

## **1. Информация. Информационные технологии**

### **1.1.Свойства, представление и измерение информации**

#### **1.1.1. Информация и ее свойства**

Что такое информация? Такие понятия называют «контекстными», то есть придаваемый им смысл зависит от контекста, в котором они употребляются.

Информация обладает динамическим характером. Она существует только в момент взаимодействия данных и методов их обработки. Все остальное время она пребывает в состоянии данных. Таким образом, информация существует только в момент протекания информационного процесса.

Одни и те же данные могут в момент использования поставлять разную информацию в зависимости от степени адекватности взаимодействующих с ними методов. Например, для студента, не владеющего каким-либо языком, текст, написанный на этом языке, дает только ту информацию, которую можно получить методом наблюдения (количество символов, наличие незнакомых символов, способ их написания и т. д.). Использование же более адекватных методов может дать другую информацию. Таким образом, «информация возникает и существует в момент диалектического взаимодействия объективных данных и субъективных методов».

Характерной особенностью информации, отличающей её от других объектов природы и общества, является то, что на свойства информации влияют свойства данных, составляющих ее содержательную часть, и свойства методов, взаимодействующих с данными в ходе информационного процесса.

*Объективность и субъективность информации.* Понятие объективности является относительным, так как методы являются субъективными. Более объективной принято считать ту информацию, в которую методы вносят меньший субъективный элемент.

*Полнота информации.* Полнота информации во многом характеризует качество информации и определяет достаточность данных для принятия решений или создания новых данных на основе имеющихся. Чем полнее данные, тем шире диапазон методов, которые можно использовать.

*Достоверность информации.* Данные возникают в момент регистрации сигналов, но не все сигналы являются «полезными» – всегда присутствует какой-то уровень посторонних сигналов, в результате чего полезные данные сопровождаются определенным уровнем «информационного шума». Если полезный сигнал зарегистрирован более четко, чем посторонние сигналы, достоверность информации может быть более высокой.

*Адекватность информации* – это степень соответствия реальному объективному состоянию дела. Неадекватная информация может образовываться

при создании новой информации на основе неполных или недостоверных данных. Однако и полные, и достоверные данные могут приводить к созданию неадекватной информации в случае применения к ним неадекватных методов.

*Доступность информации* – мера возможности получить ту или иную информацию. На степень доступности информации влияют одновременно как доступность данных, так и доступность адекватных методов для их интерпретации. Отсутствие доступа к данным или отсутствие адекватных методов обработки данных приводят к одинаковому результату: информация оказывается недоступной.

*Актуальность информации* – это степень соответствия информации текущему моменту времени. Поскольку информационные процессы растянуты во времени, то достоверная и адекватная, но устаревшая информация может приводить к ошибочным решениям.

*Репрезентативность информации* связана с правильностью ее отбора и формирования в целях адекватного отражения свойств объекта. Нарушение репрезентативности информации нередко приводит к существенным ее погрешностям.

*Содержательность информации* отражает семантическую емкость (т. е. объем информации, содержащейся в высказывании и передаваемой через значения единиц речи), равную отношению количества семантической информации в сообщении к объему обрабатываемых данных, то есть

$$C = \frac{I_c}{V_d}, \quad (1)$$

где  $I_c$  – количество семантической (т. е. имеющей смысл для пользователя) информации,  $V_d$  – объем данных.

*Точность информации* определяется степенью близости получаемой информации к реальному состоянию объекта, процесса, явления и т. п.

*Устойчивость информации* отражает ее способность реагировать на изменения исходных данных без нарушения необходимой точности. Устойчивость информации, как и репрезентативность, обусловлена выбранной методикой её отбора и формирования.

Фундаментальным свойством информации, означающим, что информация может менять способ и форму своего существования, является **преобразуемость**.

### **1.1.2. Классификация информации**

Информацию можно классифицировать самыми разными способами. Приведем классификацию, данную в [3], где информацию разделяли:

- по способу восприятия;
- по степени значимости;

- по форме представления;
- по способам (субъектам) обмена.

Распишем эти виды информации более подробно.

По способу восприятия информация бывает:

- визуальной,
- звуковой (аудиальной),
- обонятельной,
- вкусовой,
- тактильной.

По степени значимости:

- личная,
- специальная,
- общественная.

Личная – это знания, опыт, интуиция, умения, планы, прогнозы, эмоции, чувства, наследственная память конкретного человека. Специальная делится на научную, производственную, техническую, управленческую. Общественная включает в себя общественно-политическую, научно-популярную, быденную, эстетическую.

По форме представления:

- текстовая,
- числовая,
- графическая,
- звуковая,
- видео.

По способам (субъектам) обмена:

- социальная,
- техническая,
- биологическая,
- генетическая.

Можно использовать другой вариант классификации информации:

- *по сфере применения информации* (экономическая, географическая, социологическая и пр.);
- *по характеру источников информации* (первичная, вторичная, обобщающая и пр.);
- *по характеру носителя информации* (информация, «зашифрованная» в молекулах ДНК или в длинах световых волн, информация на бумажном или магнитном носителе и пр.).

В зависимости от типа носителя различают следующие виды информации:

- документальная;
- акустическая (речевая);
- телекоммуникационная.

*Документальная информация* представляется в графическом или буквенно-цифровом виде на бумаге, а также в электронном виде на магнитных и других носителях.

*Речевая информация* возникает в ходе ведения разговоров, а также при работе систем звукоусиления и звуковоспроизведения. Носителем речевой информации являются звуковые колебания в диапазоне частот от 200...300 Гц до 4...6 кГц.

При кодировании звук подвергается дискретизации и квантованию. При дискретизации изменяющаяся во времени величина (сигнал) замеряется с заданной частотой (частотой дискретизации), т.е. сигнал разбивается по временной составляющей. Квантование же приводит сигнал к заданным значениям, т.е. разбивает по уровню сигнала. Сигнал, к которому применены дискретизация и квантование, называется цифровым.

Качество кодирования зависит от количества измерений уровня сигнала в единицу времени. Чем большее количество измерений производится за 1 секунду (чем больше частота дискретизации), тем точнее процедура двоичного кодирования.

При оцифровке сигнала уровень квантования называют также глубиной дискретизации или битностью. Глубина дискретизации измеряется в битах и обозначает количество битов, выражающих амплитуду сигнала. Чем больше глубина дискретизации, тем точнее цифровой сигнал соответствует аналоговому сигналу.

*Телекоммуникационная информация* циркулирует в технических средствах обработки и хранения информации, а также в каналах связи при ее передаче. Носителем информации при ее обработке техническими средствами и передаче по проводным каналам связи является электрический ток, а при передаче по радио- и оптическим каналам – электромагнитные волны.

Источник информации может вырабатывать непрерывное сообщение (сигнал), в этом случае информация называется непрерывной. Например, сигналы, передаваемые по радио и телевидению, а также используемые в магнитной записи, имеют форму непрерывных, быстро изменяющихся во времени зависимостей. Такие сигналы называются непрерывными, или аналоговыми сигналами. В противоположность этому в телеграфии и вычислительной технике сигналы имеют импульсную форму и называются дискретными сигналами.

Сравнивая непрерывную и дискретную формы представления информации, нетрудно заметить, что при использовании непрерывной формы для создания

вычислительной машины потребуется меньшее число устройств (каждая величина представляется одним, а не несколькими сигналами), но эти устройства будут сложнее (они должны различать значительно большее число состояний сигнала).

Информация, циркулирующая в обществе, требует специальных средств и методов обработки, хранения и использования. Сформировались новые научные дисциплины – кибернетика, бионика, робототехника и другие, имеющие своей целью изучение закономерностей информационных процессов.

### **1.1.3. Представление и измерение информации**

Не менее сложным является вопрос «как измерить информацию?». На данный момент выработано три подхода к измерению информации.

*1 подход* – неизмеряемость информации в быту (информация как новизна).

Представьте, что вы получили какое-то сообщение, например прочитали статью в любимом журнале. В этом сообщении содержится какое-то количество информации. Как оценить, сколько информации вы получили? Другими словами, как измерить информацию? Можно ли сказать, что чем больше статья, тем больше информации она содержит?

Разные люди, получившие одно и то же сообщение, по-разному оценивают его информационную ёмкость, то есть количество информации, содержащееся в нем. Это происходит оттого, что знания людей о событиях, явлениях, о которых идет речь в сообщении, до получения сообщения были различными. Поэтому те, кто знал об этом мало, сочтут, что получили много информации, те же, кто знал больше, могут сказать, что информации не получили вовсе. Количество информации в сообщении, таким образом, зависит от того, насколько ново это сообщение для получателя.

В таком случае, количество информации в одном и том же сообщении должно определяться отдельно для каждого получателя, то есть иметь субъективный характер. Но субъективные вещи не поддаются сравнению и анализу, для их измерения трудно выбрать одну общую единицу измерения.

Таким образом, с точки зрения информации как новизны мы не можем однозначно и объективно оценить количество информации, содержащейся даже в простом сообщении. Что же тогда говорить об измерении количества информации, содержащейся в научном открытии, новом музыкальном стиле, новой теории общественного развития.

Поэтому, когда информация рассматривается как новизна сообщения для получателя, вопрос об измерении количества информации обычно не ставится, но можно оценить содержательность информации, и здесь нам приходит на помощь так называемый семантический подход.

Для измерения смыслового содержания информации, т. е. ее количества на семантическом уровне, наибольшее признание получила тезаурусная мера,

которая связывает семантические свойства информации со способностью пользователя принимать поступившее сообщение. Для этого используется понятие «тезаурус пользователя».

*Тезаурус* – это совокупность сведений, которыми располагает пользователь или система.

Максимальное количество семантической информации  $I_c$  потребитель получает при согласовании ее смыслового содержания со своим тезаурусом, когда поступающая информация понятна пользователю и несет ему ранее неизвестные сведения. С семантической мерой количества информации связан коэффициент содержательности  $C(1)$ , определяемый как отношение количества семантической информации к общему объему данных.

*II подход* – объемный: измерение информации в технике (информация как сообщения в форме знаков или сигналов, хранимые, перерабатываемые и обрабатываемые с помощью технических устройств).

В технике, где информацией считается *любая* хранящаяся, обрабатываемая или передаваемая последовательность знаков, сигналов, часто используют простой способ определения количества информации, который может быть назван объемным или синтаксическим. Он основан на подсчете числа символов в сообщении, то есть связан только с длиной сообщения и не учитывает его содержания.

В вычислительной технике применяются две стандартные единицы измерения информации: бит (англ. binary digit – двоичная цифра) и байт (byte). Поскольку компьютер предназначен для обработки больших объемов информации, то принято использовать производные единицы – Кбайт (Кб), Мбайт (Мб), Гбайт (Гб).

1 Кбайт равен  $2^{10} = 1024$  байта.

Аналогично, 1 Мб =  $2^{10}$  Кб =  $1024$  Кб =  $2^{20}$  байтов = 1 048 576 байтов.

1 Гб =  $2^{10}$  Мб =  $1024$  Мб =  $2^{20}$  Кб =  $2^{30}$  байтов = 1 073 741 824 байта.

В качестве примера приведем способы измерения информации в различных формах представления.

Для представления текстовой (символьной) информации в компьютере используется алфавит, состоящий из 256 символов (мощность алфавита – количество символов в алфавите). 1 байт равен 8 битам, т. е. 8 двоичным разрядам. Количество различных однобайтовых двоичных кодов (00000000, 00000001, 00000010, ..., 00110010, ..., 11111111) равно  $2^8 = 256$ . Этими кодами можно представить и 256 различных чисел, например, числа 0, 1, 2, 3, ..., 255. Максимальное число, которое можно представить однобайтовым двоичным кодом «11111111», равно 255.

Для представления чисел в памяти компьютера используются два формата: с фиксированной точкой и с плавающей точкой. В формате с фиксированной точкой представляются только целые числа, в формате с плавающей точкой – вещественные числа (целые и дробные). Множество целых чисел, которое можно представить в компьютере, ограничено. Диапазон значений зависит от размера ячеек, используемых для их хранения. В  $k$ -разрядной ячейке может храниться  $2^k$  различных значений целых чисел. Например, в 16-разрядной ячейке может храниться  $2^{16} = 65536$  различных значений.

Графическая информация на экране дисплея представляется в виде изображения, которое формируется из точек (пикселей). В современных компьютерах и сотовых телефонах разрешающая способность (количество точек на экране дисплея), а также количество цветов зависят от видеоадаптера. Цветные изображения могут иметь различные режимы: 16 цветов, 256 цветов, 1024 цвета, 65536 цветов (high color), 16777216 цветов (true color). Разрешающая способность экрана – это размер сетки раstra (растр – это прямоугольная сетка пикселей на экране), задаваемого в виде произведения  $M \times L$ , где  $M$  – число точек по горизонтали,  $L$  – число точек по вертикали. Число цветов графического файла, т. е. файла, хранящего графическое изображение, определяется формулой  $K = 2^N$ , где  $K$  – число цветов, воспроизводимых на экране, и  $N$  – число бит, отводимых в видеопамяти под каждый пиксель (битовая глубина). Размер такого файла определяется формулой  $V = M \times L \times N$ . Например, черно-белое изображение на экране с разрешением  $640 \times 480$  будет занимать  $640 \times 480 \times 1$  битов памяти ( $N=1$ , т. е. 1 бит на пиксель), т. е. 307200 бит или 38400 байт. В реальности в графических документах кроме описания цвета точек присутствует ещё и служебно-дополнительная информация (о формате записи, авторских правах, способах сжатия и пр.).

Цветное изображение формируется за счёт смешивания трёх базовых цветов: красного, зелёного и синего. Такая цветовая модель называется RGB-моделью. При глубине цвета 24 бита под каждый цвет отводится 8 битов. Код 00000000 соответствует ситуации, когда интенсивность отдельного цвета нулевая, а при коде 255 (11111111) интенсивность максимальна. Белый цвет на экране имеет код 255.255.255.

*III подход – вероятностный: измерение информации в теории информации (информация как снятая неопределенность).*

Получение информации (её увеличение) означает увеличение знания, что, в свою очередь, означает уменьшение незнания или информационной неопределенности. Таким образом, с точки зрения на информацию как на снятую неопределенность количество информации зависит от вероятности ее получения. Причем чем больше вероятность события, тем меньше количество информации в

сообщении о таком событии. Иными словами, количество информации в сообщении о каком-то событии зависит от вероятности свершения данного события.

Количеством информации называют числовую характеристику сигнала, отражающую ту степень неопределенности (неполноту знаний), которая исчезает после получения сообщения в виде данного сигнала. Эту меру неопределенности в теории информации называют энтропией.

Случайность любого события заключается в том, что реализация того или иного исхода имеет некоторую степень неопределенности.

Пусть до получения информации потребитель имеет некоторые предварительные (априорные) сведения о системе  $\alpha$ . Мерой его неосведомленности о системе является некоторая функция  $H(\alpha)$ .

После получения некоторого сообщения  $\beta$  получатель приобрел дополнительную информацию  $I_\beta(\alpha)$ , уменьшившую его априорную неосведомленность так, что апостериорная (после получения сообщения  $\beta$ ) неопределенность состояния системы стала  $H_\beta(\alpha)$ .

Тогда количество информации  $I_\beta(\alpha)$  о системе, полученной в сообщении  $\beta$ , определится как  $I_\beta(\alpha) = H(\alpha) - H_\beta(\alpha)$ , т. е. количество информации измеряется уменьшением неопределенности состояния системы.

Иными словами, энтропия системы  $H(\alpha)$  может рассматриваться как мера недостающей информации.

В частном случае для системы, имеющей  $N$  возможных состояний, количество информации может быть вычислено по формуле *К.Э. Шеннона*:

$$I = -(p_1 \cdot \log_2 p_1 + p_2 \cdot \log_2 p_2 + \dots + p_n \cdot \log_2 p_n), \quad (2)$$

где  $n$  – количество возможных событий,  $p$  – вероятности отдельных событий.

Более простой подход к оценке сообщений был предложен еще в 1928 году *Р. Хартли*. Наиболее просто определить количество информации в случае, когда все исходы события могут реализоваться с равной долей вероятности. В этом случае для вычисления информации используется формула *Хартли*:

$$I = \log_2 N \text{ или } 2^I = N, \quad (3)$$

где  $N$  – количество равновероятных событий (число возможных выборов), а  $I$  – количество информации. Если  $N = 2$  (выбор из двух возможностей), то  $I = 1$  бит.

Таким образом, за единицу количества информации принимают выбор одного из двух равновероятных сообщений («да» или «нет», «1» или «0»), т. е. бит.

Приведём *примеры*.



Книга лежит на одной из двух полок – верхней или нижней. Сообщение о том, что книга лежит на верхней полке, уменьшает неопределённость ровно вдвое и несёт 1 бит информации.

Возьмём сообщение о том, как упала монета после броска – «орлом» или «решкой», которое также несёт один бит информации.

В 32-значном алфавите каждый символ несёт  $i = \log_2 N = \log_2 32 = 5$  бит информации.

Информационный объём сообщения равен произведению количества символов в сообщении на разрядность кода символа. В Unicode каждый символ занимает 2 байта, т.е. 16 битов. В кодировке ASCII – 8 битов. Разница равна 8 битам.

Количество бит на точку (пиксель), например, режима «high color», равно:  $I = \log_2 65536 = \log_2 2^{16} = 16$  (бит).

## **1.2. Понятие информационной технологии**

### **1.2.1. Определение информационной и компьютерной технологии**

Попробуем сначала разобраться с терминами «технология», «информация», «информационные технологии» и «компьютерные информационные технологии».

Термин «технология» широко употреблялся до недавнего времени только в отношении производственных процессов. Для того чтобы разобраться с этим термином, рассмотрим некоторые определения.

«Технология (от греч. *techné* – искусство, мастерство, умение) – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции».

«Технология – ... наука о способах воздействия на сырьё, материалы или полуфабрикаты соответствующими орудиями производств».

«Технология – совокупность производственных методов и процессов отрасли производства, а также научное описание способов производства...».

Несмотря на то, что все приведенные определения связаны с производственно-промышленной сферой деятельности человека, понятие «технология» со временем стало включать в себя и другие направления – социологию, культуру, педагогику, спорт, медицину и т. д.

Если мы заменим материальный объект на информацию, т. е. по сути, идеальный объект, то это позволит использовать понятие технологии в области, касающейся обработки и производства информации с применением современных средств компьютерной техники.

Идея включения информации в цепочку производства информационного продукта принадлежит В.М. Глушкову. В 1982 году в своей книге «Основы

безбумажной информатики» он дал следующее определение: «Информационные технологии – процессы, где основной перерабатываемой продукцией является информация». Отсюда вытекает вывод о том, что информационные технологии использовались всегда, так как задачи накопления, обработки и распространения информации стояли перед человечеством на всех этапах его развития. Особенно широко информационные технологии применялись и применяются для обучения.

Мы же под информационными технологиями будем понимать процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Как и все технологии, информационные технологии находятся в постоянном развитии и совершенствовании. Но существенным отличием информационных технологий от других областей науки и производства является то, что они постоянно и быстро изменяются, что напрямую связано с бурным развитием средств компьютерной техники и современной связи, методов организации данных, их передачи, хранения и обработки, форм взаимодействия пользователей с техническими и другими компонентами информационно-вычислительных систем.

### **1.2.2. Инструментарий информационной технологии**

Техническими средствами производства информации являются аппаратное, программное и математическое обеспечение процесса. Выделим отдельно из этих средств программные продукты и назовем их программным инструментарием информационной технологии.

Таким образом, *инструментарий информационной технологии* – это один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного типа компьютера, технология работы в котором позволяет достичь поставленную пользователем цель.

В качестве базового инструментария можно использовать следующие распространенные виды программных продуктов для персонального компьютера:

- операционная система;
- текстовый процессор (редактор);
- настольные издательские системы;
- электронные таблицы;
- системы управления базами данных;
- электронные записные книжки и календари;
- системы передачи и получения данных (почтовые программы, браузеры, интернет-коммуникаторы и пр.);
- системы обработки и создания звука и видео;

- системы защиты информации и компьютера;
- информационные системы функционального назначения (финансовые, бухгалтерские, юридические, для маркетинга и пр.);
- экспертные системы и т. д.

### **1.2.3. Информационная технология и информационная система**

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. Но в чем же разница?

Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель информационной технологии – получить необходимую для пользователя информацию в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации.

Информационная система представляет собой человеко-компьютерную систему, предназначенную для обработки информации. Информационная система является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства, связи и т. д. Основная цель информационной системы – организация хранения, обработки и передачи информации.

Реализация функций информационной системы невозможна без знания соответствующей информационной технологии, хотя, информационная технология может существовать и вне информационной системы.

Например, информационная технология работы в среде текстового процессора Microsoft Word, который сам по себе не является информационной системой.

Таким образом, информационная технология является более емким понятием, отражающим современное представление о процессах преобразования информации в современном обществе.

Обобщая всё вышесказанное, приведём более узкие определения информационной системы и технологии, реализованные средствами компьютерной техники.

*Информационная технология* – системно-организованная последовательность операций, выполняемых над информацией с использованием средств и методов автоматизации.

*Информационная система* – человеко-компьютерная система для поддержки принятия решений и производства информационных продуктов, использующая компьютерную информационную технологию.

#### **1.2.4. Классификация видов информационных технологий**

На сегодняшний день существует множество подходов к проблеме классификации информационных технологий. Каждый автор предлагает свой вариант [3, 8, 13].

*По способу реализации* информационные технологии делятся на традиционные и современные. Традиционные информационные технологии существовали в условиях централизованной обработки данных до периода массового использования персональных компьютеров. Они были ориентированы главным образом на снижение трудоемкости пользователя (например, инженерные и научные расчеты, формирование регулярной отчетности на предприятиях и др.). Современные информационные технологии связаны в первую очередь с информационным обеспечением процесса управления и взаимодействия пользователей в режиме реального времени.

*По степени охвата информационными технологиями задач управления* выделяют: электронную обработку данных, автоматизацию функций управления, поддержку принятия решений, электронный офис, экспертную поддержку, удаленное управление посредством локальных и глобальных сетей.

Технологии обработки данных предназначены для решения хорошо структурированных задач, алгоритмы решения которых хорошо известны и для решения которых имеются все необходимые входные данные. Эта технология применяется на уровне исполнительской деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных, постоянно повторяющихся операций управленческого труда.

Во втором случае при автоматизации управленческой деятельности вычислительные средства используются для комплексного решения функциональных задач, формирования регулярной отчетности и работы в информационно-справочном режиме для подготовки управленческих решений. К этой же группе относятся информационные технологии поддержки принятия решений, которые предусматривают широкое использование экономико-математических методов и моделей, пакеты прикладных программ для аналитической работы и формирования прогнозов, составления бизнес-планов, обоснованных оценок и выводов по процессам и явлениям производственно-хозяйственной деятельности. К названной группе относятся и широко внедряемые в настоящее время информационные технологии, получившие название электронного офиса и экспертной поддержки принятия решений. Эти два варианта информационных технологий ориентированы на использование достижений в области новейших подходов к автоматизации работы специалистов и руководителей, создание для них наиболее благоприятных условий выполнения профессиональных функций, качественного и современного информационного

обслуживания за счет автоматизированного набора управленческих процедур, реализуемых в условиях конкретного рабочего места и офиса в целом.

Множество взаимосвязанных компьютерных технологий, осуществляющих автоматизацию документооборота: сбора, хранения, передачи и рассылки документов называют *электронным офисом*. Эти технологии безбумажного делопроизводства, выполняемые прикладными программами, основаны на использовании информационных систем и сетей, позволяющих достичь важных целей:

- автоматизация обработки и передачи документов;
- хранение документации в памяти систем;
- интеграция всех процессов документооборота;
- повышение информированности руководства;
- уменьшение стоимости документального обеспечения;
- сокращение времени поиска документов;
- создание качественно новой информационной базы документации.

В результате этого, электронный офис осуществляет комплексную обработку документов, связанных с деятельностью организации или предприятия.

Для электронного офиса разрабатывается и предлагается обширное программное обеспечение, которое решает множество задач, связанных с конторской деятельностью. В их число входит:

- использование текстового и графического редактора;
- работа с электронными таблицами;
- применение систем управления базами данных и информационными хранилищами;
- использование программ подготовки презентаций.

Добавление к технологиям электронного офиса услуг Интернета привело к появлению понятия «интернет-офиса». В нем, кроме обычных выполняются задачи работы с банками, биржами, получение информации о состоянии банковских счетов, курсах валют и т. д.

Технологии обработки информации, которые могут использоваться как инструментарий в различных предметных областях для решения разнообразных задач разной степени сложности, принято называть *обеспечивающими*.

Примеры обеспечивающих технологий: технологии баз данных, технология клиент-сервер, технологии обработки текстов, технологии Data Mining и т.д.

*По обслуживаемым предметным областям* информационные технологии подразделяются разнообразно. Например, только в экономике ими являются – бухгалтерский учет, банковская, налоговая и страховая деятельность и др. Кроме того, это производственная, научная, общественно-социальная и военные сферы.

В зависимости *от формы представления обрабатываемой информации* информационные технологии можно сгруппировать следующим образом:

- технологии обработки текстовой информации,
- технологии обработки числовой информации,
- технологии обработки графической информации,
- технологии обработки звуковой и видео информации (мультимедийные системы),
- технологии работы с базами данных,
- технологии работы в глобальных сетях (Интернет).

#### **1.2.5. Особенности современных информационных технологий**

Информационная технология является наиболее важной составляющей процесса использования информационных ресурсов общества. К настоящему времени она прошла несколько эволюционных этапов, смена которых определялась главным образом развитием научно-технического прогресса, появлением новых технических средств переработки информации. В современном обществе основным техническим средством технологии переработки информации служит Персональный компьютер. Внедрение персонального компьютера в информационную сферу и применение телекоммуникационных средств связи определили новый этап развития информационной технологии и, как следствие, изменение ее названия за счет присоединения одного из синонимов: «новая», «компьютерная» или «современная». Сейчас все чаще добавляется термин «мобильный» к словам «персональный компьютер» и «информационная технология».

Прилагательное «новая» подчеркивает новаторский, а не эволюционный характер этой технологии. Ее внедрение является новаторским актом в том смысле, что она существенно изменяет содержание различных видов деятельности в организациях. В понятие новой информационной технологии включены также коммуникационные технологии, которые обеспечивают передачу информации разными средствами, а именно – телефон, телеграф, телекоммуникации, факс, Интернет и др.

Новая информационная технология – информационная технология с «дружественным» интерфейсом работы пользователя, использующая персональные компьютеры и телекоммуникационные средства.

Прилагательное «компьютерная» означает, что основным техническим средством ее реализации является компьютер, а прилагательное «современная» подчеркивает, что компьютер все чаще является мобильным с быстрым доступом в Интернет.

Выделим основные *принципы современной (компьютерной) информационной технологии*:

- интерактивный (диалоговый) режим работы с компьютером;
- интегрированность с другими программными продуктами;
- гибкость процесса изменения данных;
- мобильность и возможность постоянной связи через Интернет.

Для эффективного взаимодействия конечных пользователей с вычислительной системой современные информационные технологии опираются на принципиально иную организацию интерфейса пользователей с вычислительной системой (так называемого дружественного интерфейса), который выражается, прежде всего, в следующем:

- в обеспечении права пользователя на ошибку благодаря защите информационно-вычислительных ресурсов системы от непрофессиональных действий на компьютере;
- в наличии широкого набора иерархических меню, системы подсказок и обучения и т. п., облегчающих процесс взаимодействия пользователя с персональным компьютером;
- в наличии системы «отмены», позволяющей при выполнении регламентированного действия, последствия которого по каким-либо причинам не удовлетворили пользователя, вернуться к предыдущему состоянию системы;
- в возможности взаимодействовать с компьютером максимально удобным для человека образом – это и возможность взять с собой куда угодно, и непосредственно управлять им руками без каких-либо промежуточных инструментов типа клавиатуры или мыши посредством встроенных трекболов или сенсорных экранов (с технологией touchscreen и multi touch).

### **1.3. Основные элементы информационной технологии**

Выше мы уже отметили, что материальная технология состоит из следующих модулей: материаловедение, производственное проектирование, производственные процессы, инструментарий, охрана труда и техника безопасности, теория управления предприятием или организацией.

Сохраняя логику построения науки, аналогичным образом определим базовые компоненты информационной технологии. Получается, что любая информационная технология состоит из следующих модулей – *теория информации, информационное моделирование и формализация, информационные процессы, информационные системы*, включающие в себя техническую базу

информационных технологий и программное обеспечение, *информационная безопасность* и *информационное управление*.

Таким образом, содержание информационных технологий включает в себя технологические, общенаучные, социальные и экономические аспекты.

### **1.3.1. Информационное моделирование и формализация**

Человечество в своей деятельности (научной, образовательной, технологической, художественной, социальной) постоянно создает и использует модели окружающего мира. Несмотря на то, что человечество накопило богатый опыт моделирования различных объектов и процессов, какие-либо жёсткие правила построения моделей сформулировать невозможно.

Термин «модель» в реальной жизни имеет множество значений [1]. Слово «модель» происходит от латинского «modulus», что в переводе означает «образец».

*Модель* – это:

- физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определенным параметрам подобно функционированию реального объекта;
- некий объект-заместитель, который в определённых условиях может заменять объект-оригинал, воспроизводя интересующие нас свойства и характеристики объекта, причём имеет существенные преимущества или удобства;
- новый объект (реальный, информационный или воображаемый), отличный от исходного, который обладает существенными для целей моделирования свойствами и в рамках этих целей полностью заменяет исходный объект.

Все многообразие моделей делится на три класса:

- материальные (натурные) модели (некие реальные предметы – макеты, муляжи, эталоны) – уменьшенные или увеличенные копии, воспроизводящие внешний вид моделируемого объекта, его структуру или поведение;
- воображаемые модели (геометрическая точка, математический маятник, идеальный газ, бесконечность);

*Информационные модели* – описания моделируемого объекта на одном из языков кодирования информации (словесное описание, схемы, чертежи, карты, рисунки, научные формулы, программы и пр.). Информационная модель – это связанная совокупность информационных объектов, описывающих информационные процессы в исследуемой предметной области. Рисунки, фотографии, учебные плакаты – это образные информационные модели.



Идея мысленного эксперимента впервые была выдвинута Г. Галилеем. Галилей применил идею мысленного эксперимента к воображаемому телу, которое свободно от всех внешних воздействий. Такой мысленный эксперимент позволил Г. Галилею прийти к идее инерциального движения тела. Также он первым использовал телескоп для наблюдения небесных тел и сделал ряд выдающихся астрономических открытий. Галилей – основатель экспериментальной физики. Своими экспериментами он убедительно опроверг умозрительную метафизику Аристотеля и заложил фундамент классической механики.

Модель «материальная точка» была придумана, чтобы абстрагироваться от размеров объекта при изучении его движения. Следовательно, с помощью модели «материальная точка» можно изучать, например, движение и слона, и Земли, и песчинки, а также множества других объектов.

Идеальный (математический) маятник представляет собой механическую систему, состоящую из материальной точки, подвешенной на невесомой нерастяжимой нити или невесомом стержне в поле тяжести. Колебания математического маятника описываются обыкновенным дифференциальным уравнением.

*По области возможных приложений* модели классифицируются на специализированные (предназначенные для использования только одной системой) и универсальные (предназначенные для использования несколькими системами).

Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью.

*По временному фактору* модели подразделяются на статические и динамические.

*Классификация по характеру изменения модели во времени* охватывает динамические модели и выделяет два типа моделей:

- *непрерывные* – изменяют свое состояние во времени за сколь угодно малое приращение времени;
- *дискретные* – изменяют свое состояние во времени дискретно, через определенный временной интервал.

*Классификация по отрасли представленных в модели знаний* разделяет все модели на *физические, биологические, социальные, экономические* и т. д.

*Классификация по области использования модели* представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация моделей по области использования

По характеру отображаемых свойств выделяют два типа моделей:

- *структурные* – отражают структуру (устройство) моделируемого объекта, существенные для целей исследования свойства и взаимосвязи компонентов этого объекта;

- *функциональные* – отражают внешне воспринимаемое поведение (функционирование) объекта.

Функциональные модели часто строятся как *модели чёрного ящика*. «Чёрный ящик» – термин, используемый в точных науках (в частности, системотехнике, кибернетике и физике) для обозначения системы, механизм работы которой очень сложен, неизвестен или неважен в рамках данной задачи. Такие системы обычно имеют некий «вход» для ввода информации и «выход» для отображения результатов работы. Состояние выходов обычно функционально зависит от состояния входов и т. д. Понятие «чёрный ящик» предложено У.Р. Эшби. Использование модели «чёрный ящик» позволяет изучать поведение систем, то есть их реакций на разнообразные внешние воздействия, и в то же время абстрагироваться от их внутреннего устройства.

Существуют разные формы представления информационных моделей: словесные (вербальные), графические, математические, табличные и др.

Попробуем привести как можно более полную классификацию информационных моделей (табл. 1).

Таблица 1  
Классификация моделей

Виды моделей	Описание моделей
<i>Информационная (абстрактная)</i>	Описание объекта на каком-либо языке. Абстрактность модели проявляется в том, что ее компонентами являются сигналы и знаки (вернее, заложенный в них смысл), а не физические тела.
<i>Дескриптивная (описательная)</i>	Словесное описание объекта, выраженное средствами того или иного языка. «Гелиоцентрическая модель мира» принадлежит Н. Копернику и была сформулирована им в семи следующих утверждениях:

Виды моделей	Описание моделей
	<p>1) Орбиты и небесные сферы не имеют общего центра.</p> <p>2) Центр Земли – не центр Вселенной, но только центр масс и орбиты Луны.</p> <p>3) Все планеты движутся по орбитам, центром которых является Солнце, и поэтому Солнце является центром мира.</p> <p>4) Расстояние между Землей и Солнцем очень мало по сравнению с расстоянием между Землей и неподвижными звездами.</p> <p>5) Суточное движение Солнца – воображаемо и вызвано эффектом вращения Земли, которая поворачивается один раз за 24 часа вокруг своей оси, всегда остающейся параллельной самой себе.</p> <p>6) Земля (вместе с Луной, как и другие планеты) обращается вокруг Солнца, и поэтому те перемещения, которые, как кажется, делает Солнце (суточное движение, а также годичное движение, когда Солнце перемещается по Зодиаку), – не более чем эффект движения Земли.</p> <p>7) Это движение Земли и других планет объясняет их расположение и конкретные характеристики движения планет.</p>
<i>Математическая</i>	<p>1) совокупность записанных на языке математики соотношений (формул, неравенств, уравнений, логических соотношений), определяющих характеристики состояния объекта в зависимости от его элементов, свойств, параметров, внешних воздействий; 2) приближенное описание объекта, выраженное с помощью математической символики.</p>
<i>Статическая</i>	<p>Отображение объекта в какой-то момент времени без учёта происходящих с ним изменений, как находящегося в состоянии покоя или равновесия (отсутствует параметр времени). Примеры таких моделей: классификация животных, строение молекул.</p>
<i>Динамическая</i>	<p>Описание поведения объекта во времени. Примеры: описание движения тел, развития организмов, процессов химических реакций.</p>
<i>Детерминированная</i>	<p>Отображение процессов, в которых отсутствуют случайные воздействия.</p>

<b>Виды моделей</b>	<b>Описание моделей</b>
<i>Вероятностная (стохастическая)</i>	Описание объектов, поведение которых определяется случайными воздействиями (внешними или внутренними); описания вероятностных процессов и событий, характер изменения которых во времени точно предсказать невозможно.
<i>Имитационная компьютерная</i>	Отдельная программа, совокупность программ, программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных факторов.
<i>Имитационная алгоритмическая</i>	Содержательное описание объекта в форме алгоритма, отражающее структуру и процессы функционирования объекта во времени, учитывающее воздействие случайных факторов. Изменение объектов во времени связано с динамикой происходящих с ними процессов. Имитационные модели не просто отражают реальность с той или иной степенью точности, а имитирует её, то есть представляет собой модель, в которой сделана попытка более или менее полного и достоверного воспроизведения некоторого реального процесса. Эксперименты с моделью проводятся при разных исходных данных. По результатам исследования делаются выводы. Например, моделирование движения молекул в газе, моделирование поведения колонии микробов.
<i>Гносеологическая</i>	Описание объективных законов природы.
<i>Концептуальная</i>	Описание выявленных причинно-следственных связей и закономерностей, присущих исследуемому объекту и существенных в рамках определенного исследования.
<i>Сенсуальная</i>	Описание модели чувств, эмоций, либо модели, оказывающие воздействие на чувства человека (музыка, поэзия, живопись, танец).
<i>Аналоговая</i>	Аналог объекта, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой.
<i>Табличная</i>	Данные об объекте моделирования организованы в табличной форме.

*Геоинформационное моделирование* базируется на создании многослойных электронных карт, в которых опорный слой описывает географию определённой территории, а каждый из остальных – один из аспектов состояния этой территории. На географическую карту могут быть выведены различные слои объектов: города, дороги, аэропорты, численность населения регионов и т. д.

Упорядоченная структура, где объект нижнего уровня связан только с одним объектом предыдущего уровня, но любой объект вышестоящего уровня может быть связан с несколькими объектами последующего уровня, называется *иерархической*. Так, современная классификация представителей животного мира является иерархической информационной моделью.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что *моделирование* это:

- построение моделей реально существующих объектов (предметов, явлений, процессов);
- замена реального объекта его подходящей копией;
- исследование объектов познания на их моделях.

Потребность в моделировании возникает в таких сферах человеческой деятельности как познание, общение, практическая деятельность.

- Начинается моделирование с постановки задачи, которая заключается в описании задачи, определении объекта моделирования и целей моделирования, что позволяет установить, какие данные являются исходными и что требуется получить на выходе.
- Этап разработки модели начинается с построения концептуальной (информационной) модели в различных знаковых формах. В информационных моделях задача приобретает вид, позволяющий принять решение о выборе программной среды и представить алгоритм построения компьютерной модели. От выбора программной среды зависит алгоритм построения компьютерной модели, а также форма его представления. Например, это может быть блок-схема, в среде программирования это программа, записанная на алгоритмическом языке, в прикладных средах это последовательность технологических приемов, приводящая к решению задачи. Разнообразное программное обеспечение позволяет преобразовать исходную информационную знаковую модель в компьютерную и провести компьютерный эксперимент.
- Компьютерный эксперимент – воздействие на компьютерную модель инструментами программной среды с целью определения того, как изменяются параметры модели.
- Подготовка и проведение компьютерного эксперимента включает в себя ряд последовательных операций, связанных с тестированием

модели, разработкой плана эксперимента и собственно проведением исследования.

- Конечная цель моделирования – принятие решения, которое должно быть выработано на основе всестороннего анализа результатов моделирования и интерпретации его результатов.

Чтобы построить модель, необходимо придать объекту форму. Таким образом, *формализация* – это приведение существенных свойств и признаков объекта моделирования к выбранной форме. Например, процесс формализации *текстовой информации* (представление информации в форме чертежа, схемы и т. д.) осуществляется с целью её однозначного понимания, облегчения и ускорения ее обработки.

Построение модели возможно не только для объектов и процессов, но и для разного рода явлений живой природы.

Один и тот же объект может быть описан множеством моделей. Каждая из этих моделей дает лишь какое-то представление о самом объекте.

*Декомпозиция* – научный метод, использующий структуру задачи и позволяющий заменить решение одной большой задачи решением серии меньших задач.

### **1.3.2. Информационные процессы**

Следующий важный компонент информационных технологий касается информационных процессов. Информация не существует сама по себе, она проявляется в информационных процессах. В наиболее общем виде информационный процесс определяется как совокупность последовательных действий (операций), производимых над информацией (в виде данных, сведений, фактов, идей, гипотез, теорий и пр.) для получения какого-либо результата (достижения цели). Информационные процессы могут быть целенаправленными или стихийными, организованными или хаотичными, детерминированными или вероятностными. Следует обратить внимание на то, что информационный процесс всегда протекает в какой-либо информационной системе – биологической, социальной, технической, социотехнической.

В зависимости от того, какого рода информация является предметом информационного процесса и кто является его субъектом (техническое устройство, человек, коллектив, общество в целом), можно говорить о глобальных информационных процессах, или макропроцессах, и локальных информационных процессах, или микропроцессах.

Наиболее общими информационными процессами являются три процесса: *сбор, преобразование, использование информации*. Каждый из этих процессов распадается, в свою очередь, на ряд подпроцессов, причем некоторые из последних могут входить в каждый из выделенных обобщенных процессов.

### 1.1. Назначение и основы использования систем искусственного интеллекта. Базы знаний. Экспертные системы

Существует несколько стратегий получения знаний. Наиболее распространенные:

- приобретение;
- извлечение;
- формирование.

Под *приобретением знаний* понимается способ автоматизированного построения базы знаний посредством диалога эксперта и специальной программы (при этом структура знаний заранее закладывается в программу). Эта стратегия требует существенной предварительной проработки предметной области. Системы приобретения знаний приобретают готовые фрагменты знаний в соответствии со структурами, заложенными разработчиками систем. Большинство этих инструментальных средств специально ориентированы на конкретные экспертные системы с жестко обозначенной предметной областью и моделью представления знаний, то есть не являются универсальными.

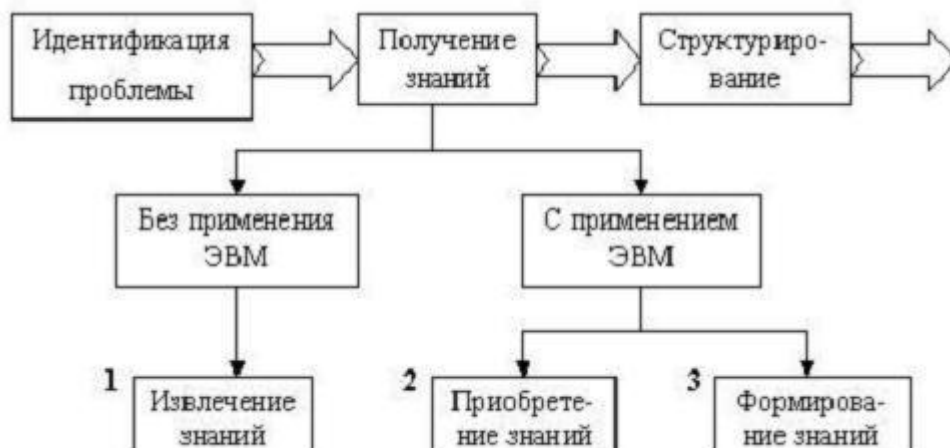
Термин *извлечение знаний* касается непосредственного живого контакта инженера по знаниям с источниками знаний, которыми могут быть материальные носители (файлы, документы, книги) и эксперты (группы экспертов). Извлечение знаний – это процедура взаимодействия инженера по знаниям с источником знаний, в результате которой становятся явными процесс рассуждений специалистов при принятии решения и структура их представлений о предметной области. Смысл этой процедуры заключается в переносе компетентности эксперта через инженера по знаниям в базу знаний экспертной системы.

Процесс извлечения знаний – это длительная и трудоёмкая процедура, в которой инженеру по знаниям, вооружённому специальными знаниями по когнитивной психологии, системному анализу, математической логике и пр., необходимо воссоздать модель предметной области, которой пользуются эксперты для принятия решения.

Эксперт – это человек, который благодаря обучению и опыту может делать то, что остальные люди делать не умеют; эксперты работают не просто профессионально, но быстро и эффективно. Они хорошо умеют распознавать в проблемах, с которыми сталкиваются, примеры тех типовых проблем, с которыми они уже знакомы. Очень важно подчеркнуть, что эксперт должен не только знать, но и уметь. Именно этим свойством отличаются базы данных от баз знаний: базы знаний активны.

Термин *формирование знаний* традиционно закрепился за чрезвычайно перспективной и активно развивающейся областью инженерии знаний, которая занимается разработкой моделей, методов и алгоритмов анализа данных для

получения знаний и обучения. Эта область включает индуктивные модели формирования гипотез на основе обучающих выборок, обучение по аналогии и другие методы.



На этапе структурирования знаний выбираются информационные системы и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.

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

**Пользователь** – специалист предметной области, для которого предназначена система. **Интерфейс пользователя** – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с экспертной системы как на стадии ввода информации, так и при получении результатов. **База знаний (БЗ)** – ядро экспертной системы, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному). **Решатель** (дедуктивная машина, машина логического вывода) – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. **Подсистема объяснений** – программа, позволяющая продемонстрировать, каким образом получен результат, то есть показать цепочку рассуждений электронного эксперта. **Инженер по знаниям** (когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик) – специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний.

Исходные данные хранятся в базе знаний в виде фактов, между которыми с помощью специалистов-экспертов устанавливается определенная система отношений (правил). Факты являются краткосрочной информацией в том



отношении, что они могут изменяться, например, в процессе консультаций. Правила представляют более долговременную информацию о том, как порождать новые факты или гипотезы из того, что сейчас известно.

Искусственный интеллект толкуется как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать решения в условиях недостатка информации, когда задача плохо формализуема, то есть отыскание алгоритма связано с тонкими и сложными рассуждениями, требующими большой изобретательности и высокой квалификации.

Экспертные системы предназначены для анализа данных, содержащихся в базах знаний и выдачи результатов, при запросе пользователя. Такие системы используются в медицине, фармакологии, химии, юриспруденции, когда для принятия решения нужны широкие специальные знания.

Например, по совокупности признаков заболевания медицинские экспертные системы помогают установить диагноз и назначить программу лечебного курса. По совокупности признаков события юридические экспертные системы могут дать правовую оценку и предложить порядок действий как для обвиняющей, так и для защищающейся стороны.

Базовые функции экспертных систем:

- приобретение знаний;
- представление знаний;
- управление процессом поиска решения;
- разъяснение принятого решения.

**Приобретение знаний** – это передача потенциального опыта решения проблемы от некоторого источника знаний и преобразование его в вид, который позволяет использовать эти знания в программе.

Передача знаний выполняется в процессе достаточно длительных и пространственных собеседований между специалистом по проектированию экспертной системы (*инженером по знаниям*) и экспертом в определённой предметной области, способным достаточно чётко сформулировать имеющийся у него опыт. По существующим оценкам, таким методом можно сформировать от двух до пяти «элементов знания» в день. Конечно, это очень низкая скорость, а потому многие исследователи рассматривают функцию приобретения знаний в качестве одного из главных «узких мест» технологии экспертных систем.

**Представление знаний** – ещё одна функция экспертной системы. Теория представления знаний – это отдельная область исследований, тесно связанная с философией формализма и когнитивной психологией. Предмет исследования в этой области – методы ассоциативного хранения информации, подобные тем,

которые существуют в мозгу человека. При этом основное внимание, естественно, уделяется логической, а не биологической стороне процесса.

**Управление процессом поиска решения.** При проектировании экспертной системы серьёзное внимание должно быть уделено и тому, как осуществляется доступ к знаниям и как они используются при поиске решения. Знание о том, какие знания нужны в той или иной конкретной ситуации, и умение ими распорядиться – важная часть процесса функционирования экспертной системы. Такие знания получили наименование *метазнаний*, т. е. знаний о знаниях. Решение нетривиальных проблем требует и определённого уровня *планирования* и *управления* при выборе, какой вопрос нужно задать, какой тест выполнить, и т. д.

Использование разных стратегий перебора имеющихся знаний, как правило, оказывает довольно существенное влияние на характеристики эффективности программы. Эти стратегии определяют, каким способом программа отыскивает решение проблемы в некотором пространстве альтернатив. Как правило, не бывает так, чтобы данные, которыми располагает программа работы с базой знаний, позволяли точно «выйти» на ту область в этом пространстве, где имеет смысл искать ответ.

**Разъяснение принятого решения.** Вопрос о том, как помочь пользователю понять структуру и функции некоторого сложного компонента программы, связан со сравнительно новой областью взаимодействия человека и машины, которая появилась на пересечении таких областей, как искусственный интеллект, промышленная технология, физиология и эргономика. На сегодня вклад в эту область исследователей, занимающихся экспертными системами, состоит в разработке методов представления информации о поведении программы в процессе формирования цепочки логических заключений при поиске решения.

С использованием экспертных систем связана область науки, которая носит название инженерии знаний.

Инженеры знаний – это специалисты, являющиеся промежуточным звеном между разработчиками экспертных систем (программистами) и ведущими специалистами в конкретных областях науки и техники (экспертами).

В классификации экспертных систем по связи с реальным временем выделяют статические и квазидинамические экспертные системы.

**Статические** экспертные системы разрабатываются в предметных областях, в которых база знаний и интерпретируемые данные не меняются во времени. Они стабильны. ЭС данного типа используются в тех приложениях, где можно не учитывать изменения окружающего мира, происходящие за время решения задачи. Первые ЭС, получившие практическое использование, были статическими.

Пример – диагностика неисправностей в автомобиле.

*Квазидинамические* экспертные системы интерпретируют ситуацию, которая меняется с некоторым фиксированным интервалом времени.

Пример – микробиологические экспертные системы, в которых снимаются лабораторные измерения с технологического процесса несколько раз в течение определенного промежутка времени и анализируется динамика полученных показателей по отношению к предыдущему измерению.

В архитектуру динамической экспертной системы по сравнению со статической вводятся два компонента: подсистема моделирования внешнего мира и подсистема связи с внешним окружением. Последняя осуществляет связи с внешним миром через систему датчиков и контроллеров в режиме реального времени с непрерывной интерпретацией поступаемых данных.

Пример – управление гибкими производственными комплексами, мониторинг в реанимационных палатах и т. п.

В ходе работ по созданию экспертных систем сложилась определённая технология их разработки, включающая шесть следующих этапов: идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию.

На этапе **идентификации** определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.

На этапе **концептуализации** проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. На этапе **формализации** выбираются информационные системы и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.

В *разработке* экспертной системы участвуют представители следующих специальностей:

- 1) эксперт – специалист в конкретной предметной области;
- 2) инженер по знаниям – специалист по разработке экспертных систем;
- 3) программист – специалист по разработке инструментальных средств создания экспертной системы.

Эксперт определяет соответствующий круг знаний, обеспечивает их полноту и правильность ведения экспертной системы.

Инженер по знаниям выявляет совместно с экспертом структурированность знаний, выбор инструментального средства, программирует стандартные функции, которые будут использоваться в правилах экспертной системы.

Программист разрабатывает инструментальные средства, содержащие все компоненты создания экспертных систем; осуществляет сопряжение экспертных систем с пользователем.

В *использовании* экспертных систем участвуют специалисты:

- 1) конечный пользователь;
- 2) оператор.

Конечный пользователь имеет возможность только использования экспертных систем. Операторы могут модифицировать базу знаний экспертной системы.