

## 5. Лекция: Система, информация

Рассматриваются различные аспекты понятия "информация", типы и классы информации, методы и процедуры актуализации информации.

Цель лекции: введение в суть и значение основного, но плохо формализуемого (и поэтому определяемого обычно упрощенно, с учетом потребностей предметной области) понятия "информация" с точки зрения системного анализа.

Понятие информации - одно из основных, ключевых понятий не только в системном анализе, но и в информатике, математике, физике и др. В то же время, это понятие - плохо формализуемое, из-за его всеобщности, объемности, расплывчатости, и трактуется как:

- любая сущность, которая вызывает изменения в некоторой информационно-логической (инфологической - состоящей из сообщений, *данных, знаний*, абстракций, структурных схем и т.д.) модели, представляющей систему (математика, системный анализ);
- сообщения, полученные системой от внешнего мира в процессе адаптивного управления, приспособления (теория управления, кибернетика);
- отрицание энтропии, отражение меры хаоса в системе (термодинамика);
- связи и отношения, устраняющие неопределенность в системе (теория информации);
- вероятность выбора в системе (теория вероятностей);
- отражение и передача разнообразия в системе (физиология, биокибернетика);
- отражение материи, атрибут сознания, "интеллектуальности" системы (философия).

Мы будем рассматривать системное понимание этой категории, ничуть не отрицая приведенные выше понятия и, более того, используя их по мере надобности.

Процесс познания - это иерархическая система актуализации информации, в которой *знания* на каждом следующем уровне иерархии являются интегральным результатом актуализации *знаний* на предыдущем уровне. Это процесс интеграции информационных ресурсов, от получаемых с помощью простого чувственного восприятия и до сложных аксиоматических и абстрактных теорий.

**Данные** - синтаксические сигналы, образы, актуализируемые с помощью некоторого источника *данных*. Они рассматриваются безотносительно к семантическому их смыслу.

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

Информация - это *данные*, рассматриваемые с учетом некоторой их семантической сущности.

**Знания** - информация, обеспечивающая достижение некоторой цели и структуры.

Информация с мировоззренческой точки зрения - отражение реального мира. Информация - приращение, развитие, актуализация *знаний*, возникающее в процессе целеполагающей интеллектуальной деятельности человека.

Никакая информация, никакое знание не появляется сразу: появлению их предшествует этап накопления, систематизации опытных *данных*, мнений, взглядов, их осмысление и переосмысление. *Знание* - продукт этого этапа и такого системного процесса.

Информация (в системе, о системе) по отношению к окружающей среде (окружению) бывает трех типов: *входная*, *выходная* и внутренняя.

***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.

Пример. Человек воспринимает, обрабатывает *входную информацию*, например, *данные* о погоде на улице, формирует выходную реакцию - ту или иную форму одежды. При этом используется внутренняя информация, например, генетически заложенная или приобретенная физиологическая информация о реакции, например, о "морозостойкости" человека.

Внутренние состояния системы и структура системы влияют определяющим образом на взаимоотношения системы с окружающей средой - *внутрисистемная информация* влияет на *входную* и *выходную информацию*, а также на изменение самой *внутрисистемной информации*.

Пример. Информация о финансовой устойчивости банка может влиять на его деятельность. Накапливаемая (внутрисистемно) социально-экономическая негативная информация (проявляемая, например, социальной активностью в среде) может влиять на развитие системы.

Пример. Генетически заложенная в молекулах ДНК информация и приобретенная информация (храняемая в памяти) влияют на поведение, на адаптацию человека к окружающей среде. В машинах первого поколения внутренняя структура определялась тысячами ламп, причем каждая из них отдельно была невысокой надежности, т.е. подобная система была ненадежной в работе. Это влияло на *входную информацию*, на функционирование системы, например, такие ЭВМ не были способны на работу в многозадачном режиме, в режиме реального времени (обработки сообщений по мере получения входных *данных*).

В живой и неживой природе информация может также передаваться некоторой структурой. Такую информацию называют (часто это условно можно отнести к информации) ***структурной информацией***.

Пример. Структурные кольца среза дерева несут информацию о возрасте дерева. Структура питания хищника (или трофическая структура) несет информацию о хищнике, о среде его обитания. Структура плавников рыбы часто несет информацию о глубине среды ее обитания. Структура фирмы может объяснять многие явления и поведение фирмы.

Информация по отношению к конечному результату проблемы бывает:

- исходная (на стадии начала использования актуализации этой информации);

- промежуточная (на стадии от начала до завершения актуализации информации);
- результирующая (после использования этой информации, завершения ее актуализации).

Пример. При решении системы линейных алгебраических уравнений информация о методах решения, среде реализации, входных *данных* (источники, точность и т.д.), размерности системы и т.д. является исходной информацией; информация о совместности системы уравнений, численных значениях корня и т.д. - результирующая; информация о текущих состояниях коэффициентов уравнений, например, при реализации схемы Гаусса - промежуточная.

Информация (по ее изменчивости при актуализации) бывает:

- постоянная (не изменяемая никогда при ее актуализации);
- переменная (изменяемая при актуализации);
- смешанная - условно-постоянная (или условно-переменная).

Возможна также классификация информации и по другим признакам:

- по стадии использования (первичная, вторичная);
- по полноте (избыточная, достаточная, недостаточная);
- по отношению к цели системы (синтаксическая, семантическая, прагматическая);
- по отношению к элементам системы (статическая, динамическая);
- по отношению к структуре системы (структурная, относительная);
- по отношению к управлению системой (управляющая, советующая, преобразующая);
- по отношению к территории (федеральная, региональная, местная, относящая к юридическому лицу, относящаяся к физическому лицу);
- по доступности (открытая или общедоступная, закрытая или конфиденциальная);
- по предметной области, по характеру использования (статистическая, коммерческая, нормативная, справочная, научная, учебная, методическая и т.д., смешанная) и другие.

Информация в философском аспекте бывает:

- мировоззренческая;
- эстетическая;
- религиозная;
- научная;
- бытовая;
- техническая;
- экономическая;
- технологическая.

Все это (вместе с личностным аспектом человека как вида) составляет *ноосферу* общества - более высокое состояние биосферы, возникшее в результате эволюции, структурирования, упорядочивания (как статического, так и динамического) и гармонизации связей в природе и обществе под воздействием целенаправленной деятельности человечества.

Это понятие было введено В.И. Вернадским в качестве отображения концепции этапа эволюции общества и природы, т.е. системы, в рамках которой потенциально может быть реализовано гармоническое, устойчивое развитие (эволюция) систем "Общество" и "Природа", а также постепенное слияние, гармонизация наук о природе и об обществе.

Основные *свойства информации* (и сообщений):

- полнота (содержит все необходимое для понимания информации);
- актуальность (необходимость) и значимость (сведений);
- ясность (выразительность сообщений на языке интерпретатора);
- адекватность, точность, корректность интерпретации, приема и передачи;
- интерпретируемость и понятность интерпретатору информации;
- достоверность (отображаемого сообщениям);
- избирательность;
- адресность;
- конфиденциальность;
- информативность и значимость (отображаемых сообщений);
- массовость (применимость ко всем проявлениям);
- кодируемость и экономичность (кодирования, актуализации сообщений);
- сжимаемость и компактность;
- защищенность и помехоустойчивость;
- доступность (интерпретатору, приемнику);
- ценность (предполагает достаточный уровень потребителя).

Информация может оказаться и вредной, влияющей негативно на сознание, например, воспитывающей восприятие мира от безразличного или же не критического - до негативного, "обозленного", неадекватного. Информационный поток - достаточно сильный раздражитель.

Пример. Негативной информацией могут быть сведения о крахе коммерческого банка, о резком росте (спаде) валютного курса, об изменении налоговой политики и др.

Информация не существует без других типов ресурсов: энергии, вещества, организации, как и они не могут существовать без информации. Любые взаимодействия систем (подсистем) - взаимодействия всегда материо-энерго-информационные. Выявление (систематизация, структурирование), описание (формализация), изучение, применение инвариантов этих взаимодействий и составляет основную задачу науки как человеческой деятельности.

Методы получения и использования информации можно разделить на три группы, иногда разграничиваемые лишь условно:

1. *эмпирические методы* или методы получения эмпирической информации (эмпирических данных);
2. *теоретические методы* или методы получения теоретической информации (построения теорий);

3. *эмпирико-теоретические методы* (смешанные, полуэмпирические) или методы получения эмпирико-теоретической информации.

Охарактеризуем кратко *эмпирические методы*:

1. Наблюдение - сбор первичной информации или эмпирических утверждений о системе (в системе).
2. Сравнение - установление общего и различного в исследуемой системе или системах.
3. Измерение - поиск, формулирование эмпирических фактов.
4. Эксперимент - целенаправленное преобразование исследуемой системы (систем) для выявления ее (их) свойств.

Кроме классических форм их реализации, в последнее время используются и такие формы как опрос, интервью, тестирование и другие.

Охарактеризуем кратко *эмпирико-теоретические методы*.

1. Абстрагирование - установление общих свойств и сторон объекта (или объектов), замещение объекта или системы ее моделью. Абстракция в математике понимается в двух смыслах: а) абстракция, абстрагирование - метод исследования некоторых явлений, объектов, позволяющий как выделить основные, наиболее важные для исследования свойства, стороны исследуемого объекта или явления, так и игнорировать несущественные и второстепенные; б) абстракция - описание, представление объекта (явления), получаемое с помощью метода абстрагирования; особо важно в информатике такое понятие как абстракция потенциальной осуществимости, которое позволяет нам исследовать конструктивно объекты, системы с потенциальной осуществимостью (т.е. они могли бы быть осуществимы, если бы не было ограничений по ресурсам); используются и абстракция актуальной бесконечности (существования бесконечных, неконструктивных множеств, систем и процессов), а также абстракция отождествления (возможности отождествления любых двух одинаковых букв, символов любого алфавита, объектов, независимо от места их появления в словах, конструкциях, хотя их информационная ценность при этом может быть различна).
2. Анализ - разъединение системы на подсистемы с целью выявления их взаимосвязей.
3. Декомпозиция - разъединение системы на подсистемы с сохранением их взаимосвязей с окружением.
4. Синтез - соединение подсистем в систему с целью выявления их взаимосвязей.
5. Композиция - соединение подсистем в систему с сохранением их взаимосвязей с окружением.
6. Индукция - получение *знания* о системе по *знаниям* о подсистемах; индуктивное мышление: распознавание эффективных решений, ситуаций и затем проблем, которые оно может разрешать.

7. Дедукция - получение *знания* о подсистемах по *знаниям* о системе; дедуктивное мышление: определение проблемы и затем поиск ситуации, ее разрешающей.
8. Эвристики, использование эвристических процедур - получение *знания* о системе по *знаниям* о подсистемах системы и наблюдениям, опыту.
9. Моделирование (простое моделирование) и/или использование приборов - получение *знания* об объекте с помощью модели и/или приборов; моделирование основывается на возможности выделять, описывать и изучать наиболее важные факторы и игнорировать при формальном рассмотрении второстепенные.
10. Исторический метод - поиск *знаний* о системе путем использования ее предыстории, реально существовавшей или же мыслимой, возможной (виртуальной).
11. Логический метод - метод поиска *знаний* о системе путем воспроизведения ее некоторых подсистем, связей или элементов в мышлении, в сознании.
12. Макетирование - получение информации по макету объекта или системы, т.е. с помощью представления структурных, функциональных, организационных и технологических подсистем в упрощенном виде, сохраняющем информацию, которая необходима для понимания взаимодействий и связей этих подсистем.
13. Актуализация - получение информации с помощью активизации, инициализации смысла, т.е. переводом из статического (неактуального) состояния в динамическое (актуальное) состояние; при этом все необходимые связи и отношения (открытой) системы с внешней средой должны быть учтены (именно они актуализируют систему).
14. Визуализация - получение информации с помощью наглядного или визуального представления состояний актуализированной системы; визуализация предполагает возможность выполнения в системе операции типа "передвинуть", "повернуть", "укрупнить", "уменьшить", "удалить", "добавить" и т.д. (как по отношению к отдельным элементам, так и к подсистемам системы). Это метод визуального восприятия информации.

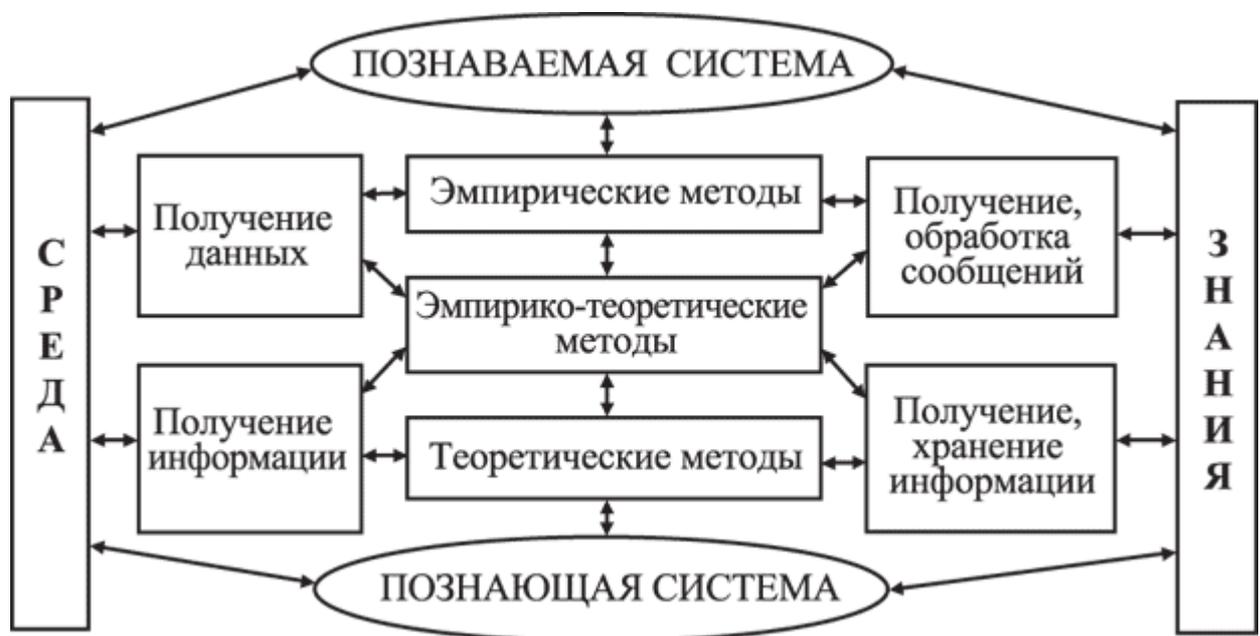
Кроме указанных классических форм реализации теоретико-эмпирических методов, в последнее время часто используются и такие формы как мониторинг (система наблюдений и анализа состояний системы), деловые игры и ситуации, экспертные оценки (экспертное оценивание), имитация (подражание), верификация (сопоставление с опытом и заключение об обучении) и другие формы.

Охарактеризуем кратко *теоретические методы*.

1. Восхождение от абстрактного к конкретному - получение *знаний* о системе на основе *знаний* о ее абстрактных проявлениях в сознании, в мышлении.
2. Идеализация - получение *знаний* о системе или о ее подсистемах путем мысленного конструирования, представления в мышлении систем и/или подсистем, не существующих в действительности.

3. Формализация - получение *знаний* о системе с помощью знаков или же формул, т.е. языков искусственного происхождения, например, языка математики (или математическое, формальное описание, представление).
4. Аксиоматизация - получение *знаний* о системе или процессе с помощью некоторых, специально для этого сформулированных аксиом и правил вывода из этой системы аксиом.
5. Виртуализация - получение *знаний* о системе созданием особой среды, обстановки, ситуации (в которую помещается исследуемая система и/или ее исследующий субъект), которую реально, без этой среды, невозможно реализовать и получить соответствующие *знания*.

Эти методы получения информации системно применяются в любой сфере деятельности (рис. 5.1).



**Рис. 5.1.** Структура познания системы

Пример. Для построения модели планирования и управления производством в рамках страны, региона или крупной отрасли, нужно решить проблемы:

- определить структурные связи системы (как вертикальные, так и горизонтальные), уровни управления и принятия решений, ресурсы; при этом чаще используются методы наблюдения, сравнения, измерения, эксперимента, анализа и синтеза, дедукции и индукции, эвристический, исторический и логический, макетирование и др.;
- определить гипотезы, цели, возможные проблемы планирования; наиболее используемые методы: наблюдение, сравнение, эксперимент, абстрагирование, анализ, синтез, дедукция, индукция, эвристический, исторический, логический и др.;
- конструирование эмпирических моделей системы; наиболее используемые методы: абстрагирование, анализ, синтез, индукция, дедукция, формализация, идеализация и др.;

- поиск решения проблемы планирования и просчет различных вариантов, директив планирования, поиск оптимального решения; используемые чаще методы: измерение, сравнение, эксперимент, анализ, синтез, индукция, дедукция, актуализация, макетирование, визуализация, виртуализация и др.

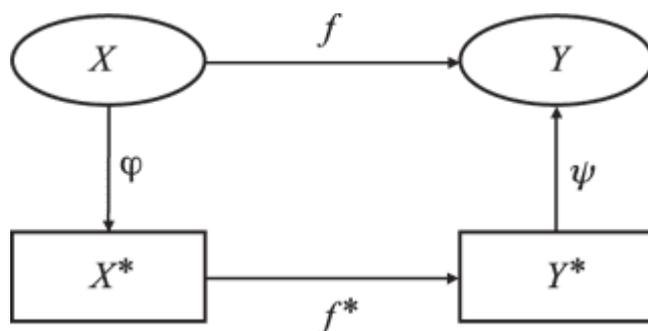
Информация, таким образом, может быть рассмотрена как кортеж  $A = \langle X, Y, f \rangle$ , где носитель  $X$  - сведения, *знания* о предметной области, множество  $Y$  - сообщения, отражающие эти сведения, отношение  $f$  - отношение кодирования между элементами  $X, Y$ , т.е. их актуализации.

Пример. Пусть  $X = \{\text{супруги, дети супругов}\}$ ,  $Y = \{\text{"Иванов Петр Сидорович", "Иванова Ольга Николаевна", "Иванов Олег Петрович", "Иванова Наталья Петровна", "мать", "отец", "сын", "дочь", "родители", "дети"}\}$ , отношение  $f$  может быть задано (словесно) перечислением связей вида: "Иванов Олег Петрович - супруг Ивановой Ольги Николаевны", "Иванова Наталья Петровна - дочь Ивановой Ольги Николаевны" и т.д.

Пример. Пусть  $X = \{\text{арифметические операции}\}$ ,  $Y = \{\text{"-(взятие противоположного числа)", "+ (сложение)", "-(вычитание)", "\times(\text{умножение})", "/(\text{деление})", "\sqrt{\text{(извлечение квадратного корня)}}$ ,  $f$  определим как установление соответствия "унарная операция".

Таким образом, основная задача науки состоит в построении, исследовании, актуализации или хранении множеств с заданным классом  $X$  однотипных задач,  $Y$  - классом структур и ресурсов, связываемых с этими задачами, и  $f$  - процессами их сопоставления и актуализации с помощью некоторых ресурсов.

Такие задачи мы решаем в ежедневной жизни, но в то же время часто правило  $f$  нельзя отыскать или построить явно или конструктивно. В этом случае приходится заменять искомый закон  $f$  с помощью подходящих явных или конструктивных представлений  $f, X, Y$  и/или  $Z$  (см. рис. 5.2) и применять эти представления всякий раз.



**Рис. 5.2.** Инвариант всех решаемых проблем науки

Правило  $\Phi$  задает правило кодирования или интерпретации входного алфавита, правило  $\Psi$  - правило декодирования или интерпретации выходного алфавита, т.е. входной и выходной коды (правила, функции). При этом справедливы законы:

$$y = f(x) = \Psi(f^*(\Phi(x)))$$

Правило  $f^*$  подбирают так, чтобы, в отличие от  $f$ , его можно было бы найти и/или исследовать, применить. Для каждого сообщения  $x$  из  $X$  определена триада:

$$(x, y^*, y) : \quad x^* = \Phi(x), \quad y^* = f^*(x^*), \quad y = \Psi(y^*).$$

Информация - содержание сообщения, сообщение - форма проявления или актуализации информации. Информация всегда имеет носитель, актуализация информации связана с изменением носителя, ресурсов.

Пример. Сведения о сути товара могут быть изложены в рекламе, передаваемой различными сообщениями (по телевидению, по радио, в газете и т.д.). При этом соответствие этой рекламы действительности может быть независимо от типа сообщений, т.е. имеется третья сторона информации (кроме ее абстрактной сущности, ее представления сообщениями) - соответствие сведений, заложенных в информации, с проявлениями реальной системы.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое информация? Как классифицируется информация? Чем отличается информация от сообщения?
2. Каковы основные *эмпирические методы* получения информации?
3. Каковы основные *теоретические методы* получения информации?

### **Задачи и упражнения**

1. Для задачи решения квадратного уравнения указать *входную, выходную, внутрисистемную информацию*, их взаимосвязи.
2. Построить тактику изучения (исследования) эпидемии гриппа в городе только *эмпирическими (теоретическими, смешанными) методами?*
3. *Эмпирическими (теоретическими, эмпирико-теоретическими) методами* получить информацию о погоде (опишите в общих чертах подходы).

### **Темы для научных исследований и рефератов**

1. Информация - знание, абстракция.
2. Информация - мера порядка, организации, разнообразия в системе.
3. Информация - структурированности и неопределенности в системе.