правила-преемника и т.д.)

Примеры:

True:  $T > 200^\circ\text{C} \ \& \ P > 5 \text{ кПа} \rightarrow$  открыть клапан № 3

True: X - башня  $\rightarrow$  X имеет\_часть Y1 & Y1 есть КРЫША & . . .

Достоинства:

- простая и ясная нотация.

Недостатки:

- при большом количестве правил вывод идет очень долго,
- при большом количестве правил их совокупность трудно обозрима.

**Генетические алгоритмы (ГА)** - это стохастические, эвристические оптимизационные методы, впервые предложенные Холландом (1975). Они основываются на идее эволюции с помощью естественного отбора, выдвинутой Дарвином.

ГА работают с совокупностью "**особей**" - популяцией, каждая из которых представляет возможное решение данной проблемы. Каждая особь оценивается мерой ее "**приспособленности**" согласно тому, насколько "хорошо" соответствующее ей решение задачи. В природе это эквивалентно оценке того, насколько эффективен организм при конкуренции за ресурсы. Наиболее приспособленные особи получают возможность "воспроизводить" потомство с помощью "перекрестного скрещивания" с другими особями популяции. Это приводит к появлению новых особей, которые сочетают в себе некоторые характеристики, наследуемые ими от родителей. Наименее приспособленные особи с меньшей вероятностью смогут воспроизвести потомков, так что те свойства, которыми они обладали, будут постепенно исчезать из популяции в процессе эволюции. Иногда происходят мутации, или спонтанные изменения в генах. Таким образом, из поколения в поколение, хорошие характеристики распространяются по всей популяции. Скрещивание наиболее приспособленных особей приводит к тому, что исследуются наиболее перспективные участки пространства поиска. В конечном итоге популяция будет сходиться к оптимальному решению задачи. Преимущество ГА состоит в том, что он находит приближительные оптимальные решения за относительно короткое время.

ГА состоит из следующих компонентов: 1) **Хромосома** (Решение рассматриваемой проблемы. Состоит из генов); 2) **Начальная популяция** хромосом; 3) **Набор операторов** для генерации новых решений из предыдущей популяции; 4) **Целевая функция** для оценки приспособленности (fitness) решений. Чтобы применять ГА к задаче, сначала выбирается метод кодирования решений в виде строки. Фиксированная длина ( $l$ -бит) двоичной кодировки означает, что любая из  $2^l$  возможных бинарных строк представляет возможное решение задачи.

Стандартные операторы для всех типов генетических алгоритмов это: *селекция, скрещивание и мутация.*

#### **Селекция**

Оператор селекции (reproduction, selection) осуществляет отбор хромосом в соответствии со значениями их функции приспособленности. Существуют как минимум два популярных типа оператора селекции: рулетка и турнир.

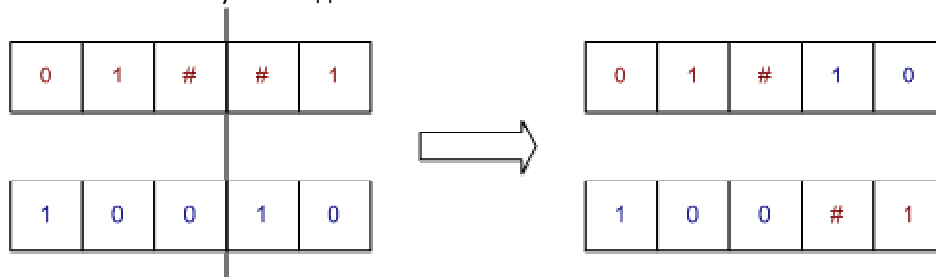
**Метод рулетки** (roulette-wheel selection) - отбирает особей с помощью  $n$  "запусков" рулетки. Колесо рулетки содержит по одному сектору для каждого члена популяции. Размер  $i$ -ого сектора пропорционален некоторой величине вычисляемой по формуле.

При таком отборе члены популяции с более высокой приспособленностью с большей вероятностью будут чаще выбираться, чем особи с низкой приспособленностью.

**Турнирный отбор** (tournament selection) реализует  $n$  турниров, чтобы выбрать  $n$  особей. Каждый турнир построен на выборке  $k$  элементов из популяции, и выбора лучшей особи среди них. Наиболее распространен турнирный отбор с  $k=2$ .

#### **Скрещивание**

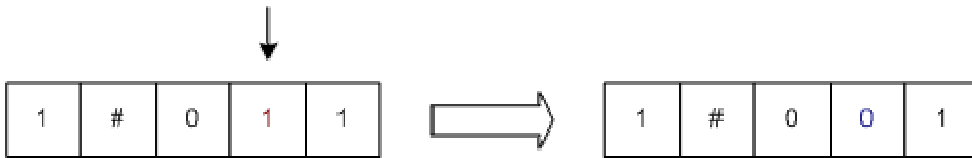
Оператор скрещивания (crossover) осуществляет обмен частями хромосом между двумя (может быть и больше) хромосомами в популяции. Может быть одноточечным или многоточечным. Одноточечный кроссовер работает следующим образом. Сначала, случайным образом выбирается одна из  $l-1$  точек разрыва. Точка разрыва - участок между соседними битами в строке. Обе родительские структуры разрываются на два сегмента по этой точке. Затем, соответствующие сегменты различных родителей склеиваются и получаются два генотипа потомков.



Одноточечный оператор скрещивания (точка разрыва равна трем)

#### **Мутация**

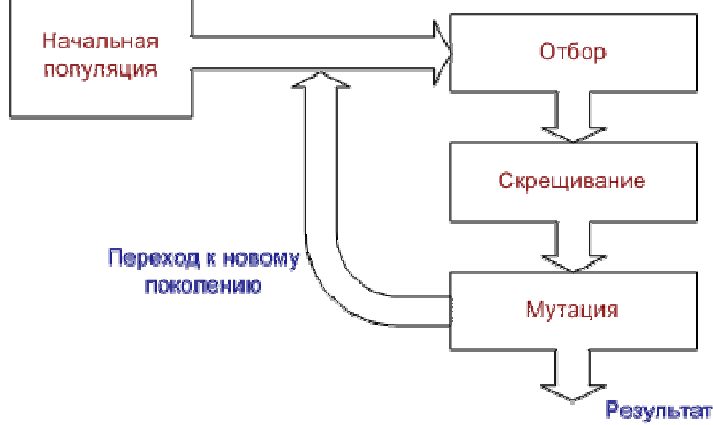
Мутация (mutation) - стохастическое изменение части хромосом. Каждый ген строки, которая подвергается мутации, с вероятностью  $P_{mut}$  (обычно очень маленькой) меняется на другой ген.



**Схема работы ГА**

Работа ГА представляет собой итерационный процесс, который продолжается до тех пор, пока не выполнятся заданное число поколений или какой-либо иной критерий останова. На каждом поколении ГА реализуется отбор пропорционально приспособленности, скрещивание и мутация.

Схема работы простого ГА выглядит следующим образом:





**Почему интеллект высшая форма психического отражения? Что такое анализ через синтез? Привести конкретный пример этой операции. Какие др. интеллектуальные операции столь же высокого уровня абстракции Вы знаете.**

**Психическое Отражение** – информационное отражение, важную роль в котором играет субъективный фактор.

**Формы Психического Отражения** (эмоции, ощущения, мышление, чувства, воля, память)

Ощущения, чувства, эмоции, память – проявления адаптации. **Интеллект** "продолжает и завершает совокупность адаптивных процессов". Органическая адаптация "обеспечивает лишь мгновенное, реализующееся в данном месте, а потому и весьма ограниченное равновесие". Простейшие когнитивные функции (восприятие, память и др.) "продолжают это равновесие как в пространстве, так и во времени". Но лишь один интеллект "тяготеет к тотальному равновесию, стремясь к тому, чтобы ассимилировать всю совокупность действительности и чтобы аккомодировать к ней действие, которое он освобождает от рабского подчинения изначальным 'здесь' и 'теперь'".

Мышление – процесс, использующий механизмы анализа, синтеза, обобщения, абстракции; применение знаний зависит от хода мыслительного процесса.

**Анализ через синтез** (один из главных механизмов продуктивного мышления) – объект в процессе мышления включается в новые системы отношений (*синтез*), выступает в новых качествах, что дает возможность узнать его новые свойства, фиксируемые в новых понятиях (*анализ*); "из объекта как бы вычерпывается все новое содержание" (Примеры: опыты Секкея, урезанная шахматная доска).

Задача обучения – формирование продуктивного мышления.

**Идея интериоризации:** "предметное действие переносится во внутренний, умственный план, а затем ... во внутреннюю речь"; умственная деятельность – последовательное, поэтапное отражение во все более сокращенном виде материальной деятельности человека.

Мышление – система (и процесс ее функционирования) интериоризованных операций.

Теория мышления – теория о поэтапном формировании умственных действий и методах обучения им.

**Что такое метазнания? В каких ситуациях и для каких видов интеллектуальных систем они необходимы?**

**Примеры правил и описаний метауровня, используемых в экспертных системах.**

**Метазнания** – средства разрешения конфликта между наличными С-знаниями *Адаптивных диалоговых систем ИИ* и входной информацией.

Примеры конфликтов:

- не удастся завершить анализ текста условия задачи, т.к. в нем встретилось незнакомое АДИС слово;
- не удастся продолжить планирование решения, т.к. ни один оператор к очередной вершине дерева поиска неприменим;
- новый факт формально противоречит одному из ранее известных.

Разрешение конфликта:

- поиск возможных причин (незнакомое слово – это либо действительно новое слово, либо слово с орфографической ошибкой);
- их динамическое (в текущем С-сеансе) упорядочение;
- выбор наилучшего способа устранения конфликта;
- необходимая коррекция С-знаний (С-адаптация) или изменение входных данных (исправление орфографической ошибки);
- С-обучение (факультативно), например, запись в словарь системы нового слова.

**ВЫБОР ПРАВИЛ:**

П1: утечка серной кислоты → использовать анион-обменник  
(стоимость: дорого, источник информации: доктор Грин, степень опасности: невелика)

П2: утечка серной кислоты → использовать уксусную кислоту  
(стоимость: дешево, источник информации: практикант Грун, степень опасности: велика)

П3: прежде всего использовать правило, требующее минимальных затрат

П4: прежде всего использовать правило, внесенное в БЗ специалистом

П5: прежде всего использовать правило с минимальной степенью опасности