**ОСНОВНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ПОНЯТИЯ**

1. **Система** - целостная совокупность взаимосвязанных элементов.

1. **Свойства системы**:
* целостность - наличие у системы функций и свойств, которые не присущи ни одному из ее элементов в отдельности и которые проявляются лишь в результате взаимодействия элементов;
* обязательным свойством системы является наличие связей между ее частями(элементами);
* в отношении с внешними объектами система образует особое единство. В большинстве случаев система не может существовать одна, вне связи с другими объектами;
* система является элементов системы более высокого уровня;
* любой элемент системы представляет в свою очередь систему низшего порядка.

3. **Элемент** - часть системы, имеющая некоторую самостоятельность по отношению ко всей системе, и связанная с другими частями.

Элемент не подлежит расчленению при данном рассмотрении системы.

Предметом изучения элемента является не его внутренние свойства, строение, а то, что определяет его взаимодействие с другими элементами и влияет на свойства системы в целом.

4. **Связь** - способ воздействия, взаимодействия или отношения элементов между собой, обуславливающий структуру и функционирование системы в пространстве и времени. Таким образом связь - это то, что соединяет элементы в системе. Могут быть различные связи: энергетические, информационные, генетические, управленческие и т.д. Связи могут обладать различной силой. Могут быть и паразитные связи.

1. **Подсистема** - часть системы, выделенная по определенному признаку и допускающая разложение на элементы. Отличается самостоятельностью и подчиненностью единой цели функционирования системы.
2. **Состав** – совокупность образующих систему элементов(подсистем).
3. **Структура** – способ взаимосвязей между элементами.

Часто в понятие структуры включают совокупность состояний системы, элементов и связей между ними.

Различают структуры: последовательную, параллельную, полную, централизованную, иерархическую, кольцевую, матричную и др.

Перечисленные типы структур обладают положительными и отрицательными свойствами и находят применение в соответствующих классах систем.

1. **Свойство** - сторона объекта, определяющая различие или сходство с другими объектами и проявляющаяся во взаимодействии с ними.

 Каждый объект обладает неограниченным количеством свойств. Свойства, указывающие на то, что представляет собой объект и чем он отличается от других объектов , называются существенными. Именно эти свойства объектов рассматриваются в ОТС.

 **9. Характеристика** -то, что отражает некоторое свойство объекта. Характеристика может быть количественной и качественной. Количественная характеристика называется параметром.

**10. Состояние** - множество значений существенных характеристик в данный момент времени.

 Переход системы из одного состояния в другое определяется как внутренними свойствами так и окружающей средой.

 **11. Среда** - множество объектов вне системы, которые оказывают влияние на систему, либо сами находятся под ее влиянием.

 Состояния среды определяются также как и системы.

 Обычно как только уточняют(меняют) систему, так приходится менять и среду.

1. **Ситуация** - совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.
2. **Поведение** - последовательность состояний объекта во времени.
3. **Функционирование** - проявление действий системы или осуществление различных процессов(химических, биологических, психических, энергетических т.д.).
4. **Цель** - область состояний (ситуация) системы, которой необходимо достичь в результате ее функционирования.
5. **Назначение** – то, для чего система создана, существует и функционирует.

В ОТС рассматриваются сложные, как правило, целенаправленные системы, имеющие единую цель. Причем именно с определения цели и начинается изучение системы, т.к. она определяет ‘’угол зрения’’ при выделении и анализе элементов, их существенных свойств и свойств системы в целом, связей между элементами.

1. **Управление** - процесс формирования целенаправленного поведения системы посредством информационного воздействия.

**СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

**Системный подход** представляет собой направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которой лежит рассмотрение объектов как систем.

**Сущность СП** заключается, во-первых, в понимании объекта исследования как системы и, во-вторых, в понимании процесса исследования объекта как системного по своей логике и применяемым средствам.

Как любая методология, системный подход подразумевает наличие определенных принципов и способов организации деятельности, в данном случае деятельности, связанной с анализом и синтезом систем.

В основе системного подхода лежат принципы: цели, двойственности, целостности, сложности, множественности и историзма. Рассмотрим подробнее содержание перечисленных принципов.

1. **Принцип цели** ориентирует на то, что при исследовании объекта необходимо ***прежде всего*** выявить цель его функционирования.

Нас в первую очередь должно интересовать не как построена система, а для чего она существует, какая цель стоит перед ней, чем она вызвана, каковы средства достижения цели?

 Принцип цели конструктивен при соблюдении двух условий:

* цель должна быть сформулирована таким образом, чтобы степень ее достижения можно было оценить (задать) количественно;
* в системе должен быть механизм, позволяющий оценить степень достижения заданной цели.
1. **Принцип двойственности** вытекает из принципа цели и означает, что система должна рассматриваться как часть системы более высокого уровня и в то же время как самостоятельная часть, выступающая как единое целое во взаимодействии со средой. В свою очередь каждый элемент системы обладает собственной структурой и также может рассматриваться как система.

Взаимосвязь с принципом цели состоит в том, что цель функционирования объекта должна быть подчинена решению задач функционирования системы более высокого уровня. Цель – категория внешняя по отношению к системе. Она ставится ей системой более высокого уровня, куда данная система входит как элемент.

1. **Принцип целостности** требует рассматривать объект как нечто выделенное из совокупности других объектов, выступающее целым по отношению к окружающей среде, имеющее свои специфические функции и развивающееся по свойственным ему законам. При этом не отрицается необходимость изучения отдельных сторон.
2. **Принцип сложности** указывает на необходимость исследования объекта, как сложного образования и, если сложность очень высока, нужно последовательно упрощать представление объекта, на так чтобы сохранить все его существенные свойства.
3. **Принцип множественности** требует от исследователя представлять описание объекта на множестве уровней: морфологическом, функциональном, информационном.

***Морфологический уровень*** дает представление о строении системы. Морфологическое описание не может быть исчерпывающим. Глубина описания, уровень детализации, то есть выбор элементов, внутрь которых описание не проникает, определяется назначением системы. Морфологическое описание иерархично.

Конкретизация морфологии дается на стольких уровнях, сколько их требуется для создания представления об основных свойствах системы.

***Функциональное описание*** связано с преобразованием энергии и информации. Всякий объект интересен прежде всего результатом своего существования, местом, которое он занимает среди других объектов в окружающем мире.

***Информационное описание*** дает представление об организации системы, т.е. об информационных взаимосвязях между элементами системы. Он дополняет функциональное и морфологическое описания.

На каждом уровне описания действуют свои, специфические закономерности. Все уровни тесно взаимосвязаны. Внося изменения на одном из уровней, необходимо проводить анализ возможных изменений на других уровнях.

1. **Принцип историзма** обязывает исследователя вскрывать прошлое системы и выявлять тенденции и закономерности ее развития в будущем.

Прогнозирование поведения системы в будущем является необходимым условием того, что принятые решения по совершенствованию существующей системы или создание новой обеспечивает эффективное функционирование системы в течении заданного времени.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

**Системный анализ** представляет совокупность научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем на основе системного подхода.

В основе методологии системного анализа лежат три концепции: проблема, решение проблемы и система.

**Проблема** - это несоответствие или различие между существующим и требуемым положением дел в какой-либо системе.

В качестве требуемого положения может выступать необходимое или желаемое. Необходимое состояние диктуется объективными условиями, а желаемое определяется субъективными предпосылками, в основе которых лежат объективные условия функционирования системы.

Проблемы, существующие в одной системе, как правило, не равнозначны. Для сравнения проблем, определения их приоритета используются атрибуты: важность, масштаб, общность, актуальность и т.д.

**Выявление проблемы** осуществляется путем идентификации **симптомов**, определяющих несоответствие системы своему предназначению или недостаточную ее эффективность. Систематически проявляющиеся симптомы образуют тенденцию.

**Идентификация симптомов** производится путем измерения и анализа различных показателей системы, нормальное значение которых известны. Отклонение показателя от нормы и является симптомом.

**Решение проблемы** состоит в ликвидации различий между существующим и требуемым состоянием системы. Ликвидация различий может производиться либо путем совершенствования системы, либо путем ее замены на новую.

Решение о совершенствовании или замене принимается с учетом следующих положений. Если направление совершенствования обеспечивает существенное увеличение жизненного цикла системы и затраты несравнимо малы по отношению к стоимости разработки системы, то решение о совершенствовании оправдано. В противном случае следует рассматривать вопрос о ее замене новой.

Для решения проблемы создается система.

Основными **компонентами системного анализа** являются:

1. Цель системного анализа.

 2. Цель, которую должна достигнуть система в процессе: функционирования.

 3. Альтернативы или варианты построения или совершенствования системы, посредством которых возможно решение проблемы.

 4. Ресурсы, необходимые для анализа и совершенствования существующей системы или создания новой.

 5. Критерии или показатели, позволяющие сравнивать различные альтернативы и выбирать наиболее предпочтительные.

1. Модель, которая связывает воедино цель, альтернативы, ресурсы и критерии.

**Методика проведения системного анализа**

1. Описание системы:

а) определение цели системного анализа;

б) определение целей, назначения и функций системы(внешних и внутренних);

в) определение роли и места в системе более высокого уровня;

г) функциональное описание (вход, выход, процесс, обратная связь, ограничения);

д) структурное описание (вскрытие взаимосвязей, стратификация и декомпозиция системы);

е) информационное описание;

ж) описание жизненного цикла системы(создание, функционирование и в том числе совершенствование, разрушение);

1. Выявление и описание проблемы:

а) определение состава показателей эффективности и методик их вычисления;

б) Выбор функционала для оценки эффективности системы и задание требований к ней(определение необходимого (желаемого) положения дел);

б) определение фактического положения дел(вычисление эффективности существующей системы с использованием выбранного функционала);

в) установление несоответствия между необходимым(желаемым) и фактическим состоянием дел и его оценка;

г) история возникновения несоответствия и анализ причин ее возникновения (симптомы и тенденции);

д) формулировка проблемы;

е) выявление связей проблемы с другими проблемами;

ж) прогнозирование развития проблемы ;

з) оценка последствий проблемы и вывод о ее актуальности.

3. Выбор и реализация направления решения проблемы:

а) структуризация проблемы (выделение подпроблем);

б) определение узких мест в системе;

в) исследование альтернативы “совершенствование системы - создание новой системы”;

г) определение направлений решения проблемы(выбор альтернатив);

д) оценка реализуемости направлений решения проблемы;

е) сравнение альтернатив и выбор эффективного направления;

ж) согласование и утверждение выбранного направления решения проблемы;

з) выделение этапов решения проблемы;

и) реализация выбранного направления;

к) проверка его эффективности.

 **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Рассмотри основные понятия теории эффективности.

Операция - этап функционирования системы, ограниченный выполнением определенной цели.

Операция реализуется определенной системой с управлением. К началу операции эта система должна располагать определенными ресурсами (люди, оружие, техника и т.д.). Операции могут быть простыми и сложными. Сложная операция - это совокупность взаимосвязанных по целям, средствам и времени простых операций.

Множество характеристик, которые описывают систему, реализующую операцию и внешнюю среду, подразделяются на управляемые и неуправляемые.

**Неуправляемые характеристики** (Y) - это характеристики, которые управляющий объект не может менять, но которые должны учитываться при выборе решения( противник, ТТД технических средств и т.д.). В общем виде они задаются множеством:

Y={y1 ,y2 , . . . , yn}.

**Управляемые характеристики** (Х) - это характеристики, которые могут меняться управляющим объектом (количество постов, база пеленгования и т.д.)

X={x1 , x2 , . . . , xm }.

Множество значений управляемых характеристик составляют **решение**.

**Принятие решения** есть задание значений управляемых характеристик с учетом известных или предполагаемых значений неуправляемых характеристик в соответствии с целью управления.

В реальных операциях используемые ресурсы почти всегда ограничены. Они ограничивают область решений.

Одной операции может соответствовать несколько решений, выполнение которых приведет к различной степени достижения цели операции. Поэтому говорят об эффективности решения.

**Эффективность решения** - это степень его соответствия цели операции.

Решение, удовлетворяющее заданным ограничениям, называется **допустимым.**

Решение, которое предпочтительнее других, называется **оптимальным.**

**Исход операции** - это ситуация, сложившаяся на момент завершения операции. Для оценки степени соответствия исхода операции относительно поставленной цели, т.е. эффективности решения, используется показатель исхода операции.

**Показатель исхода операции** - это функционал, связывающий цель операции и параметры операции(управляемые и неуправляемые). В общем виде:

R = f(X,Y).

Исход операции может оцениваться несколькими показателями. В этом случае стоит проблема выбора критерия эффективности решения.

Выбор критерия эффективности - наиболее ответственная, центральная задача теории принятия решений и теории исследования операций.

В качестве критерия эффективности может выступать свертка показателей исхода операции или непосредственно показатели исхода операции, т.е. функционал вида:

W = F( r ) или W = f(X,Y).

При выборе показателей исхода операции руководствуются следующими **требованиями**:

1. соответствие цели операции;
2. ясный физический смысл;
3. наличие функциональных связей с существенными параметрами операции;
4. вычислимость.

Таким образом **для формирования критерия эффективности необходимо**:

1. Определить цель операции.
2. Определить перечень управляемых и неуправляемых параметров.
3. Выбрать множество ПИО и методику их расчета.
4. Сформулировать критерий эффективности.

В зависимости от характера связей между решением и исходом операции все операции делятся на: детерминированные, вероятностные и неопределенные.

В **детерминированных операциях** каждому решению соответствует вполне определенный исход операции.

В **вероятностных операциях** каждому решению соответствует множество исходов операции и известна закономерность распределения вероятностей исходов.

В **неопределенных операциях** каждому решению соответствует множество исходов операции неизвестными законами распределения вероятностей. Чаще всего неизвестность определяется условиями проведения операции.

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

В процессе формирования решения результаты расчета ПИО представляются в виде матрицы решений вида:

|  |  |
| --- | --- |
| Решения |  П о к а з а т е л и и с х о д а о п е р а ц и и  |
|  |  r1  |  r2 |  . . .  |  rn |
|  x1 |  u11 |  u12 |  . . . |  u1n |
|  x2 |  u21  |  u22 |  . . . |  u2n |
|  . . . |  . . . |  . . . |  . . . |  . . . |
|  xm |  um1 |  um2 |  . . . |  umn |

Показатели имеют как правило различную физическую природу и поэтому различную размерность, которая устраняется путем нормирования. В результате нормирования значения показателей приобретают безразмерный вид.

**Порядок нормирования:**

а) вариант максимизации показателя:

 uij – uij min

uij min  uij  uij max

uij/ =

 uij max – uij min  i=1,...,m

в) вариант минимизации показателя:

uij min  uij  uij max

 uij max - uij

uij/ =

 uij max - uij min  i=1,...,m,

Нормированная матрица решений является основой для принятия решений.

Приведем несколько **вариантов выбора решений**.

1. **Выбирают наиболее важный показатель** rj, а на другие накладывают ограничения.

Выбирают решение максимизирующее (минимизирующее) uj.

Этот способ приемлем, если дисперсия ПИО по важности велика и есть возможность отдать предпочтение одному из них.

1. **Аддитивная свертка**.

 n

 W(Xi) = Σkjuij i=1,...,m, кj - коэффициент важности j-го

 j=1 показателя.

 Wo = max W(Xi)

 i = 1,...,m

1. **Мультипликативная свертка**.

 n

 W(Xi) = П uij , если показатели имеют одинаковую важность;

 j = 1

 Wo = max W(Xi), i = 1,...,m

 n

 W(Xi) = П uij kj, если показатели имеют различную важность;

 j = 1

Пример. r1 r2 r3 r4

 x1 2 -1 2 5

 x2 3 4 0 2

 x3 4 1 5 3

 kj 3 4 2 1

1. max rj  - r1.

 Ограничения: r ≥ 3 & r ≤ 2 & r ≥ 2.

 Решение: Wo = 3 для х2.

1. W(X 1) = 6 +(-4) + 4 + 5 = 11

 W(X 2 ) = 9 + 16 + 0 + 2 = 27

 W(X 3) = 12 + 4 + 10 + 3 = 29 = Wo.

3. W(X 1) = 8 \* 1 \* 4 \* 5 = 160

 W(X 2 ) = 27 \* 256 \* 0 \* 5 = 0

 W(X 3) = 56 \* 1 \* 25 \* 3 = 4200 = Wo .

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Исходная матрица решений будет иметь вид:

|  |  |
| --- | --- |
| Решения |  Параметры среды |
|  |  Y1  |  Y2 |  . . . |  Ym |
|  X1 |  u11  |  u12 |  . . . |  u1m |
|  . . . |  . . .  |  . . .  |  . . . |  . . . |
|  Xn |  un1  |  un2  |  . . .  |  unm |

 Для вычисления значений uij используется единственный показатель или критерий.

Если известны вероятности p(yj), получим процесс принятия решений в условиях риска.

Известны следующие **критерии принятия решений**:

1. **Критерий математического ожидания**.

Пусть рj - вероятности возникновения соответствующих условий проведения операции, заданных параметрами среды yj.

 Тогда m

Wo  = max Σpjuij

 i =1,...,n j=1

 Пример. ( см. пример применения аддитивной свертки при pj=kj  0.1)

1. **Критерий максимина (Вальда**)

 Известны pj. Известно поведение среды. Например, среда ведет себя наихудшим для системы образом. В этом случае используется критерий Вальда.

 Wo = max min uij

 i =1,...,n j =1,...,m

Этот критерий позволяет получить пессимистическую оценку.

Это единственная абсолютно надежная оценка.

В примере Wo= 1 для Х3.

1. **Критерий Лапласа**.

 О состоянии среды ничего не известно.

 m

W (Xi) = 1/m **Σ** uij i = 1,...,n

 j=1

 Wo = max W(Xi)

 i = 1,...,n

Пример. W(x1) = 9/4 = 2.5

 W(x2 ) = 9/4 = 2.5

 W(x3) = 13/4 = 3.25 = Wo

1. **Критерий обобщенного максимина (Гурвица**).

 Этот критерий предполагает уход от излишней осторожности (гарантированности). Обеспечивает получение промежуточной оценки (между пессимистической и оптимистической оценками).

Вводится коэффициент оптимизма(α), который определяет, в какую сторону следует отдать предпочтение: в сторону оптимистической или в сторону пессимистической оценки.

 (0 ≤ α ≤ 1)

W(Xi) = α max uij + (1 - α) min uij

 j=1,...,m j = 1,...,m

 Wo = max W(Xi)

 i = 1,...,n

Пример.

 α = 0.5

 W(X1) = 0.5 5 + 0.5 (-1) = 0.25 + (0.5) = -0.25

 W(x2) = 0.5 4 + 0.5 0 = 0.2

 W(x3) = 0.5 5 + 0.5 1 = 0.75 = Wo

 α = 0.2

W(X1) = - 0.7

W(X2) = 0.8

W(X3) = 1.15 = Wo

α = 0.8 W(X1) = 0.2 W(X2) = 0.32

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АСУ СН

Для решения задач в.р. в интересах СЗУ создана АС “Д”, которая включает несколько подсистем, в т.ч. “Д-Ш”.

Система “Д-Ш “– система с распределенной обработкой информации. Предварительная обработка производится на периферийных узлах, на которых осуществляется сбор р/с, их фильтрация, формализация и передача на объекты среднего звена.

На объектах среднего звена информация обобщается, обрабатывается и в виде РД поступает на объекты центрального звена.

Все уровни оснащены средствами ЭВТ, передачи данных, автоматизированного формирования, ввода и документирования сообщений.

АСУ СН **предназначена**:

* для обеспечения непрерывного сбора, накопления, обработки добываемых р/с и своевременной выдачи данных в центральную подсистему командования;
* непрерывное управление деятельностью органов …;
* повышение оперативности и надежности функционирования органов … в различных степенях боевой готовности.

АСУ СН состоит из объектов центрального, среднего и низового уровней. Центральные объекты располагаются в московской зоне, объекты среднего уровня – в европейской части, низовые – распределены по всей территории страны и за ее пределами.

В зависимости от звена управления структура и задачи имеют существенное различие. В низших звеньях основной акцент делается на получение и передачу информации в вышестоящие органы. В вышестоящих органах возрастает число задач, связанных с планированием, управлением и обработкой информации.

В каждом звене имеется своя автоматизированная система, которая в свою очередь может иметь несколько уровней. Так специальная система состоит из объектов центрального звена, объектов среднего уровня и низовых объектов.

На ***центральное звено*** возлагаются задачи оперативного управления органами …, получения, обработки и обобщения информации, полученной от них и передачи обобщенных данных в центральную подсистему управления.

Объекты ***среднего уровня*** осуществляют оперативное управление деятельностью подчиненных объектов, производят централизованную машинную обработку информации, полученной на объектах среднего уровня и принятой от периферийных объектов с целью оперативного слежения за обстановкой дежурной сменой КП и выдачи обобщенных данных на объект центрального звена.

*Низовые объекты* осуществляют добывание информации, ее фильтрацию и передачу ее на объект среднего уровня.

**Обмен информации** между объектами разных уровней осуществляется через сеть обмена данными Вооруженных сил. СОД всю территорию России и состоит из системы связи, главных и территориальных центров коммутации сообщений и периферийных узлов. Центральные объекты подключены к ГЦКС, объекты среднего уровня – к ТЦКС, низовые объекты – к ФПУ.

О3

О2

О3

**СОД** представляет собой систему центров коммутации, на которые замыкаются объекты АС. Каждый объект имеет две линии привязки.

СОД обеспечивает:

* скорость передачи данных – 1200 бод;
* вероятность искажения знака – 10 в минус 8;
* гарантированное время доведения сообщения:

объемом 100 знаков – 30-40 сек;

объемом 1500 знаков – 2-3 мин;

объемом 5000 знаков – до 20 мин.

2. СТРУКТУРА СТАЦИОНАРНОГО КСА

Состав технических средств автоматизации стационарного КСА определяется исходя из перечисленных выше задач.

**Состав технических средств автоматизации центрального звена:**

* вычислительный комплекс на базе ЕС ЭВМ (ВК-2Р-60);
* специализированная ЭВМ предварительной обработки (групповой комплект ввода-вывода);
* специализированный процессор связи (КТВК “Ствол”);
* аппаратура передачи данных (АПД);
* автоматизированные рабочие места на основе алфавитно-цифрового дисплея;

###### **Состав технических средств объекта среднего уровня**:

* вычислительный комплекс на базе ЕС ЭВМ (ВК-2Р-35);
* коммутационно технологический вычислительный комплекс;
* групповой комплект ввода-вывода;
* аппаратура передачи данных
* групповой комплект передачи данных (ГКПД-16);
* аппаратура засекречивающей связи (Т-206);

###### **На низовых объектах установлены:**

КТВК; АПД; АРМы.

**КТВК “Ствол**” предназначен для:

* автоматизации процессов межобъектового обмена информацией и процессов управления функционированием КСА объектов,
* организации взаимодействия ДЛ объекта с ВК и решения отдельных задач по обработке информации,
* отображения состояния средств КСА и трактов обмена информацией между этими средствами,
* реализации службы единого времени,

 - сбора сигналов о НСД.

***Включает***:

-“Наири-4В” – 2 к-та;

- три технологических рабочих места (ТРМ): РМ САК, РМ СПАД, РМ СПДУ;

- комплект аппаратуры единого времени.

***Назначение технологических рабочих мест:***

***РМ СПАД***:

* допуск оператора для работы с КСА (опознает оператора по паролю и закрепляет за ним РМ на время работы);
* разграничение доступа операторов к ресурсам системы (задачам, файлам, базам данных и задачам обработки);
* надзор за соблюдением сохранности информации (реакции на несанкционированные действия, регистрация специальных учетных данных и т.д);
* доступ к специальным таблицам СПАД (таблицы паролей, таблицам доступа т.д.);

***РМ САК***:

* отображение информации о состоянии технических средств;
* выдача статистической информации о функционировании технических средств на основе записей в журнале регистрации ошибок.

***РМ СПДУ***:

* отображение информации о функционировании задач, уровне загрузки ресурсов КСА;
* изменение конфигурации и режимов функционирования модулей КСА при возникновении аварийной ситуации;
* отображение статистичекой информации о функционировании КСА.

ГКВВ предназначен для организации взаимодействия ДЛ объекта с ВК и решения отдельных задач по обработке информации (сбор, накопление, и временное хранение информации).

Функции:

* прием и выдача информации от устройств ввода-вывода КСА,
* редактирование информации по командам операторов,
* организация диалога с рабочими местами КСА,
* сбор, накопление и временное хранение информации.

Обработка информации в ГКВВ заключается в подготовке сообщений для ВК и КТВК.

***Включает:*** “Наири-4В (1 к-т)”, ТРМ, АРМ: АЦД-2000 (2 к-та), распределительный щит (2 шт), пульт управления (ПУ-504, 1 шт), коробка распределения (1 шт).

**Наири-4В** – быстродествие – 400000 операций в секунду, объем оперативной памяти – 512 кБ, ДЗУ – 256 кБ.

**АПД** предназначена для передачи информации по телекодовым КС. Она обеспечивает защиту от ошибок и автоматическое засекречивание передаваемой информации, а также сопряжения канального оборудования с ЭВТ (с КТВК), функционального контроля, отображения и документирования состояния отдельных устройств АПД и каналов связи, автоматического или ручного управления резервом.

*Достоверность передачи данных* – не менее 10-8, при вероятности ошибки приема из каналов связи не более 10-4.

*Включает*: ГКПД-16 – групповой комплект повышения достоверности, Т-206 – ТЛГ ЗАС, ШС-129 – аппаратура преобразования сигналов.

**СПВЦ –** специализированный пульт для ввода цифровой информации в КСА непосредственно с постов добывания.

**АЦД-2000** – таблично-знаковое устройство ввода-вывода и обеспечивает:

* двухсторонний обмен информацией с ЭВМ по установленным алгоритмам обмена и выполнения команд и приказов, поступающих от ЭВМ;
* набор информации оператором с пульта;
* хранение и отображение информации на экране ЭЛТ в виде графических символов;
* редактирование отображаемой информации с пульта;
* набор и передача в ЭВМ запросов на решение прикладных задач.

**Аппаратура единого времени** предназначена для организации службы единого времени посредством формирования сигналов текущего времени, непрерывного хранения шкалы текущего времени и автоматической выдачи сигналов этой системы в ЭВМ и на цифровые индикаторы.

# РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВК

***1 режим***. ЭВМ2 решает параллельно те же задачи, что и ЭВМ1(основной режим, “горячий резерв”);

***2 режим***. ЭВМ1 обрабатывает поступающие сообщения, поступающие от ГКВВ (местного и периферийных);

 ЭВМ2 работает в интересах должностных лиц рабочих зон и обрабатывает информацию в общей базе данных;

***3 режим***. Часть рабочих зон подключена для работы по каналам СОД.

**СТРУКТУРА ПЕРСПЕКТИВНОГО КСА**

В основе перспективной АСУ СН – автоматизированные посты добывания, автоматизированные рабочие места на базе ПЭВМ, объединенные в сеть.

Сеть включает в себя совокупность технических и программных средств, обеспечивающих прием, отбор, распределение добытой информации, ведение базы данных, формирование информационных и отчетных документов, связь с системой передачи данных Дозор.

**Состав:**

* ПЭВМ добывающих подразделений с сетевыми адаптерами;
* Концентратор;
* Сервер;
* ПЭВМ, выполняющая роль информационного коммутатора, рабочее место начальника смены;
* ПЭВМ обрабатывающего подразделения (оперативный отдел);
* ПЭВМ – рабочее место оперативного дежурного.

**ПЭВМ установленные в добывающих под**разделениях имеют специальное программное обеспечение, предназначенное для приема и обработки телеграфных, факсимильных и др. сигналов и преобразования в текстовую и формализованную информацию.

Первичная обработка добытой информации также производится здесь. О наличии сведений, требующих немедленного доклада выдается сигнал оператору добывающей ПЭВМ и начальнику смены.

**Сетевой адаптер** – устройство, предназначенное для обеспечения доступа к серверу.

**Концентратор** представляет собой совокупность сетевых адаптеров, которые через систему коммутации подключены к серверу.

**Сервер** – ПЭВМ, работающая под управлением специального программного обеспечения, которое обеспечивает доступ к НЖМД пользователей сети.

НЖМД, как правило, имеет большой объем (несколько гигабайт) и малое время доступа.

**ПЭВМ информационного коммутатора** обеспечивает слежение за потоками информации, поступающими с ПЭВМ добывающих подразделений и выдачу на экран рабочего места начальника смены сигналов о поступлении СТНД, сбоях, срывах и др.

**В отделе автоматизации** имеется ПЭВМ (одна или несколко), предназначенные для поддержки и ведения бызы данных.

**В оперативном отделе** находятся ПЭВМ – рабочие места направленцев. Направленцы ведут статистический и комплексный анализ информации не представляющей оперативной ценности с помощью базы данных. Они являются пользователи базы данных с разграничением доступа.

Все формируемые направленцами и НС отчетные и информационные документы, предназначенные для отправления в вышестоящий орган, просматриваются и заверяются и отправляются оперативным дежурным с его рабочего места.

**Структура перспективного КСА**

ЦО

ОСУО

НО

СЕРВЕР

Автоматизированные рабочие места должностных лиц

Рабочая станция

Рабочая станция

 \* \* \*

 IBM 9000

 КТВК (ПЭВМ)

АСАТ

СА

УПС

СЕРВЕР

Автоматизированные рабочие места должностных лиц

Рабочая станция

Рабочая станция

 \* \* \*

 IBM 9000

 КТВК (ПЭВМ)

АСАТ

СА

УПС

Автоматизир пост

Автоматизир

пост

 \* \* \*

СЕРВЕР

Автоматизированные рабочие места должностных лиц

Рабочая станция

Рабочая станция

 \* \* \*

 КТВК (ПЭВМ)

АСАТ

СА

УПС

Автоматизир пост

Автоматизир

пост

 \* \* \*

 **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

# Система ИО представляет собой совокупность следующих **основных компонентов**:

* единой системы классификации и кодирования информации;
* унифицированной системы документации и массивов информации.

**Единая система классификации и кодирования** информации представляет собой комплекс взаимоувязанных системных и локальных классификаторов, обеспечивающих непрерывную обработку средствами вычислительной техники поступающей информации в системе.

*Переход на автоматизированную обработку добытых сведений вызывает необходимость ведения в подсистеме стандартных сокращенных обозначений, терминов элементов военной информации. В связи с этим в подсистеме используются единые стандартные сокращения и термины, предназначенные как для ввода информации в АС, так и для выдачи результатов решений на АРМы пользователей на всех объектах подсистемы.*

Ввод информации в АС производится в виде типовых формализованных сообщений с помощью макетов входных сообщений, состоящих из определенного набора опознавательных групп, значение которых заполняется соответствующей информацией.

Каждый тип входного и выходного сообщения имеет свой код (КВС - код вида сообщения), назначаемый ему по правилам мнемоники.

Для обеспечения смысловой и символьной однозначности при заполнении информационных параметров входных и выходных сообщений используются специально разработанные для этой цели тематические классификаторы.

Корректировка классификаторов, КВС и опознавательных групп в подсистеме должна осуществляться централизовано по директивным указаниям, рассылаемым пользователям АС.

**Унифицированная система документации** в подсистеме – это система документов, представляющая собой рационально организованный комплекс взаимосвязанных документов, отвечающих единым правилам и требованиям и содержащих информацию, необходимую для оптимизации управления, сбора и хранения сведений на основе применения математических методов и средств вычислительной техники.

 Документ в системе информобеспечения является непосредственным носителем входной и выходной информации.

Унифицированная система документации включает **5 классов** документов:

* входные и выходные сообщения;
* машинные решения;
* выходные таблицы;
* формуляры; каталоги.

***Машинные решения*** являются результатом машинной обработки входных сообщений. Они предназначены для автоматизации процесса оценки входной информации оператором (ОД) и выдачи на ее основе выходного сообщения на вышестоящий или взаимодействующий объект.

***Машинное*** решение содержит заполненный информационными параметрами макет выходного сообщения и вспомогательную информацию, обосновывающую решение программы логической обработки и помогающую оператору оценить достоверность выходных данных. Оно выдается на экран АРМ оператора принудительно для окончательного принятия решения человеком.

***Выходные таблицы*** слежения за обстановкой являются результатом статистической обработки входных и выходных сообщений в масштабе времени, близком к реальному, и предназначены для количественной и качественной оценки состояния и деятельности ВС противника на данный момент времени и нарастающим итогом с начала суток.

***Формуляры*** являются результатом статистической обработки входных и выходных сообщений и представляют собой структурно-организованные тематические подборки входных и выходных сообщений по заранее заданной тематике: полет самолета, ИСП, учение, проверка боеготовности т.д.

***Каталоги документов*** содержат коды и наименования выходных таблиц, формуляров, заведенных в АС на данный момент времени, макетов входных и выходных сообщений, документов оперативно-справочной системы.

 Они предназначены для ознакомления оператора с кодами и наименованиями имеющихся в АС документов для вызова необходимых документов на АРМ с помощью этих каталогов.

**Массивы информации** и их конкретная структура определяются спецификой обрабатываемой информации на объектах подсистемы. На объекте среднего уровня создаются:

* информационные массивы в интересах управления силами и средствами …;
* информационные массивы в интересах оперативного слежения и оценки обстановки.

***Информационные массивы в интересах оперативного слежения и оценки обстановки*** на центральном объекте включают в себя три базы данных общего пользования:

1. Для ведения накопления входных и выходных сообщений в течение текущих суток (текущее хранение).
2. Для многосуточного (до 14 суток) накопления и хранения входных и выходных сообщений, а также результатов решения задач слежения ( оперативное хранение).
3. Для ведения текущих результатов решения задач и справочных данных, обеспечение работы должностных лиц дежурных смен на объектах (архивное хранение).

Помимо вышеперечисленных баз данных в интересах отдельных задач слежения создаются и поддерживаются отдельные наборы данных, в которых находятся информационные массивы, предназначенные для обеспечения решения соответствующей задачи.

**ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**Лингвистическое обеспечение** представляет собой совокупность терминов военной разведки и других языковых средств, используемых в системе информобеспечения подсистемы, а также правил формализации естественного языка, включая методы сжатия и развертывания текстов, в целях повышения эффективности машинной обработки информации.

По назначению в подсистеме можно выделить ***3 категории языков***:

* входные;
* внутренние (машинные);
* выходные (в том числе описания документов).

Наиболее важной составной частью языков является терминологический состав информации (словарный фонд). В подсистеме он всецело определяется терминологическим составом основных документов и отражает специфику … .

***Входные языки*** являются едиными и обеспечивают удобство работы потребителей информации и операторов; они удовлетворяют все их информационные потребности ( инициирование решения задач, запросов на подготовку и передачу информации в КСА т.п.). Основной конструкцией входных языков является ***сообщение.*** В зависимости от того, какую смысловую нагрузку будет нести входной сообщение, оно может быть запросом на решение задачи, выдачу справки, поиск информации, донесением с исходной информацией для заполнения баз данных или их обновления, командой, подтверждением т.д.

***Внутренние языки*** обеспечивают:

* накопление, хранение и обработку данных, включая устранение их избыточности и сжатие информации;
* связь хранящихся данных с прикладными программами путем использования языка описания данных.

Это достигается едиными соглашениями для организации информационного обмена в подсистеме.

***Выходные языки*** предназначены для автоматического формирования документов, выдаваемых по определенной форме на экране АРМ ДЛ или АЦПУ ЭВМ, а также подготовки информации (исходных данных) для дальнейшей обработки (решения информационно-расчетных задач) или хранения в памяти ЭВМ.

 Выходные информационные языки обеспечивают выдачу на устройства печати и отображения документов в следующем виде:

* таблицы установленной формы;
* таблицы списковой структуры (каталоги);
* отредактированные тексты в соответствии с требованиями полиграфии.

**СОПРЯЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ**

Информационное сопряжение элементов ситемы обеспечивается централизованной разработкой и корректировкой информобеспечения. В автоматизированной системе используются единые стандартные сокращения, термины военной разведки, единые макеты входных и выходных сообщений, номенклаторы и классификаты, единая система документации.

В настоящее время система построена таким образом, что информация на входе КСА вышестоящего объекта представляется в том виде, в каком ее вели операторы формализации и ввода на нижестоящих объектах. С точки зрения удобства работы должностных лиц объектов, устойчивости автоматизированной системы в случае выхода из строя промежуточных объектов такой принцип доведения информации не оптимален.

Возникает необходимость представления информации, циркулирующей между объектами, в едином общесистемном виде. В то же время необходимо учитывать специфику каждого объекта, особенно обработки информации на том или ином объекте. То есть информация, поступающая на объект, должна быть преобразована из общесистемного представления (С О). При выдаче же информации в систему должно осуществляться обратное преобразование (О С).

Более того, на аждом объекте должна учитываться специфика работы должностных лиц, удобство общения конкретного человека с АС, то есть возникает необходимость представления информации удобном для человека виде (О чел.).

 С <-> O1 O1 <-> C O2 <-> C O3<-> C

С <-> O2 C <-> O3

 Чел. Чел. Чел.

 **ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

В зависимости от оперативного предназначения и степени оснащения средствами автоматизации все объекты АС подразделяются на объекты верхнего (I), среднего (II) и нижнего (III) уровня.

Алгоритм обработки добываемых данных построен с учетом иерархичности, подчиненности и сложившейся специфики деятельности ее звеньев и органов для обеспечения более качественной обработки и обобщения данных.

В соответствии с традиционно сложившейся специализацией головных объектов звеньев подсистемы и в целях более квалифицированной предварительной обработки и обобщения данных в подсистеме предусмотрена специализация объектов по тематике р/информации.

Разные уровни обработки р/информации предусматривают различное обобщение получаемых данных на объектах соответствующего уровня и последующую передачу результатов обобщения в виде стандартных сообщений на вышестоящий объект.

**На низовых объектах** подсистемы производится предварительная обработка информации. Учитывая то, что низовые объекты оснащаются КТВК «Ствол» и имеют ограниченные возможности автоматизированной обработки данных, должностные лица объектов в основном осуществляют ввод добытой информации в каналы для передачи на вышестоящий объект.

Для выполнения поставленной задачи должностное лицо имеет возможность отправлять донесения с помощью ***макетов сообщений***, заложенных в память КСА объекта. Эти макеты составлены таким образом, чтобы обеспечить ввод добытой информации по тематике задания, поставленному объекту, и включают все параметры, которые могут встретиться в радиосообщениях противника.

 Для облегчения работы должностного лица и сокращения сроков подготовки сообщений имеется ***каталог*** с перечнем заложенных в ЭВМ макетов, а также предусмотрено полуавтоматическое заполнение макетов с помощью так называемых ***подсказок.***

**На объектах среднего звена**, оснащенных ВК-2Р-35, производится как предварительная обработка сведений, добытых на объектах, так и обобщение информации, поступающей от подчиненных и взаимодействующих объектов подсистемы.

В ходе автоматизированной обработки входных сообщений на объектах среднего уровня осуществляется программная логическая и статистическая обработки введенных данных.

***Логическая обработки*** данных включает в себя распознавание объектов, анализ характера их деятельности и вскрытие признаков и мероприятий по переводу ВС противника в повышенные степени боевой готовности на основе сравнения секущих данных с заложенными в ЭВМ эталонными информационными моделями.

***Статистическая обработка*** данных включает обобщение в виде текущих формуляров таблиц состояния деятельности объектов и проводимых мероприятий.

***Оперативный дежурный***, просматривая представленную на экран ЭВМ информацию, может отправить ее в вышестоящий орган сразу или произвести необходимую коррекцию и после этого отправить сообщение. Отправляемое сообщение автоматически корректирует находящиеся в памяти ЭВМ соответствующие формуляры и таблицы. Выдача формуляров и таблиц на АРМ ДЛ производится по запросу.

Следует отметить, что автоматизированная обработка информации на объектах среднего уровня значительно повышает ее качество и достоверность и заметно снижает общий объем выдаваемых сообщений на вышестоящий объект за счет отсеивания дублирующей информации и обобщения данных.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ**

Обмен информацией в подсистеме осуществляется по установленным формам. Формы сообщений и конкретное содержание трафаретов определяются вышестоящим командованием. При необходимости отправить сообщение оператор по соответствующей транзакции вызывает на экран трафарет данного вида сообщения. Заполнив по установленной форме пустые окна трафарета поступившей информацией, оператор вводит сообщение в систему для доведения до соответствующего адресата.

В системе происходит ***автоматическое сжатие*** сообщения (удаляются пробелы), и сообщение по каналам связи поступает адресату. На экране получателя сообщение появляется в том виде, как его ввел в систему отправитель.

Для подтверждения доведения сообщения в системе организовано ***квитирование***:

* автоматическое;
* выдача квитанции должностным лицом.

При поступлении сообщения адресату отправителю автоматически выдается квитанция. При доведении сообщения особой важности кроме автоматического квитирования получатель должен еще и вручную отправить квитанцию.

По важности сообщения в системе подразделяются на 4 категории, которые определяют очередность передачи сообщений.

На рисунке представлена функционально-технологическая структурная схема прохождения информации в подсистеме.

Обмен информацией организован по системе обмена данными (СОД), принцип построения которой представлен на рисунке.

 ЦКС1

 ЦКС2

 ЦКС4

 ЦКС3

 О2

 О1

 О1

 О3

 **АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КСА**

В соответствии с классами решаемых задач можно выделить **три контура** обработки информации:

1. Контур сбора, обработки и выдачи текущих сведений о военно-политической обстановке, состоянии, деятельности и боевой готовности ВС противника.
2. Контур приема сигналов оповещения, команд, распоряжений и запросов по управлению силами и средствами объекта и выдачи подтверждения об их получении и донесении об их исполнении.
3. Контур сбора и обработки информации по задачам обеспечения р/деятельности.

**Входные сообщения по контуру 1** поступают из канала связи в КТВК, далее в ВК, где поступают на вход задач класса В. После обработки задачами класса В сообщение вместе с выработанными рекомендациями поступает на экран ОД КП.

Функции ОД КП при просмотре сообщения сводятся к его анализу и анализу рекомендаций. После просмотра сообщения и коррекции (в случае необходимости) результатов решения задачи сообщение поступает снова на вход задач класса В с целью коррекции таблиц слежения за обстановкой, текущих графических моделей и пересылки сообщения в архив для длительного хранения.

В процессе работы с задачами класса В оперативному дежурному КП и офицерам информационных направлений КП доступны для просмотра таблицы слежения за обстановкой, графические модели мероприятий учебно-боевой деятельности и различные подборки сведений.

**Входные сообщения по контуру 2** немедленно поступают на экран ОД КП и заносятся в таблицу для временного контроля их исполнения. При необходимости отправить распоряжение или доклад об исполнении распоряжения оперативный дежурный КП вызывает на экран соответствующий трафарет, заполняет его и отправляет его адресату или сразу нескольким адресатам.

Входные сообщения по контуру 2 имеют наивысший приоритет, время их доведения не превышает 2-х минут.

**Входные сообщения по контуру 3** поступают из каналов связи или от офицеров информационных направлений КП и помещаются с помощью задач обеспечения р/деятельностью (ОРД) в архивы для долговременного хранения. По запросу или регламенту данная информация поступает на вход задач ОРД, с помощью которых формируются различные подборки, статистические таблицы, учетные документы.

Для обеспечения диалога ОД КП, других лиц дежурной смены, офицеров информационных направлений КП имеется несколько рабочих мест, оснащенных дисплеями и печатающими устройствами.

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСУ СН

Общесистемное программное обеспечение включает:

1. ОПО унифицированной распределительной системы (УРС), работающей под управлением ОС ЕС и построенной по принципу пакета прикладных программ и предназначенной для обеспечения функционирования задач СМО в оперативном режиме.
2. ОПО КТВК и ОПО ГКВВ, предназначенных для обеспечения межобъектовго и внутриобъектового обмена информацией и управления функционированием КСА объекта.
3. ОПО УРС

Основные функции:

* мультипоточная обработка запросов с учетом их приоритетов;
* обеспечение диалогового режима работы должностных лиц КП и оперативных подразделений с задачами СМО;
* реализация языка запросов;
* обеспечение работы СМО по расписанию;
* оперативное восстановление вычислительного процесса при отказе технических средств;
* дублирование наборов данных;
* транзитная передача сообщений между КТВК и ГКВВ без прерывания работы СМО;
* включение СПАД, СПДУ, САК в соответствующие технологические контуры объекта;
* разграничение доступа к ресурсам;
* документирование информационных потоков;
* контроль технических и программных средств.

ОПО УРС включает программные компоненты: комплексирования, СПДУ, СПАД, САК, обмена с ОПО КТВК и ГКВВ, оперативную справочную систему (ОСС).

СПДУ обеспечивает организацию и восстановление вычислительного процесса, формирование и вывод информации состояния вычислительного процесса на РМ СПДУ (РМ УРС) по управлению вычислительным процессом.

СПДУ включает: инициатор, центральный диспетчер, диспетчер терминалов, диспетчер файлов, диспетчер основной памяти, диспетчер вспомогательной памяти, диспетчер очередей, службу времени, программу управления трассировкой, программу управления и редактирования.

СПАД обеспечивает разграничение доступа операторов рабочих зон к ресурсам системы, документирование информационных потоков, формирование и вывод на РМ СПАД сообщений о несанкционированных действиях, обработку команд оператора РМ СПАД по управлению СПАД.

СПАД включает компоненты: разграничения доступа оператора к задачам УРС, опознания оператора по паролю и прописки его в системе, оперативного вывода сообщений о НСД на РМ СПАД, распечатки на АЦПУ данных о НСД.

САК обеспечивает проверку работоспособности технических и программных средств и обработку команд оператора РМ САК.

САК включает компоненты: инициализации таблицы состояния устройств с учетом конфигурации ВК, изменения таблицы состояния устройств по команде оператора ВК, обработки ошибок процедур ввода-вывода, выдачи справочных данных о состоянии устройств ВК.

Компоненты комплексирования обеспечивают обмен информацией между ЭВМ КВ через средства прямого управления, общее поле памяти на МД и адаптеры канал-канал, а также управление режимами работы по командам с РМ УРС.

Средства комплексирования включают компоненты: обмена по АКК, прямого управления, обмена через разделенные устройства прямого доступа, организации режимов работы ВК.

Компоненты обмена с ОПО КТВК обеспечивают взаимодействие ОПО УРС с ТРМ СПДУ, САК, РМ СПАД, подключенными к КТВК, с системой управления передачей данных (СУПД), а также включение компонентов СПДУ, СПАД, САК УРС в единые технологические контуры объектов. Порядок обмена между ОПО УРС и ОПО КТВК определяется отдельным протоколом.

Компоненты обмена с ОПО ГКВВ-2 обеспечивают взаимодействие ОПО УРС с функциональным РМ, подключенным к ГКВВ. Порядок обмена определяетмся отдельным протоколом.

Оперативная справочная система (ОСС) предназначена для обслуживания технологических рабочих мест и представляет собой пакет прикладных программ, обеспечивающий хранение, поиск, редактирование и выдачу текстовых документов, имеющих страничную организацию.

ОСС обеспечивает выполнение следующих функций:

* ведение таблиц разграничения доступа к информационным массивам;
* оповещение оператора СПАД о несанкционированных запросах;
* изменение прав доступа к информационным массивам операторами СПАД;
* обеспечение возможности постраничного чтения и записи в любой из информационных массивов ОСС;
* проверку работоспособности трактов связи с модулями объектов.
1. ОПО КТВК (ГКВВ)

ОПО КТВК (ГКВВ) предназначено для обеспечения межобъектового и внутриобъектового обмена информацией, управления функционированием КСА объекта и обеспечивает выполнение функций:

* организации и управления процессом обмена данными в информационной сети;
* организации и обеспечения работы задач СМО;
* организации и управления процессом обмена информацией внутри КСА объекта, между ОПО КТВК (ГКВВ), ОПО сопрягаемых ЕВМ (ВК);
* организации и управления работой САК, СПАД, СПДУ объекта;
* организации службы единого времени.

ОПО КТВК (ГКВВ) включает комплексы программ: САК, СУПД, редактирования, ТРМ,СПДУ, обработки запросов, разграничения доступа.

Программные компоненты САК обеспечивают: проверку работоспособности устройств, обработку запросов оператора САК, ведение таблиц состояния устройств, формирование сообщений оператору, анализ сбоев и отказов.

Комплекс программ обработки запросов и разграничения доступа обеспечивает: разграничение доступа, реакцию на НСД, мультизапросную обработку, регистрацию номера документа, обработку запросов на ввод-вывод и переименование массивов, заполнение стандартной части запросов, обработку запросов на решение объектовых и межобъектовых залдач, обработку запросов на обмен между РЗО, завершение обработки запросов, обработку межобъектовых паролей.

СПДУ включает следующие программные компоненты: центральный диспетчер, распределения ОП, управления массивами, коррекции кода текущего времени, взаимодействия с таймером, обслуживания заявок к службе единого времени, начальной загрузки, основной загрузки, локального восстановления, управления вводом-выводом, взаимодействия с устройствами ГКПД-16Ь, АЦД-2000, абонентскими пунктами.

СУПД включает следующие компоненты:

* управления приоритетной обработкой межобъектовых запросов;
* управление преобразованием МПЗ и передача сообщения по алгоритму изделия 65с247;
* прием сообщения по алгоритму изделия 65с247 и восстановление МОЗ;
* регистрация запросов в ЖИС и ЖВС.

Компоненты комплекса программ редактирования:

* листание массива;
* сжатие и вставка информации в массив;
* возврат информации в массив.

Комплекс программ ТРМ включает компоненты:

* формирования информационной модели;
* накопления информации и создание ЖНСД;
* ввод и коррекция таблиц СПАД.

СОСТАВ СПЕЦИАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО (СМО) И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СПО)

СМО объекта среднего уровня делится на три класса:

Класс А. Задачи планирования и управления специальной деятельностью объектов.

Класс В. задачи оперативного слежения за обстановкой в мире, состоянием и деятельностью ВС противника на различных ТВД.

Класс С. Задачи обеспечения текущей специальной деятельности объектов.

Класс D. Задачи предварительной обработки.

Каждый класс состоит из комплексов задач.

Класс А включает комплексы:

* оперативного управления специальными силами и средствами;
* оценки объектов и источников в интересах организации и ведения специальной работы;
* оценки условий ведения специальной работы;
* оценки состояния и возможностей специальных сил и средств ;
* текущего и перспективного планирования специальной деятельности объектов;
* оценки хода выполнения объектами специальных задач.

Класс В включает комплексы:

* сбора, систематизации, доведения и хранения информации;
* систематизации и выдачи специальных сведений по военно-политической обстановке;
* оценки текущего состояния и характера деятельности объектов ВС противника;
* оценки и прогнозирования хода оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* оценки состояния боевой готовности ВС противника;
* обобщения специальных сведений по ходу боевых действий противника;
* оценки оперативной обстановки;
* комплексная оценка обстановки по данным объектов системы.

Класс С включает комплексы:

* учета и обработки специальных сведений по составу и характеру деятельности объектов ВС противника;
* учета состава и характера функционирования источников специальных сведений;
* автоматизированной разработки табельных информационных документов;
* автоматизированное ведение базового информобеспечения;
* автоматизированный стправочно-информационный фонд должностных лиц;
* оценки полноты перехвата и своевременности представления специальных данных.

 **ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

Задача А.1.1.

Назначение:

* автоматизация процесса формирования команд, распоряжений, указаний и запросов по управлению специальными силами и средствами и уточнению обстановки;
* автоматизация временного контроля исполнения переданных сигналов, команд, распоряжений, запросов;
* накопление и хранение управляющей информации.

Сущность решения задачи.

Формирование команд, распоряжений, указаний и запросов по управлению силами и средствами включает 2 основные процедуры:

* принятие решений по отдаче команд, распоряжений; составление текста конкретного распоряжения.
* С помощью распоряжений и докладов производится обмен информацией по текущему и оперативному управлению и по организации специальной деятельности, в том числе:
* - по переводу и контролю хода перевода специальных частей в различные степени боевой готовности и изменению режимов специальной деятельности:
* по оценке условий ведения специальной работы:
* по оценке объектов противника в целях текущего и перспективного планирования.

Принятие решений по управлению силами и средствами осуществляет оперативный состав в процессе анализа складывающейся обстановки.

Таким образом, основная сущность данной задачи заключается в автоматизированном формировании управляющей информации с последующей выдачей ее оперативному работнику для корректировки и утверждения.

Составление текста конкретного распоряжения является исполнительной процедурой. Автоматизация ее прежде всего целесообразна по линии сокращения времени составления документа, так как около 40 % текста составляют стандартные выражения и обороты, которые могут быть заготовлены заранее в виде соответствующих макетов.

Поступившие на объект сигналы, распоряжения и тому подобное автоматически ставятся на временный контроль и по мере их обработки помещаются в архив управляющей информации объекта.

Исходными данными для решения задачи являются результаты решения задач планирования, оценки и прогнозирования обстановки, обработки материалов поиса, а также макеты управляющей информации.

Результаты решения задачи:

* отображаемые на экране РМ ДЛ объектов сигналы, команды, распоряжения, доклады:
* автоматически выдаваемые на экран РМ для напоминания о необходимости исполнения поставленных на временный контроль сигналов, команд, распоряжений и т.п.

ЗАДАЧИ СЛЕЖЕНИЯ

Задача В.1.1. систематизация и выдача специальных сведений по обстановке.

Назначение:

* систематизация поступающих сообщений в соответствии с тематикой их содержания:
* оценка новизны входных сообщений для выдачи ее с входными сообщениями на РМ ДЛ.

Сущность решения задачи.

Задача принимает поступившее входное сообщение, классифицирует его по тематике и записывает в соответствующий макет, определяет наличие текущих данных по этой тематике и их параметры (время поступления, характеристики корреспондента и др.), то есть оценивает новизну, и выдает эту информацию вместе с входными сообщениями в задачу В.2.0. для доклада на РМ соответствующего ДЛ.

Систематизированные массивы сведений по обстановке хранятся в общих наборах выходных результатов, которые и обеспечивают поиск, отбор, выдачу необходимых сведений по запросам ДЛ.

Исходные данные:

* входные сообщения по обстановке:
* перечень и структура тематических массивов систематизации сведений.

Результаты решения:

* входные сообщения по обстановке с оценкой их новизны, выдаваемые для доклада ДЛ;
* систематизированные массивы сведений по обстановке:
* сообщения о возможном нападении на РФ и др. страны;
* внешнеполитические события;
* внутриполитические события;
* оперативное оборудование ТВД;
* военно-экономические вопросы;
* военные вопросы и др отдельные события по ВПО.

Параметры систематизации:

* страна;
* время действия;
* категория государственного деятеля и др.

Задача В.2.0. Ввод, накопление и классификация сообщений.

Назначение:

* формализация и ввод сообщений в АС;
* распределение и выдача поступивших на объект сведений в задачи и на РМ ДЛ;
* формальный контроль вводимых сообщений;
* прием, накопление, систематизированное хранение результатов решения задач на объекте;
* ведение оперативного массива результатов решения задач;
* ведение архива результатов решения задач;
* поиск, отбор, выдача по запросам результатов решения задач ДЛ.

Сущность решения.

Задача является связующим звеном между пользователем в АС и программами логико-аналитической и статистической обработки всех других задач, решаемых на объекте. Она обеспечивает формализацию и ввод данных для этих задач, принимает от них результаты решения, хранит их и выдает по запросу на РМ ДЛ.

Исходные данные:

* макеты и структура всех формализованных сообщений, циркулирующих между объектами звена;
* номенклаторы, классификаторы и контрольные (допустимые) значения информационных параметров входных сообщений;
* состав и структура задач и РМ ДЛ КСА объектов; состав и структура результатов решения задач на КСА объектов.

Результаты решения задач:

* формализованные сообщения задач объектов звена, вводимые в КСА и поступающие в задачи и на РМ ДЛ;
* результаты формального контроля вводимых формализованных сообщений;
* результаты решения задач объектов, выдаваемые по запросу на РМ ДЛ;
* массивы оперативного хранения результатов решения задач;
* архив результатов решения задач.

Задача В.2.1. оценка текущего состояния и деятельности основных объектов ВС вероятного противника.

Назначение:

* ведение первичной РЭО (структуры, текущих связей объектов);
* ведение формуляров на объекты;
* распознавание объектов;
* распознавание мероприятий и состояний объектов;
* ведение статистических таблиц слежения и характера деятельности объектов;
* выявление отклонений от повседневной деятельности объектов;
* выявление признаков изменения состояния боеготовности объектов;
* оценка полученных текущих сведений по объектам, их мероприятиям и состояния и выдача новой информации по ним для доклада.

Сущность решения задачи.

Задача оценки текущего состояния является основной и готовит данные для решения всех остальных задач. В задаче прежде всего ведется учет всех вводимых в АС выходов на связь (контроль) наблюдаемых объектов ВС противника с указанием: между какими объектами эта связь отмечена и какой характер она носит. По каждому объекту ведется формуляр, в котором собираются все основные параметры его функционирования и указываются номера объектов, с которыми он взаимодействовал в течении суток. Ведение такой первичной РЭО дает возможность для выбора любых исходных р/данных, связанных с оценкой деятельности объектов и источников. В связи с тем, что в исходных данных, как правило, отсутствуют принадлежность объектов и наименования проводимых мероприятий, в задаче осуществляется распознавание объектов и мероприятий с помощью соответствующих РИМ.

Под РИМ понимаются такие совокупности конкретных значений реально добываемых и системно представленных РП, которые отражают проявление в радиосвязи этих объектов (мероприятий, состояний) и позволяют распознавать их, а также оценивать их текущие параметры и прогнозировать дальнейшее функционирование (развитие).

Все полученные в результате решения задачи новые данные об объектах, их состояниях, о мероприятиях, о признаках учений, проверок и состояний боеготовности выдаются на ВСО.

Результаты решения:

* выходные сообщения о деятельности объектов ВС противника;
* выходные сообщений по мероприятиям и состояниям групповых объектов;
* выходные сообщения по признакам учений и проверок боеготовности;
* выходные сообщения по признакам состояний боеготовности;
* формуляры и таблицы слежения за состоянием и деятельностью объектов ВС противника.

Исходные данные:

* входные сообщения о деятельности объектов;
* РИМ распознавания объектов, мероприятий, деятельности и состояний;
* Номенклаторы специальных признаков учений, проверок и состояний боевой готовности;
* Перечень и структура формуляров и таблиц слежения за остановкой;
* Перечень и структура выходных сообщений о деятельности объектов ВС противника, подлежащих выдаче ВСО.

Задача В.2.2. Оценка оперативной и боевой подготовки ВС противника.

Назначение:

* распознавание фактов проведения учений и проверок боеготовности;
* ведение формуляров текущих учений и проверок боеготовности;
* ведение таблиц текущего состояния оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* анализ хода оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* анализ хода проведения конкретных учений и проверок боеготовности;
* вскрытие признаков изменения состояний боеготовности;
* прогнозирование развития отдельных учений и проверок боеготовности;
* прогнозирование хода оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* оценка поступивших сведений по учениям и проверкам боевой готовности и выдача новой информации по ним.

Сущность решения.

Исходные данные для задачи в виде признаков учений и проверок боеготовности, а так же сообщений о ходе проведения мероприятий поступают в блоки распознавания фактов проведения учений и проверок. РИМ учений и проверок боеготовности строятся в виде направленных временных графов признаков-этапов их проведения.

Распознавание фактов проведения учений и проверок боеготовности основано на сравнении текущего и эталонного количества, последовательности и времени проявления их признаков-этапов.

Анализ хода конкретных учений и проверок боеготовности ведется путем выявления изменений в сроках, районах и этапах проведения, в составе участников и других параметрах текущего учения или проверки по сравнению с имеющими место значениями этих параметров в прошлом. При установлении факта "необычности" сообщение об этом выдается оператору.

Анализ хода оперативной и боевой подготовки ВС противника ведется с помощью учета сроков и интенсивности проведения учений, проверок боеготовности и учебных мероприятий в группировках ВС противника, а также состава участвующих в них войск и органов управления.

Прогнозирование р развития отдельных учений и проверок боевой готовности ведется с помощью и РИМ. После распознавания факта проведения конкретного учения или проверки боевой готовности и определения протекающего в данный момент этапа на модели (временном графе) определяются те признаки-этапы, которые следует ожидать через время tпр прогнозирования. Это нацеливает добывающие органы на получение необходимой информации.

Исходные данные:

* входные сообщения с признаками-этапами проведения учений и проверок боевой готовности;
* запросы на прогнозирование развития отдельных учений, проверок боевой готовности и хода оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* входные сообщения с прямыми данными по учениям и проверкам боеготовности;
* РИМ учений и проверок;
* Номенклаторы спецпризнаков боеготовности ВС противника, формирующиеся в задаче;
* Перечень и структура формуляров и таблиц слежения за учениями, проверкам и ходом оперативной и боевой подготовки ВС противника;
* Перечень и структура входных сообщений по оперативной и боевой подготовке.

 Результаты решения:

* выходные сообщения по учениям, проверкам боевой готовности, оперативной и боевой подготовки;
* выходные сообщения по проверкам боеготовности ВС противника;
* формуляры и таблицы слежения за оперативной и боевой подготовкой;
* прогноз развития отдельных учений и проверок боевой готовности;
* прогноз хода оперативной и боевой подготовки ВС противника.

Задача В.2.3. оценка состояния боевой готовности ВС противника.

Назначение:

* сбор и систематизация текущих сведений о состоянии боевой готовности ВС противника;
* распознавание текущего состояния боеготовности;
* распознавание мероприятий боеготовности;
* оценка новизны поступающих сведений о состоянии боеготовности и выдача новых данных.

Сущность решения.

Признаки состояний боеготовности определяются по формулярам соответствующих ВС. Распознавание текущего состояния боеготовности ведется на основе РИМ двух типов: статических и динамических. статические РИМ - это наборы признаков, проявляющихся в определенных состояниях (степенях) боеготовности. Динамичес4ие РИМ в виде сетевых моделей или графов отражают причинно-следственную возможность признаков в процессе перевода ВС в повышенные состояния боевой готовности. Определение конкретного состояния боеготовности проводится путем сравнения доли проявившихся признаков (с учетом их важности) с заданными пороговыми величинами. Использование динамической модели при этом позволяет определить временные характеристики процесса перевода и оперативно управлять своими силами и средствами добывания сведений.

Признаки состояний боеготовности группируются в мероприятия боеготовности. Для этого для каждого мероприятия путем подбора соответствующего весового порога определяются также сочетания входящих в него признаков, проявление которых позволяет сделать вывод о проведении данного мероприятия в ВС. Все впервые проявившиеся, а впоследствии "отмененные" признаки, мероприятия состояния боеготовности выделяются для анализа оператору.

 Исходные данные:

* входные сообщения с признаками состояний боеготовности ВС противника;
* РИМ состояний боеготовности.

Результаты решения:

* выходные сообщения по признакам, мероприятиям, состояниям боеготовности;
* формуляры состояний боеготовности;
* подборки сообщений и обобщенные данные по мероприятиям.

 ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Задача С.6.1.

Цель решения: обобщение за некоторый период времени (сутки, месяц, т.д.) информации о деятельности объектов ВС противника и представление ее по запросу ДЛ.

Исходными данными задачи являются текущие сведения, вводимые в ЭВМ в формализованном виде, или обобщенные сведения, вводимы в ЭВМ офицерами КП, что позволяет перевести большинство учетных документов КП на машинные носители.

Задача С.6.2.

Цель решения: обобщение за некоторый период времени сведений о составе и характере деятельности основных источников.

Задача позволяет автоматизировать учет источников, характеристик их функционирования.

В рамках данной задачи функционирует база данных источников, позволяющая осуществлять оперативный отбор источников с заданными характеристиками.

**ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

ВВЕДЕНИЕ

Роль информации в системе управления непрерывно растет. Обработка ее при принятии решения требует специальных знаний и большого опыта работы с конкретным ее видом. Информация имеет, как правило, ограниченную полноту и достоверность. Сроки обработки информации с развитием способов вооруженной борьбы и техники постоянно сокращаются. В этих условиях неизбежны ошибки и возрастает роль человеческого фактора.

Автоматизация этих процессов позволяет минимизировать вероятность ошибки и повысить качество решений за счет сокращения времени на обработку информации и максимального выявления скрытых закономерностей.

Выявление закономерностей осуществляется с помощью специального математического аппарата в рамках теории распознавания образов.

Полнота вскрытия закономерностей зависит от правильного выбора математического метода, правильного сочетания математических и эвристических методов.

Оптимальные алгоритмы связаны с решением ряда задач.

Содержанием процесса обработки информации является распознавание фактов, объектов, характера их поведения и т.д.

Распознавание заключается в том, чтобы отнести полученную совокупность сведений (признаков) к тому или иному объекту (классу объектов).

Решение задачи осуществляется в рамках теории распознавания образов.

Место процессов распознавания в системе СН.

П/система ТА

Предвари- тельная

обработка

Подсистема поиска

Система

связи веро-

ятного про-

тивника

Распозна-вание объектов

П/система

 РПХ

П/система

 МО

Необходимость автоматизации:

-минимальная информативность информации 100 % закрытия;

-высокая динамичность информации;

-полиязычность;

-огромные потоки сообщений.

1. **СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

Цель задачи обработки – классификация объектов в заданной предметной области. В основе решения задач классификации лежит теория распознавания образов. В общем виде задача распознавания состоит в следующем.

Априорно известна некоторая совокупность объектов или явлений. Информация о них дает возможность сгруппировать их в классы. Определена совокупность признаков для их описания. В результате наблюдения за неизвестным объектом выделена некоторая совокупность признаков. Задача состоит в отнесении полученной совокупности признаков неизвестного объекта к одному из классов.

**Сложность решения задачи** определяется:

* возможной неполнотой описания классов вследствие недостаточной априорной информации;
* ошибками измерения признаков из-за ограниченных технических возможностей устройств выделения устройств выделения признаков;
* ограниченности выделенной совокупности признаков вследствие недостаточного времени;
* в отдельных случаях невозможностью абсолютного разделения классов.

Поэтому необходимы специальные методы и средства для решения задачи распознавания.

Рассмотри основные понятия теории распознавания образов.

КЛАСС – это некоторое множество объектов или их состояний, объединенных общими свойствами.

АЛФАВИТ КЛАССОВ – полный перечень классов в заданной предметной области.

ПРИЗНАК – свойство объекта, позволяющее отличать его от других объектов в процессе распознавания.

АПРИОРНЫЙ СЛОВАРЬ ПРИЗНАКОВ – весь перечень признаков, используемый для описания объектов в алфавите классов.

РАБОЧИЙ СЛОВАРЬ ПРИЗНАКОВ –(подмножество априорного словаря) – признаки, регистрируемые доступными средствами наблюдения.

ЭТАЛОННОЕ ОПИСАНИЕ – формализованное описание объектов алфавита классов в пространстве рабочего словаря признаков.

РЕАЛИЗАЦИЯ – совокупность значений признаков распознаваемого объекта.

РЕШАЮЩЕЕ ПРАВИЛО - процедура или аналитическое выражение, позволяющее определить количественно степень сходства реализации с каждым классом алфавита и ее классифицировать.

На основе полученных частных значений степени сходства принимается решение о принадлежности реализации к одному из классов. Для этого могут использоваться различные критерии: идеального наблюдателя, Байеса, Гурвица, Севиджа и др.

1. **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

Система распознавания в общем случае является иерархичной по структуре и последовательной по технологии обработки.

Например, специальная система имеет несколько уровней обработки:

* распознавание сигналов;
* распознавание средств связи;
* распознавание источников;
* распознавание узлов связи;
* распознавание элементов группировки войск;
* распознавание состояния и характера деятельности войск.

Каждый уровень имеет существенные особенности ( признаки описания, методы классификации). Имеет место узкая специализация специалистов. Поэтому для разработки системы распознавания, помимо специалистов по методам и алгоритмам, привлекаются специалисты по предметным областям на каждом уровне.

Несмотря на последовательный характер процесса обработки, сами процедуры распознавания в ходе слежения за радиоэлектронной обстановкой работают параллельно. Поэтому на каждом уровне должны быть свои технические средства.

При построении системы распознавания в общем случае приходится решать следующие основные задачи:

1. Формирование эталонного описания.
* определение алфавита классов;
* формирование словаря признаков;
* формализация признаков;
* описание классов.
1. Выбор решающего правила.
2. Разработка алгоритма управления работой системы распознавания.

Сущность задач состоит в следующем.

1. **Формирование эталонного описания.**

***Выбор алфавита классов*** осуществляется экспертами. Для каждого уровня формируется свой алфавит. Необходимо стремиться, чтобы классы были ярко выражены, обеспечивая тем самым максимальное разделение классов и достоверность распознавания.

***Выбор словаря признаков*** осуществляется в два этапа. Сначала дается полное описание каждого объекта каждого класса на языке всех возможных характеристик. Затем из полученного априорного словаря исключают признаки, которые не могут быть выделены техническим средствами добывания той системы обработки, для которой создается система распознавания, или не могут быть получены на основе обработки информации на предыдущих уровнях распознавания.

В ходе ***формализации*** осуществляется разбиение непрерывных признаков на градации, определение всех возможных значений дискретных и качественных признаков. В случае, когда один и тот же объект может иметь различные значения одного и того же признака, такой признак описывается вероятностными характеристиками.

Вероятностные характеристики получают путем обработки статистики в ходе наблюдения за объектом или экспертным путем. Если вероятностные характеристики получить не удалось, то классы задаются способом перечисления членов класса. В этом случае статистика проявления признаков будет заложена в эталонном описании.

В ходе формализации важно установить степень взаимозависимости признаков. Знание зависимостей дает возможность повысить достоверность распознавания, но приводит к существенному усложнению априорного описания и алгоритмов распознавания.

В окончательном виде признаки могут быть представлены в двоичном виде, в виде вероятности его проявления, параметрами закона распределения, на языке булевой алгебры или на языке формальных грамматик.

Формирование эталонного описания завершается *минимизацией признаков*. Целесообразность минимизации признаков определяется их различной информативностью. Признаки с низкой информативностью целесообразно исключить из процесса распознавания, сократив таки образом стоимость системы распознавания, время классификации и снизив требования к алгоритмам распознавания по оперативной памяти.

1. **Выбор решающего правила.**

Выбор решающего правила определяется формой представления признаковой информации, наличием зависимостей между признаками, требованиями по оперативности распознавания объектов, а также полнотой и достоверностью признаков распознаваемого объекта и эталонного описания.

При разработке систем распознавания выбираются несколько приемлемых решающих правил и оценивают их эффективность путем моделирования работы системы распознавания.

В теории распознавания известно большое количество процедур распознавания:

* вероятностные;
* детерминированные (геометрические);
* логические;
* структурные.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  Метод | Признаки и эталонное описание |  Процедуры | Форма представлеления результата |
| Вероятност-ный | Закон распределения;таблицы распознавания | Критерии Байесса, минимакса др. | Вероятностность распознавания |
| Детерминиро-ванный(гео-метрический) | Количественное, качественное; объектно-характерис-тические таблицы | Евклидово расстояние и др. | Мера близости |
| Логический | «1» и «0»; булевы функции | Операции булевой алгебры | Значение результи-рующей булевой функции |
| Структурный | Элементы описания и их конкатенации | Правила грамма-тического разбора | Результаты сопоставления |

В случае параметрических решающих процедур имеется возможность их адаптации к особенностям эталонного описания, обеспечивая таки образом требуемую эффективность распознавания.

**3.Разработка алгоритмов управления работой системы распознавания.**

Существует несколько вариантов построения систем распознавания:

-без обучения;

-с обучением;

-с самообучением.

***Системы без обучения*** используются тогда, когда есть полная априорная информация о признаках и классах.

***Обучающиеся распознающие системы.***

Цель обучения состоит в повышении достоверности распознавания объектов в условиях неопределенности, которая является следствием неполной информации об объектах (классах), отсутствие настроенного алгоритма(решающего правила). Поэтому, предметом обучения являются априорная информация (оптимизация размерности признакового описания) и алгоритм распознавания (структурная и параметрическая настройка).

Необходимыми дополнительными элементами такой системы является: алгоритм оптимизации, учитель, база решающих правил.

База решаю-щих правил

Система выделения признаков

Эталоны

Реализация

Оценка качества решения

 Алгоритм распознавания

Алгоритм оптимизации

Учитель

Априорная информация

Обучение в общем виде производится в несколько этапов:

-оптимизация априорной информации;

-структурная настройка(выбор решающего правила);

-параметрическая настройка.

Настройка алгоритма распознавания производится под управлением учителя путем предъявления эталонов для распознавания и оценки качества классификации.

***Самообучающиеся системы.***

Цель самообучения – формирование обучающей выборки до и в процессе решения задачи распознавания.

Содержанием самообучения является группирование заданной совокупности реализаций в классы на основе заданных правил.

Алгоритм

самообучения

Система вы-

деления признаков

Распознавае-мые объекты

Обучающая выборка

Для выбора оптимального варианта системы строится имитационная модель системы распознавания, основные компоненты которой показаны на рисунке.

Оценка правильности классификации

Классификация

 Блок

формирования реализации

Априорная информация

Накопление статистики

Принятие решения об изменении параметров системы

Оценка качества системы

**МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

 **1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.**

В основе геометрических методов лежит понятие меры близости объектов в n-мерном признаковом пространстве описаний. Центральной задачей при создании систем распознавания является выбор типа меры близости.

Меру близости необходимо выбирать таким образом, чтобы она, с одной стороны, отвечала представлению разработчика о близости объектов рассматриваемых классов, а с другой - позволяла бы упростить процедуры синтеза оптимальных частных алгоритмов.

Сущность меры близости применительно к рассматриваемому классу задач покажем на примере двух классов в 2-х мерном пространстве описаний.

 Z1

Z2

xi

 X1

 X2

x

Интерпретация рисунка приводит к естественному выводу о предпочтительности отнесения объекта Х к первому классу. В то же время классификация объекта Хi  вызывает затруднения и необходимы расчеты.

Очевидно, что классификация образов с помощью функции расстояния эффективен только в тех случаях, когда классы образов обнаруживают тенденцию к кластеризации (группированию).

Поскольку близость классифицируемого образа к образам класса будет использоваться в качестве критерия для его классификации, назовем такой подход **классификацией образов по критерию минимума расстояния**.

Классы могут быть представлены путем перечисления членов класса (как на рисунку: точки в кластерах) или с помощью эталонных образов (например, центральными объектами z1 и z2).

Заметим также, что в рассматриваемом классе задач описания объектов являются векторными.

Рассмотрим М классов. Пусть эти классы допускают их представление с помощью эталонных образов Z1,Z2, . . .,Zm.  **Евклидово расстояние** между произвольным вектором образа Х и i-м эталоном определяется следующим выражением:

 **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

 **Di = || X - Zi || = √(X - Zi)/  (X - Zi) (1)**

 где || Х || - Евклидова норма;

 х1

 х2

Х = х3 - вектор образа распознаваемого объекта;

:

хn

 z1

Z = : - вектор образа эталона класса;

 zn

 n 1

|| Х || = [Σ Xj2  ]2

 j=1

 X / = ( x1 ,x2 , . . .,xn) - транспонированный вектор;

X / Z - скалярное произведение;

 n

X/ Z = Σ Xj/ Zj

 j = 1

Классификатор, построенный по принципу минимума расстояния, вычисляет расстояние, отделяющее классифицируемый образ Х от эталона каждого класса, и зачисляет этот образ в класс,, оказавшийся ближайшим к нему. Другими словами, образ Х приписывается к классу Wi ,  если условие Di < Dj для всех j ≠ i .

Путем несложных преобразований исходно формуле (1) можно придать более удобный для вычислений вид.

di (X) = X/ Zi - 1/2 Zi/ Zi, i = 1,2,...,M,

где образ Х относится к классу Wi, если условие di (X) > dj (X) справедливо для всех j ≠ i.

Пример:

 z1 . . . z5

z1/  = ( 1 2 6 3 1 ) z2/ = ( 6 4 3 2 1 )

 x/  = ( 1 3 5 2 1 )

 1

 2

 6

 3

 1

 1

 2

 6

 3

 1

d1(x) = ( 1 3 5 2 1 ) -1/2 ( 1 2 6 3 1 ) = ( 1+6+30+6+1 ) - 1/2 ( 1+4+36+9+1 ) =

= 44 - 1/2 51 = 18.5;

d2(x) = (6+12+15+4+1) - 1/2 (36+16+9+4+1) = 38 - 1/2 66 =5

d1(x) > d2(x) , поэтому образ х принадлежит первому классу.

 Меры сходства не исчерпываются расстояниями. В качестве примера можно привести **не метрическую функцию сходства**

 **z x/**

**s(x,z) = -----------,**

 **|| x || || z ||**

представляющую собой **косинус угла**, образованного векторами X и Z. Этой мерой целесообразно пользоваться, когда кластеры располагаются вдоль главных осей или растянуты вдоль лучей, направленных от начала координат.

Z2

Z1

Однако использование данной меры связано с определенными ограничениями: достаточное отстояние кластеров друг от друга и от начала координат.

Для двоичных признаков (признаки принимают значения либо `` 0`` либо ``1``) может использоваться **мера Танимото**

 **z x/**

**s(x,z) = ------------------- .**

 **x/ x + z/ z - x/ z**

Перечисленные меры близости не учитывают корреляционные связи между признаками. Устранить этот недостаток позволяет критерий известный по названием расстояние Махаланобиса, определяемое для образов x и m как

 d = ( x - m ) /  с -1 ( x - m ),

где c - ковариационная матрица совокупности образов, m - вектор средних значений, а х - представляет образ с переменными характеристиками(классифицируемый образ).

1. **ЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

Объекты классов и реализация представляются в виде ***булевых функций***:

Ωi  = fi (x1, . . . , xn) , i = 1, . . . ,k

и G = (x1 , . . . , xn).

Заданы ***правила использования булевых функций*** при распознавании:

 W = (w1 , . . . , wn).

***Процедура распознавания*** состоит в определении неизвестной функции

 F(Ω1 , . . . ,Ωk),удовлетворяющей уравнению

\_

G (x1,. . . , xn ) + F(Ω1 , . . . , Ωk)= I, (1)

Где F - совокупность булевых функций априорного описания.

**Пример:**

 F(Ω1) = x1x2+x3 или 110 + 001

 Ωi = f1i + f2i

 F(Ω2) = x1x3+x2 или 101 + 010

Правило классификации:

 \_ \_

 G ЄΩi, если G + f1 = I или G + f2 = I .

 \_

Пусть G = x1 x2 или 110 ( G = 001).

Найти F такую, чтобы выполнялось равенство 1.

 \_

 G + f1 = 001 + 110 = 111 = I

 Ω1 : \_

 G + f2 = 001 + 001 = 001 ≠ I

 \_

 G + f1 = 001 + 101 = 101 ≠ I

Ω:2: \_

 G + f2 = 001 + 010 = 011 ≠ I

Вывод: G принадлежит Ω1.

1. **СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ**

При структурном подходе к распознаванию признаками служат образы, называемые ***непроизводными элементами***, а также отношения между ними, характеризующие структуру образа.

Для описания образов через непроизводные элементы и их отношения специальный ***язык образов.***

Правила такого языка, позволяющие составлять образы из непроизводных элементов, называется  ***порождающей грамматикой***.

**Пример:**

Заданы непроизводные элементы:

 в d

 а с

 и правило объединения: головная часть присоединяется к хвостовой по прямым углом и записывается, например, ав, т.е.

 в

 а

Фигура будет иметь следующую грамматическую структуру: авсd.

В основе процедур(алгоритмов) распознавания лежат правила грамматического разбора.

1. **ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ**

Статистический подход основывается на математических правилах классификации, которые формулируются и выводятся в терминах математической статистики.

**Пример.** Пусть совокупность объектов подразделена на два класса -Ω1 и Ω2, а для характеристики объектов используется один признак х. Известны описания классов - условные плотности распределения вероятностей значений признака объектов 1-го и 2-го классов, т.е. функции f1(x) и f2(x), а также априорные вероятности появления объектов 1-го и 2-го классов: р(Ω1) и р(Ω2).

В результате эксперимента определено значение признака распознаваемого объекта, равное х0.

Определить, к какому классу относится объект ?

Обозначим через х0 некоторое пока не определенное значение признака х и условимся о следующем правиле принятия решений:

1. если измеренное значение признака распознаваемого объекта х0>х0, то объект будем относить ко второму классу;
2. если х0< х0 - к первому.

f2(x)

f(x)

 x

 f1 (x)

 Q2 x0  Q1

 R1

 R2

Если объект относится к первому классу, а его считают объектом второго класса, то совершена ошибка, которая называется **ошибкой 1-го рода.**

Условная вероятность ошибки 1-го рода равна

 ∞

Q1 = ʃ f1(х) d(x)

 x0

Если объект относится ко второму классу, а его считают объектом 1-го класса, то совершена ошибка, которую называют **ошибкой второго рада**.

Условная вероятность ошибки 2-го рада равна

 x0

Q2  = ʃ f2(x)

 -∞

Для определения значения х0 введем понятие платежной матрицы

= ||с|| = с11 с12 ,

с21 с22

где с11  и с22 - потери, связанные с правильными решениями, а с12 и с21  - потери, связанные с совершением ошибок первого и второго рода соответственно.

Значение х0 определяется в зависимости от значения **коэффициента правдоподобия**

 λ (x) = f2(x)/f1(x).

Значению х0 соответствует критическое (пороговое) значение λ (x) = λ0

 р(Ω1)(c12-c11)

 λ0 =

 p(Ω2)(c21-c22)

Значение х0 позволяет оптимальным образом (в смысле минимума среднего риска) разделить признаковое пространство на две области: R1 и R2.

Область R1 состоит из значений х ≤ х0, для которых λ(x) ≤ λ0 а R2 - из значений х > х0, для которых λ(x) > λ0

Поэтому решение об отнесении объекта к первому классу следует принимать, если значение коэффициента правдоподобия меньше его критического значения, и ко второму классу, если больше.

На практике при построении систем распознавания возможны ситуации, когда известны:

а) f1(x), f2(x), р(Ω1), р(Ω2) и ||с|

б) f1(x), f2(x) и платежная матрица, но не известны р(Ω1), р(Ω2).

в) f1(x), f2(x), но не известны ни р(Ω1), р(Ω2) ни платежная матрица.

В каждой из этих ситуаций применяются свои критерии распознавания, а именно - критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий Неймана-Пирсона.

Признаковая информация представляется в виде таблиц распознавания вида

|  |  |
| --- | --- |
|  Классы |  Градации признака хi |
|   |  хi1 |  xi2 |  ... |  xim |
|  А1 |  0.6 |  0.5 |  ...  |  0.1 |
|  А2  |  0.7  |  0.4 |  ... |  0.2 |
|  ... |  ... |  ... |  ... |  |
|  An |  0.1 |  0.2 |  ... |  0.1 |

Наиболее часто используется **критерий Байеса**, который выражается формулой

 **p(Aj) p(bk/Aj)**

**p(Aj/bk) =**

 **M**

 **Σ p(Ai) p(bk/Ai)**

 **i=1**

где

p(Aj/bk) - вероятность гипотезы о принадлежности реализации bк  к j-му классу.

 Bk = { x1l, . . . , xnk, . . . , xNp},

 хi - признаки классов, l,k,p - градации признаков,

p(Aj) - априорная вероятность проявления j-го класса(Aj);

p(bk/Aj) - условная вероятность проявления признаков реализации bk у класса Aj.

M - количество классов.

P(Aj) = mj / F ( mj - количество объектов j-го класса, F - суммарное количество объектов всех классов).

 N

P(bk/Aj) = П p(xil/Aj), где p(xil/Aj) - вероятность проявления l-ой градации i-го

 i=1

признака у класса Aj.

N - количество признаков в рабочем словаре.

В результате вычислений по формуле Байеса получим значения p(Aj/bk) для каждого класса.

Решение о принадлежности реализации к конкретному классу принимается по максимуму вычисленной вероятности.

**ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ**

КОНЦЕПЦИЯ ЗНАНИЙ

При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос, – что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, десятилетиями обрабатываемых ЭВМ.

Можно предложить несколько рабочих определений, в рамках которых это становится очевидным.

Данные – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления в предметной области, а также их свойства. Данные интерпретируются специальными программами. Они пассивны. Нет содержательной информации.

При обработке на ЭАМ данные трансформируются, условно проходя следующие этапы:

* данные как результат измерений и наблюдений;
* данные на материальных носителях информации (таблицы, протоколы, справочники);
* модели (структуры) данных в виде диаграмм, графиков, функций;
* данные в компьютере на языке описания данных;
* базы данных на машинных носителях.

Знания связаны с данными, основываются на них, но представляют собой результат мыслительной деятельности человека, обобщают его опыт, приобретенный в ходе выполнения какой-либо практической деятельности. Они получаются эмпирическим путем.

Знания – это выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области. Они могут быть активны, т.е. определенные действия при выполнении соответствующих условий.

В отличие от данных знания обладают следующими *свойствами:*

* внутренней интерпретируемостью – вместе с информацией в БЗ представлены информационные структуры, позволяющие не только хранить знания, но и использовать их;
* структурированностью – выполняется декомпозиция сложных объектов на более простые и установление связей между ними;
* связанностью – отражаются закономерности относительно фактов, процессов, явлений и причинно-следственные отношения между ними;
* активностью –знания предполагают целенаправленное использование информации, способность управлять информационными процессами по решению определенных задач.

Все эти свойства знаний в конечном итоге должны обеспечить возможность СИИ моделировать рассуждения человека при решении прикладных задач – со знаниями тесно связано понятие процедуры получения решений задач (стратегии обработки знаний). В системах обработки знаний такую процедуру называют механизмом вывода, логическим выводом или машиной вывода. Принципы построения механизма вывода в СИИ определяются способом представления знаний и видом моделируемых рассуждений.

При обработке на ЭВМ знания трансформируются аналогично данным:

* знания в памяти человека как результат мышления;
* материальные носители знаний (учебники, методические пособия);\_
* поле знаний - условное описание основных объектов предметной области, их атрибутов и закономерностей, их связывающих;
* знания, описанные на языках представления знаний (продукционные языки, семантические сети, фреймы и т.д.);
* базы знаний.

 Часто используются такие определения знаний:

 Знания – это хорошо структурированные данные, и данные о данных, или метаданные.

 Существует множество способов определять понятия. Один из широко применяемых способов основан на идее интенсионала.

 Интенсионал понятия – это определение через понятие более высокого уровня абстракции с указанием специфических свойств. Этот способ определяет знания.

 Другой способ определяет понятие через перечисление понятий более низкого уровня иерархии или фактов, относящихся к определяемому. Это есть определение через данные, или экстенсионал, понятия.

Пример: интенсионал: курсант- это учащийся военного училища.

 Экстенсионал: курсант- это Иванов, Петров….

 Для хранения данных используются базы данных (для них характерны большой объем и относительно небольшая удельная стоимость информации), для хранения знаний – базы знаний – основа любой интеллектуальной системы.

 Знания могут быть классифицированы по следующим *категориям*:

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

Знания, на которые опирается человек, решая те или иную задачу, существенно разнородны.

Это прежде всего:

* понятийные знания (набор понятий и их взаимосвязи);
* конструктивные знания (знания о структуре и взамодествии частей различных объектов);
* процедурные знания (методы, алгоритмы и программы решения различных задач);
* фактографические знания (количественные и качественные характеристики объектов, явлений и их элементов).

Современные ЭС работают в основном с поверхностными знаниями, т. к. в настоящее время нет адекватных моделей, позволяющих работать с глубинными знаниями.

Кроме того, знания можно разделить на процедурные и декларативные. Исторически первичными были процедурные знания, т.е. знания, ”растворенные” в алгоритмах. Они управляли данными. Для их изменения требовалось изменять программы. Однако с развитием ИИ приоритет данных постепенно изменялся, и все большая часть знаний сосредотачивалась в структурах данных (таблицы, списки, абстрактные типы данных), т.е. увеличивалась роль декларативных знаний.

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

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

* продукционные;
* семантические сети;
* фреймы;
* формальные логические модели.

**ПОЛЕ ЗНАНИЙ**

Одна из наиболее творческих процедур при построении ЭС – процедура концептуального анализа полученных знаний или структурирование.

Структурирование – это процесс создания полуформализованного описания предметной области. Такое полуформализованное описание называется полем знаний. Обычно оно создается в графической форме.

Поле знаний Рz можно описать следующим образом:

 Pz=<Sk,Sf>,

где Sk  - концептуальная структура предметной области;

Sf – функциональная структура предметной области.

Концептуальная структура, или модель предметной области, служит для описания ее объектов и отношений между ними, т.е. можно сказать, что концептуальная модель Sk представляет собой следующее:

 Sk=<A,R>,

где А – множество объектов предметной области;

 R – множество отношений, связывающих объекты.

Множество отношений представляет собой связи между объектами. При помощи этих отношений инженер по знаниям фиксирует концептуальное устройство предметной области, иерархию понятий, свойство и структуру объектов. Разработка концептуальной структуры имеет самостоятельное значение, не зависимое от конечной цели – разработки экспертных систем. Эта структура может служить для целей обучения, повышения квалификации, для прогнозирования, объяснения, реструктурирования и т.п.

***Краткий алгоритм формирования концептуальной структуры.***

Шаг 1. Определить все результирующие понятия, или выходы системы. Это может быть набор диагнозов, рекомендаций, советов системы.

Шаг 2. Определить все входные понятия, или факторы, от которых зависит результат работы системы.

Шаг 3. Установить промежуточные понятия, участвующие в рассуждениях экспертов, если они есть.

Шаг 4. Для всех понятий найти обобщающие и уточняющие понятия, т.е. установить иерархии объектов.

Шаг 5. Для объектов, участвующих в рассуждениях, определить свойства и их значения.

Шаг 6. Попытаться определить другие связи, и все в целом отразить графически.

Шаг 7. Убрать лишние связи, объекты, обсудить структуру с экспертом, дополнить, если надо, с возвратом к шагам 1-6.

**Функциональная структура** отражает модель рассуждений и принятия решения, которой пользуется эксперт при решении задачи.

Обычно функциональная структура представляется в виде каузальных отношений и может быть позднее формализована в виде коротких правил “если - то”, или в виде семантических сетей.

Представить функциональную структуру можно в виде таблицы, графа (дерева решений) или предложений на естественном языке. Наглядные формы предпочтительны.

Часто в моделях рассуждений присутствуют нечеткие понятия – “ часто”,”много”,”очень”,”высокий”,”большой” и др. Для их представления в базе знаний используется так называемая нечеткая логика, автор которой – Л.Заде, предложил простой формализм для таких понятий. Этот формализм использует понятие нечеткой функции принадлежности, которая отражает численно на шкале [0,10] или [0,1] степень уверенности эксперта в том, что конкретное значение можно отнести к данному нечеткому понятию.

**МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ**

1. Продукционная модель.

Продукционная модель, или модель, основанная на правилах, позволяет представлять знания в виде предложений типа:

 Если (условие), то (действие).

Записываются эти правила обычно в виде:

ЕСЛИ А1,А2,…,Аn ТО В.

Под *условием* понимается некоторое предложение – образ, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием – действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они м.б. промежуточными, выступающими далее как условие, и терминальными или целевыми, завершающими работу системы).

«Условие» называют иногда «Посылкой», а «Действие» - «Выводом» или «Заключением».

Условия А1,А2,…,Аn обычно называют *фактами.* С помощью фактов описывается текущее состояние предметной области. Факты могут быть истинными, ложными, либо, в общем случае, правдоподобными, когда истинность факта допускается с некоторой степенью уверенности.

Действие В трактуется как добавление нового факта в описание текущего состояния предметной области.

В упрощенном виде описание предметной области с помощью правил (продукций) базируется на следующих основных предположениях об устройстве предметной области. ПО может быть описана в виде множества фактов и множества правил.

*Факты* – это истинные высказывания (повествовательные предложения) об объектах или явлениях предметной области.

*Правила* описывают причинно-следственные связи между фактами (в общем случае и между правилами тоже) - как истинность одних фактов влияет на истинность других.

Продукционные модели могут отражать следующие *виды отношений*:

* ситуация → действие,
* посылка → заключение,
* причина → следствие.

В продукционных системах используются два основных способа реализации механизма вывода:

1. Прямой вывод, или вывод от данных;
2. Обратный вывод, или вывод от цели.

В первом случае идут от известных данных (фактов) и на каждом шаге вывода к этим фактам применяют все возможные правила, которые порождают новые факты, и так до тех пор, пока не будет порожден факт-цель.

Для применения правила используется процесс сопоставления известных фактов с правилами и, если факты согласуются с посылками в правиле, то правило применяется.

Во втором случае вывод идет в обратном направлении – от поставленной цели. Если цель согласуется с заключением правила, то посылку правила принимают за подцель или гипотезу, и этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет получено совпадение подцели с известными фактиами.

Пример: Набор правил:

П1: Если “отдых – летом” и ”человек – активный”, то “ехать в горы”.

П2: Если “любит солнце”, то “отдых - летом”.

Предположим, в систему поступили данные: “человек – активный” и “любит солнце”.

Прямой вывод:

1-й проход.

Шаг 1. Пробуем П1, не работает (не хватает данных “отдых – летом”).

Шаг 2. Пробуем П2, работает, в базу поступил факт “отдых летом”.

2-й проход.

Шаг 3. Пробуем П1, работает, активизирует цель “ехать в горы”, которая и выступает как совет, который дает ЭС.

Обратный вывод: - подтвердить выбранную цель при помощи имеющихся правил и данных.

1-й проход.

Шаг 1. Цель – “ехать в горы”. Пробуем П1 – данных “отдых – летом” нет, они становятся новой целью, и ищется правило, где она в правой части.

Шаг 2. Цель “отдых – летом”. Правило П2 подтверждает цель и активизирует ее.

2-й проход.

Шаг 3. Пробуем П1, искомая цель подтверждается.

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных ЭС.

достоинства: наглядность, высокая модульность, легкость внесения дополнений и изменений и простота логического вывода.

Разработано большое количество ЭС, используемых в самых различных областях, в том числе и в нашей прикладной области.

При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил. Программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода. Вывод может быть прямым (от данных к поиску цели) или обратным (от цели для ее подтверждения – к данным). Данные – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода – программа, перебирающая правила в базе знаний.

2. Семантическая сеть.

Семантическая означает смысловая. Семантика – наука об отношения между символами и объектами, которые они обозначают, т.е. наука, определяющая смысл знаков.

Семантическая сеть - это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними.

“Понятия” это обычно абстрактные или конкретные объекты, а “отношения” – это связи типа: ‘это”, “быть частью”, “принадлежать”, “любит”.

Отношения бывают 3-х типов:

* Класс, к которому принадлежит данное понятие,
* Свойство, выделяющее понятие из всех прочих понятий этого класса,
* примеры данного понятия или элемента класса.

Наиболее часто используют следующие отношения:

* связи типа “часть – целое”,
* функциональные связи (соответствуют глаголам: “производит”, “влияет” и т.д.),
* количественные (>,<,= т.д.)
* пространственные (далеко от, близко от, за, под, над, …),
* временные (раньше, позже, в течение, …),
* атрибутивные (иметь свойство, иметь значение, …),
* логические (и, или, не) др.

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

Пример.

 Значение

**Двигатель**

**Цвет**

**Красный**

 Свойство Имеет частью

 Это Это

**Вид транспорта**

**Автомобиль**

**Волга**

 Принадлежит Любит

**Иванов**

1. Фреймовая модель.

Фрейм предложен М. Минским в 70-е годы как структура знаний для восприятия пространственных сцен. Это модель, как и семантическая сеть, имеет глубокое психологическое обоснование.

Под фреймом понимается абстрактный образ или ситуация. Напримекр слово “комната” вызывает у слушающих образ комнаты: “жилое помещение с четырьмя стенами, полом, потолком, окнами и дверью, площадью 6 – 20 кв. метров.

 Из этого описания ничего нельзя убрать, но в нем есть “дырки” или “слоты”, - это н00езаполненные значения некоторых атрибутов - количество окон, высота потолка, покрытие пола и другие.

 В теории фреймов такой образ называется фреймом. Фреймом называется также и формализованная модель для отображения образа.

 Структура фрейма:

 (Имя фрейма:

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

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

 . . .

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

Или в виде таблицы.

|  |
| --- |
|  Имя фрейма |
|  Имя слота  |  Тип слота |  Значение слота | Присоединение |
|  |  |  |  |

В таблице дополнительные столбцы предназнвчены для описания типа слоота и возможного присоединения к тому или иному слоту специальных процедур, что допускается в теории фреймов.

Например, слот “дата рождения” может содержать процедуру для вычисления возраста. Тогда естественно слот “возраст” оказывается ненужным. Данная процедура подключается автоматически и называется *демоном.*  Если процедура активизируется по запросу, она называется *слугой.*

С использованием присоединенных процедур можно запрограммировать любую процедуру вывода на фреймовой сети. Механизм управления выводом организуется следующим образом. Сначала запускается одна из присоединенных процедур некоторого фрейма, называемого образцом. Образец – это, по сути, фрейм-прототип, т.е. у него заполнены не все слоты, а только те, которые описывают связи данного фрейма с другими. Затем в силу необходимости, посредством пересылки сообщений, последовательно запускаются присоединенные процедуры других фреймов и таким образом осуществляется вывод.

В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма; так образуют сети фреймов.

Слоты могут содержать *фасеты*, которые задают дипазон или перечень его возможных значений (например, слот “возраст” может содержать фасет “максимальный возраст”

Различают *фреймы – образцы* или прототипы, хранящиеся в базе знаний, и *фреймы – экземпляры*, которые создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных.

Модель фрейма является достаточно универсальной, поскольку позволяет отобразить все многообразие знаний о мире через:

* фреймы – структуры,
* фреймы – сценарии,
* фреймы – ситуации.

Основным преимуществом фреймов как модели представления знаний является способность отражать концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость, наглядность и универсальность. Но она обладает высокой степенью формализации и сложностью (низкое быстродействие машины вывода).

4. Формальные логические модели.

Традиционно в представлении знаний выделяют формальные логические модели, основанные на классическом исчислении предикатов 1 порядка, когда предметная область или задача описывается в виде набора аксиом (правильных высказываний или объектов) и задаются правила построения новых объектов из других правильных объектов системы (правила вывода).

Пример.

1)высказывание: a>b представляется термом p(a,b) (двуместный предикат), где p – предикатный символ, заменяющий знак “>";

2)высказывание “аппаратная ах – исправна” представляется Q(x);

3)теорема Пифагора может быть представлена термом:

 P![P2 (P3(x),P3 (y)),P3(z)]

В качестве предикатных символов могут использоваться следющие:

¬ - НЕВЕРНО ЧТО (ЗНАК ОТРИЦАНИЯ);

∩ - И (ЗНАК КОНЪЮНКЦИИ);

∪ - ИЛИ (ЗНАК ДИЗЪЮНКЦИИ);

→ - ЕСЛИ … ТО (ЗНАК ИМЛИКАЦИИ);

⇔ - ТОГДА, КОГДА (ЗНАК ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ);

∀ - ДЛЯ ВСЯКОГО ( ЗНАК КВАНТОРА ОБЩНОСТИ);

∃ - СУЩЕСТВУЕТ (ЗНАК КВАНТОРА СУЩЕСТВОВАНИЯ).

В различных логических системах используются разнообразные правила вывода. Приведем два наиболее распространенные.

*Правило подстановки*. В формуле, которая уже выведена, можно вместо некоторого высказывания подставить любое другое присоблюдении условия: подстановка должна быть сделана во всех местах вхождения заменяемого высказывания в данную формулу.

Правило заключения. Если α и α→β являются истинными высказываниями посылками, тогда и высказывание заключение β также истина. Записывается правило в виде дроби

Особенность систем представления знаний заключается в том, сто они моделируют деятельность человека, осуществляемую часто в неформальном виде. Модели представления знаний имеют дело с информацией, получаемой от экспертов, которая часто носит качественный и противоречивый характер. Для обработки с помощью ЭВМ такая информация должна быть приведена к однозначному формализованному виду. Методологией формализованного представления знаний является логика.

1. **СТРУКТУРА И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭС**

Знания, которыми обладает специалист в какой-либо облас­ти (дисциплине), можно разделить на формализованные (точные) и неформализованные (неточные). *Формализованные знания* фор­мулируются в книгах и руководствах в виде общих и строгих суждений (законов, формул, моделей, алгоритмов и т.п.), от­ражающих универсальные знания. ***Неформализованные знания***, как правило, не попадают в книги и руководства в связи с их конкретностью, субъективностью, и приблизительностью. Знания этого рода являются результатом обобщения многолетнего опыты работы и интуиции специалистов. Они обычно представляют со­бой многообразие эмпирических (эвристических) приемов и пра­вил.

В зависимости от того, какие знания преобладают в той или иной области (дисциплине), ее относят к формализованным (если преобладают неточные знания) описательным областям. Задачи, решаемые на основе точных знаний, называют формали­зованными, а задачи, решаемые с помощью неточных знаний,- неформализованными. (Речь идет не о неформализуемых, а о не­формализованных задачах, т.е. о задачах, которые, возможно, и формализуемы, но эта формализация пока неизвестна.

Традиционное программирование в качестве основы для раз­работки программы использует алгоритм, т.е. формализованное знание. Поэтому до недавнего времени считалось, что ЭВМ не приспособлены для решения неформализованные задач. Расшире­ние сферы использования ЭВМ показало, что неформализованные задачи составляют очень важный класс задач, вероятно, значи­тельно больший, чем класс формализованных задач. Неумение решать неформализованные задачи сдерживает внедрение ЭВМ в описательные науки. Основной задачей информатики является внедрение ее методов в описательные науки и дисциплины. На основании этого можно утверждать, что исследования в области ЭС занимают значительное место в информатике.

Ньюэлл предложил относить к неформализованным задачам те, которые обладают одной или несколькими из следующих осо­бенностей:

алгоритмическое решение задачи неизвестно (хотя, возмож­но, и существует) или не может быть использовано из-за огра­ниченности ресурсов ЭВМ (времени, памяти);

задача не может быть определена в числовой форме (требу­ется символьное представление);

цели задачи не могут быть выражены в терминах точно оп­ределенной целевой функции.

Как правило, неформализованные задачи обладают неполно­той, ошибочностью, неоднозначностью и (или) противоречи­востью знаний (как данных, так и используемых правил преоб­разования).

Экспертные системы не отвергают и не заменяют традицион­ного подхода к программированию, они отличаются от традици­онных программ тем, что ориентированы на решение неформали­зованных задач и обладают следующими особенностями:

алгоритм решений не известен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эв­ристических приемах;

ясность полученных решений, т.е. система "осознает" в терминах пользователя, как она получила решение;

способность анализа и объяснения своих действий и знаний;

способность приобретения новых знаний от пользовате­ля-эксперта, не знающего программирования, и изменения в со­ответствии с ними своего поведения;

обеспечение "дружественного", как правило, естествен­но-языкового (ЕЯ) интерфейса с пользователем.

Обычно к ЭС относят ***системы, основанные на знаниях,*** т.е. системы, вычислительная возможность которых является в пер­вую очередь следствием их наращиваемой базы знаний (БЗ) и только во вторую очередь определяется используемыми метода­ми. ***Методы инженерии знаний*** (методы ЭС) в значительной сте­пени инвариантны тому, в каких областях они могут применять­ся. Области применения ЭС весьма разнообразны: военные при­ложения, медицина, электроника, вычислительная техника, гео­логия, математика, космос, сельское хозяйство, управление, финансы, юриспруденция и т.д. Более критичны методы инжене­рии знаний к типу решаемых задач. В настоящее время ЭС ис­пользуются при решении задач следующих типов: принятие реше­ний в условиях неопределенности (неполноты), интерпретация символов и сигналов, предсказание, диагностика, конструиро­вание, планирование, управление, контроль и др.

## **СТРУКТУРА И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭС**

***Экспертные системы*** – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Решатель

 Интерфейс

пользователя

База

знаний

Подсистема

объяснений

Интеллектуальный редактор

Базы знаний

 Пользователь Инженер по знаниям

 Эксперт

***Пользователь*** – специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны экспертной системы.

***Инженер по знаниям*** – специалист по ИИ, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний.

***Интерфейс пользователя*** – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и на стадии получения результатов.

***База знаний (БЗ)*** – ядро ЭС, представляющее собой совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной пользователю и эксперту.

***Решатель*** - программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основе знаний, имеющихся в БЗ.

***Подсистема объяснений*** – программа, позволяющая пользователю получать ответы на вопросы: “Как была получена та или иная рекомендация ?” и “Почему система приняла такое решение?”

***Интеллектуальный редактор БЗ*** – программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает подсистему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок и т.д.

Экспертная система работает в двух режимах: приобретения знаний и решения задач (называемом также режимом консульта­ции или режимом использования ЭС).

В ***режиме приобретения знаний*** общение с ЭС осуществляет через посредничество инженера по знаниям эксперт. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и зна­чения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования данными, характерные для рассматри­ваемой проблемной области. Эксперт, используя компонент при­обретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) ре­шать задачи из проблемной области.

Важную роль в режиме приобретения знаний играет объясни­тельный компонент. Именно благодаря ему эксперт на этапе тестирования локализует причины неудачной работы ЭС, что позволяет эксперту целенаправленно модифицировать старые или вводить новые знания. Обычно объяснительный компонент сооб­щает следующее: как правила используют информацию пользова­теля; почему использовались или не использовались данные или правила; какие были сделаны выводы и т.п. Все объяснения де­лаются, как правило, на ограниченном естественном языке или языке графики.

В ***режиме консультации*** общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ по­лучения решения. Пользователь в зависимости от назначения ЭС может не быть специалистом в данной проблемной области, в этом случае он обращается к ЭС за советом, не умея получить ответ сам, или быть специалистом, в этом случае он обращает­ся к ЭС, чтобы либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на ЭС рутинную работу. Термин "пользователь" является многозначным, так как кроме конечного пользователя применять ЭС может и эксперт, и инженер по знаниям, и прог­раммист.

В режиме консультации данные о задаче пользователя обра­батываются диалоговым компонентом, который выполняет следую­щие действия:

распределяет роли участников (пользователя и ЭС) и орга­низует их взаимодействие в процессе кооперативного решения задачи;

преобразует данные пользователя о задаче, представленные на привычном для пользователя языке, во внутренний язык сис­темы;

преобразует сообщения системы, представленные на внут­реннем языке, в сообщения на языке, привычном для пользова­теля (обычно это ограниченный естественный язык или язык графики).

После обработки данные поступают в РП. На основе входных данных из РП, общих данных о проблемной области и правил из БЗ решатель (интерпретатор) формирует решение задачи.

В отличие от традиционных программ ЭС в режиме решения задачи не только исполняет предписанную последовательность операций, но и предварительно формирует ее. Если ответ ЭС не понятен пользователю, то он может потребовать объяснения, как ответ получен.