

1. Понятие информации

Информация - это некоторая последовательность сведений, знаний, которые актуализируемы (получаемы, передаваемы, преобразуемы, сжимаемы, регистрируемы) с помощью некоторых знаков символьного, образного, жестового, звукового, сенсомоторного типа.

Знания - информация, обеспечивающая достижение некоторой цели и структуры.

Входная информация - та, которую система воспринимает от окружающей среды. Такого рода информация называется входной информацией (по отношению к системе).

Выходная информация (по отношению к окружающей среде) - та, которую система выдает в окружающую среду.

Внутренняя, внутрисистемная информация (по отношению к данной системе) - та, которая хранится, перерабатывается, используется только внутри системы, актуализируется лишь подсистемами системы.

Информация по отношению к конечному результату проблемы бывает:

- **исходная;**
- **промежуточная;**
- **результатирующая.**

Информация (по ее изменчивости при актуализации) бывает:

- **постоянная;**
- **переменная;**
- **смешанная**

Основные свойства информации (и сообщений):

- полнота;
- Актуальность и значимость;
- ясность;
- адекватность, точность, корректность интерпретации, приема и передачи;
- интерпретируемость и понятность интерпретатору информации;
- достоверность;
- избирательность;
- адресность;
- конфиденциальность;
- информативность и значимость;
- массовость;
- кодируемость и экономичность;
- сжимаемость и компактность;
- защищенность и помехоустойчивость;
- доступность;
- ценность.

Методы получения и использования информации:

- **эмпирические методы** или методы получения эмпирической информации;
- **теоретические методы** или методы получения теоретической информации;
- **эмпирико-теоретические методы** или методы получения эмпирико-теоретической информации.

**эмпирические
методы**

- Наблюдение
- Сравнение
- Измерение
- Эксперимент

**эмпирико-теоретические
методы**

- Абстрагирование
 - Анализ
 - Декомпозиция
 - Синтез
 - Композиция
 - Индукция
 - Дедукция
- Моделирование
 - Исторический метод
 - Логический метод
 - Макетирование
 - Актуализация
 - Визуализация
 - Эвристики

**теоретические
методы**

- Восхождение от абстрактного к конкретному
- Идеализация
- Формализация
- Аксиоматизация
- Виртуализация



Рис. 1. Структура познания системы

2. Меры информации в системе

Количество информации - числовая величина, адекватно характеризующая актуализируемую информацию по разнообразию, сложности, структурированности (упорядоченности), определенности, выбору состояний отображаемой системы.

Мера - непрерывная действительная неотрицательная функция, определенная на множестве событий и являющаяся аддитивной (мера суммы равна сумме мер).

1) Мера Р. Хартли.

Пусть имеется N состояний системы S или N опытов с различными, равновозможными, последовательными состояниями системы.

Если каждое состояние системы закодировать двоичными кодами определенной длины d , то эту длину необходимо выбрать так, чтобы число всех различных комбинаций было бы не меньше, чем N .

Наименьшее число, при котором это возможно, называется мерой разнообразия множества состояний системы и задается формулой Р. Хартли:

$$H = k \log_a N,$$

где k - коэффициент пропорциональности,
 a - основание системы меры.

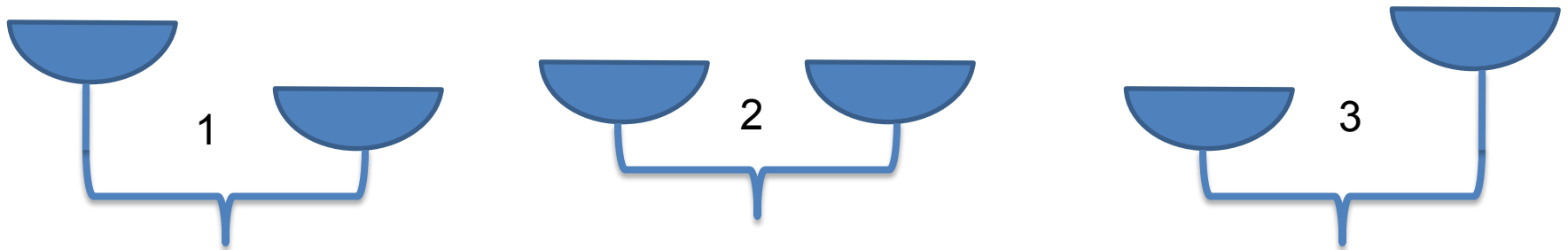
По Хартли, для того, чтобы мера информации имела практическую ценность, она должна быть такова, чтобы отражать количество информации пропорционально числу выборов.

Пример. Чтобы узнать положение точки в системе из двух клеток т.е. получить некоторую информацию, необходимо задать 1 вопрос ("Левая или правая клетка?").

Узнав положение точки, мы увеличиваем суммарную информацию о системе на 1 бит ($I = \log_2 2$). Для системы из четырех клеток необходимо задать 2 аналогичных вопроса, а информация равна 2 битам ($I = \log_2 4$).

Если же система имеет n различных состояний, то максимальное количество информации будет определяться по формуле: $I = \log_2 n$.

Пример. Имеются 192 монеты. Известно, что одна из них - фальшивая, например, более легкая по весу. Определим, сколько взвешиваний нужно произвести, чтобы выявить ее.



Таким образом, каждое взвешивание дает количество информации $I = \log_2 3$, следовательно, для определения фальшивой монеты **нужно сделать не менее k взвешиваний**, где наименьшее k удовлетворяет условию **$\log_2 3^k \geq \log_2 192$** .

Отсюда, $k \geq 5$. **Итак, необходимо сделать не менее 5 взвешиваний.**

Отрицательная сторона формулы: формула не учитывает различимость и различность рассматриваемых N состояний системы.

2) Мера К. Шеннона.

Формула Шеннона дает оценку информации независимо, отвлеченно от ее смысла:

$$I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

где n - число состояний системы;

p_i - вероятность (или относительная частота) перехода системы в i -е состояние, причем сумма всех p_i равна 1.

Если все состояния равновероятны (т.е. $p_i=1/n$), то
 $I = \log_2 n$.

Легко видеть, что в общем случае
если выбор i -го варианта predetermined заранее
(выбора, собственно говоря, нет, $p_i=1$), то $I=0$.

$$I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \leq \log_2 n$$

Пример. В сообщении 4 буквы "а", 2 буквы "б", 1 буква "и", 6 букв "р". Определим количество информации в одном таком (из всех возможных) сообщениях. Число N различных сообщений длиной 13 букв будет равно величине: как это следует из комбинаторики, равно $n = N! / (k! * m!)$: $N = 13! / (4! * 2! * 1! * 6!) = 180180$. Количество информации I в одном сообщении будет равно величине: $I = \log_2(N) = \log_2 180180 \approx 18$ (бит).

Если k - коэффициент Больцмана, известный в физике как $k = 1.38 \times 10^{-16}$ эрг/град, то выражение

$$S = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

**в термодинамике известно как
энтропия, или мера хаоса, беспорядка
в системе.**

Важно отметить следующее.

Нулевой энтропии соответствует максимальная информация. Основное соотношение между энтропией и информацией:

$$I + S(\log_2 e)/k = \text{const}$$

или в дифференциальной форме

$$dI/dt = -((\log_2 e)/k) dS/dt.$$

При переходе от состояния S_1 с информацией I_1 к состоянию S_2 с информацией I_2 возможны случаи:

$S_1 < S_2$ ($I_1 > I_2$) - уничтожение (уменьшение) старой информации в системе;

$S_1 = S_2$ ($I_1 = I_2$) - сохранение информации в системе;

$S_1 > S_2$ ($I_1 < I_2$) - рождение новой (увеличение) информации в системе.

Главной положительной стороной формулы Шеннона является:

ее отвлеченность от качественных, индивидуальных свойств системы.

В отличие от формулы Хартли, **она учитывает различность, разнoverоятность состояний - формула имеет статистический характер** (учитывает структуру сообщений).

Основной отрицательной стороной формулы Шеннона является то,

что она не различает состояния (с одинаковой вероятностью достижения, например), **не может оценивать состояния сложных и открытых систем и применима лишь для замкнутых систем**, отвлекаясь от смысла информации.

3) Термодинамическая мера.

Пусть дана термодинамическая система (процесс) S ,

а H_0, H_1 - термодинамические энтропии системы S в начальном (равновесном) и конечном состояниях термодинамического процесса, соответственно.

Тогда **термодинамическая мера информации** (негэнтропия) определяется формулой:

$$H(H_0, H_1) = H_0 - H_1.$$

Изменение информации при этом:

$$\Delta I = k \ln(p_1 / p_2) = k (\ln p_1 - \ln p_2).$$

Если $p_1 > p_2$ ($\Delta I > 0$) - идет прирост информации, т.е. сведения о системе стали более определенными, а при $p_1 < p_2$ ($\Delta I < 0$) - менее определенными.

Пример. Предположим, что имеется развивающаяся социально-экономическая система с числом состояний 10, которая в результате эволюции развилась до системы с числом состояний 20. Нас интересует вопрос о состоянии некоторого составного элемента системы (например, предприятия).

В начале мы знали ответ на вопрос и поэтому $p_1 = 1$ ($\ln p_1 = 0$). Число ответов было пропорционально величине $[\ln 10]$. После развития мы знаем уже микроэкономическое состояние, т.е. изменение информации о состоянии системы равно

$$\Delta I = -k \ln(20/10) = -k \ln 2 \text{ (нат)}.$$

Пример.

Предположим, что имеется термодинамическая система - газ в объеме V , который расширяется до объема $2V$ (рис.3).



Рис. 3. Газ объема V (а) расширяемый до $2V$ (б)

Нас интересует вопрос о координате молекулы m газа. В начале (а) мы знали ответ на вопрос и поэтому $p_1=1$ ($\ln p_1=0$). Число ответов было пропорционально $\ln V$. После поднятия заслонки мы уже знаем эту координату (микросостояния), т.е. изменение (убыль) информации о состоянии системы будет равно

$$\Delta I = -k \ln(2V / V) = -k \ln 2 \text{ (нат).}$$

4) Энергоинформационная (квантово-механическая) мера.

Если A - именованное множество с носителем так называемого "энергетического происхождения", а B - именованное множество с носителем "информационного происхождения", то можно определить энергоинформационную меру $f: A \rightarrow B$

5) Другие меры информации.

- мера, базирующаяся на понятии цели (А. Харкевич и другие);
- мера, базирующаяся на понятии тезаурус $T = \langle X, Y, Z \rangle$, где X, Y, Z - множества, соответственно, имен, смыслов и значений (прагматики) этих знаний (Ю. Шрейдер и другие);
- мера сложности восстановления двоичных слов (А. Колмогоров и другие);
- меры апостериорного знания (Н. Винер и другие);
- мера успешности принятия решения (Н. Моисеев и другие);
- меры информационного сходства и разнообразия и другие способы, подходы к рассмотрению мер информации.

3. Информационные системы

Информационная система - система, в которой ее элементы, цель, ресурсы, структура (организация) рассматриваются, в основном, на информационном уровне (хотя, естественно, имеются и другие уровни рассмотрения, например, энергетический уровень).

Любая информационная система имеет следующие типы основных подсистем:

- *подсистема информационного обеспечения (данных);*
- *подсистема интеллектуального обеспечения (информации, знаний);*
- *подсистема технического обеспечения (аппаратуры);*
- *подсистема технологического обеспечения (технологии);*
- *подсистема коммуникативного обеспечения (интерфейса);*
- *подсистема анализа и проектирования;*
- *подсистема оценки адекватности и качества, верификации;*
- *подсистема организационного взаимодействия и управления персоналом;*
- *подсистема логистики (планирования и движения товаров и услуг).*

Информационная среда - это среда (т.е. система и ее окружение) из взаимодействующих информационных систем, включая и информацию, актуализируемую в этих системах.

6 типов информационных систем управления (тип системы определяется целью, ресурсами, характером использования и предметной областью):

- Диалоговая система обработки запросов (Transaction Processing System) - для реализации текущих, краткосрочных, тактического характера, часто рутинных и жестко структурируемых и формализуемых процедур, например, обработки накладных, ведомостей, бухгалтерских счетов, складских документов и т.д.
- Система информационного обеспечения (Information Provision System) - для подготовки информационных сообщений краткосрочного (обычно) использования тактического или стратегического характера.
- Система поддержки принятия решений (Decision Support System) - для анализа (моделирования) реальной формализуемой ситуации, в которой менеджер должен принять некоторое решение, возможно, просчитав различные варианты потенциального поведения системы (варьируя ее параметры).
- Интегрированная, программируемая система принятия решения (Programmed Decision System) предназначена для автоматического, в соответствии с программно реализованными в системе, структурированными и формализованными критериями оценки, отбора (выбора) решений.
- Экспертные системы (Expert System) - информационные консультирующие и (или) принимающие решения системы, которые основаны на структурированных, часто плохо формализуемых процедурах, использующих опыт и интуицию.
- Интеллектуальные системы, или системы, основанные на знаниях (Knowledge Based System) - поддерживают задачи принятия решения в сложных системах, где необходимо использование знаний в достаточно широком диапазоне, особенно в плохо формализуемых и плохо структурируемых системах, нечетких системах и при нечетких критериях принятия решения;

Ряд утверждений, в виде аксиом управления информационными системами:

Аксиома 1. Количество информации в любой подсистеме иерархической системы определяется (как правило, мультипликативно) количеством сигналов, исходящих от подсистемы нулевого уровня (исходной вершины) и достигающих данной подсистемы (или входящих в данную подсистему), и энтропией этих сигналов.

Аксиома 2. Энтропия любого элемента управляющей подсистемы при переходе в новое целевое состояние (при смене цели) определяется исходным (от нулевого уровня) информационным потоком и энтропией этого элемента.

Аксиома 3. Энтропия всей управляющей подсистемы при переходе в новое целевое состояние определяется (как правило, аддитивно, интегрально) энтропией всех ее элементов.

Аксиома 4. Полный информационный поток, направленный на объект управления за период его перехода в новое целевое состояние, равен разности энтропии всей управляющей подсистемы при переходе в новое целевое состояние и энергии объекта управления, затрачиваемой объектом управления на переход в новое состояние.

Аксиома 5. Информационная работа управляющей подсистемы по преобразованию ресурсов состоит из двух частей - работы управляющей подсистемы, затраченной на компенсацию исходной энтропии, и работы, направленной на управляемый объект, т.е. на удерживание системы в устойчивом состоянии.

Аксиома 6. Полезная работа управляющей подсистемы в течение некоторого промежутка времени должна соответствовать полному информационному потоку, воздействующему на управляемую систему (в соответствии с аксиомой 4) за рассматриваемый период времени.