

Виды информационных систем

Классификация ИС: по виду формализованного аппарата представления (детерминированные, стохастические); по сложности структуры и поведения; по степени организованности («хорошо» и «плохо» организованные, самоорганизующиеся).

Классификация информационных систем

Системы разделяются на классы по различным признакам, и в зависимости от решаемой задачи можно выбрать разные принципы классификации. При этом систему можно охарактеризовать одним или несколькими признаками. Системы классифицируются следующим образом:

- по виду отображаемого объекта—технические, биологические и др.;
- по виду научного направления — математические, физические, химические и т. п.;
- по виду формализованного аппарата представления системы — детерминированные и стохастические;
- по типу целеустремленности — открытые и закрытые;
- по сложности структуры и поведения—простые и сложные;
- по степени организованности — хорошо организованные, плохо организованные (диффузные), самоорганизующиеся системы.

Классификации всегда относительны. Так в детерминированной системе можно найти элементы стохастических систем.

Цель любой классификации ограничить выбор подходов к отображению системы и дать рекомендации по выбору методов.

Технические, биологические и др. системы

Технические системы. Параметрами технических объектов являются движущие объекты, объекты энергетики, объекты химической промышленности, объекты машиностроения, бытовая техника и многие другие. Объекты технических систем хорошо изучены в теории управления.

Экономические объекты. Экономическими объектами являются: цех, завод, предприятия различных отраслей. В качестве одной из переменных в них выступают экономические показатели - например - прибыль.

Биологические системы. Живые системы поддерживают свою жизнедеятельность благодаря заложенным в них механизмам управления.

Детерминированные и стохастические системы

Если внешние воздействия, приложенные к системе (управляющие и возмущающие) являются определенными известными функциями времени $u=f(t)$. В этом случае состоянии системы описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями, в любой момент времени t может быть однозначно описано по состоянию системы в предшествующий момент времени. Системы для которых состояние системы однозначно определяется начальными значениями и может быть предсказано для любого момента времени называются детерминированными.

Стохастические системы - системы изменения в которых носят случайный характер. Например воздействие на энергосистему различных пользователей.

При случайных воздействиях данных о состоянии системы недостаточно для предсказания в последующий момент времени.

Случайные воздействия могут прикладываться к системе из вне, или возникать внутри некоторых элементов (внутренние шумы). Исследование систем при наличии случайных воздействий можно проводить обычными методами, минимизировав шаг моделирования чтобы не пропустить влияния случайных параметров. При этом так как максимальное значение случайной величины встречается редко (в основном в технике преобладает нормальное распределение), то выбор минимального шага в большинстве моментов времени не будет обоснован.

В подавляющем большинстве случаев при проектировании систем закладываются не максимальным а наиболее вероятным значением случайного параметра. В этом случае получается более рациональная система, заранее предполагая ухудшение работы системы в отдельные промежутки времени. Например установка катодной защиты.

Расчет систем при случайных воздействиях производится с помощью специальных статистических методов. Вводятся оценки случайных параметров, выполненные на основании множества испытаний. Например карта поверхности уровня грунтовых вод СПб.

Статистические свойства случайной величины определяют по ее функции распределения или плотности вероятности.

Открытые и закрытые системы

Понятие открытой системы ввел Л. фон Берталанфи. Основные отличительные черты открытых систем - способность обмениваться с внешней средой энергией и информацией. Закрытые (замкнутые) системы изолированы от внешней среды (с точностью принятой в модели).

Хорошо и плохо организованные системы

Хорошо организованные системы. Представить анализируемый объект или процесс в виде «хорошо организованной системы» означает определить элементы системы, их взаимосвязь, правила объединения в более крупные компоненты, т. е. определить связи между всеми компонентами и целями системы, с точки зрения которых рассматривается объект или ради достижения которых создается система. Проблемная ситуация может быть описана в виде математического выражения, связывающего цель со средствами, т. е. в виде критерия эффективности, критерия функционирования системы, который может быть представлен сложным уравнением или системой уравнений. Решение задачи при представлении ее в виде хорошо организованной системы осуществляется аналитическими методами формализованного представления системы.

Примеры хорошо организованных систем: солнечная система, описывающая наиболее существенные закономерности движения планет вокруг Солнца; отображение атома в виде планетарной системы, состоящей из ядра и электронов; описание работы сложного электронного устройства с помощью системы уравнений, учитывающей особенности условий его работы (наличие шумов, нестабильности источников питания и т. п.).

Для отображения объекта в виде хорошо организованной системы необходимо выделять существенные и не учитывать относительно несущественные для данной цели рассмотрения компоненты: например, при рассмотрении солнечной системы не учитывать метеориты, астероиды и другие мелкие по сравнению с планетами элементы межпланетного пространства.

Описание объекта в виде хорошо организованной системы применяется в тех случаях, когда можно предложить детерминированное описание и экспериментально доказать правомерность его применения, адекватность модели реальному процессу. Попытки применить класс хорошо организованных систем для представления сложных многокомпонентных объектов или многокритериальных задач плохо удаются: они требуют недопустимо больших затрат времени, практически нереализуемы и неадекватны применяемым моделям.

Плохо организованные системы. При представлении объекта в виде «плохо организованной или диффузной системы» не ставится задача определить все учитываемые компоненты, их свойства и связи между ними и целями системы. Система характеризуется некоторым набором макропараметров и закономерностями, которые находятся на основе исследования не всего объекта или класса явлений, а на основе определенной с помощью некоторых правил выборки компонентов, характеризующих исследуемый объект или процесс. На основе такого выборочного исследования получают характеристики или закономерности (статистические, экономические) и распространяют их на всю систему в целом. При этом делаются соответствующие оговорки. Например, при получении статистических закономерностей их распространяют на поведение всей системы с некоторой доверительной вероятностью.

Подход к отображению объектов в виде диффузных систем широко применяется при: описании систем массового обслуживания, определении численности штатов на предприятиях и учреждениях, исследовании документальных потоков информации в системах управления и т. д.

Самоорганизующиеся системы. Отображение объекта в виде самоорганизующейся системы — это подход, позволяющий исследовать наименее изученные объекты и процессы. Самоорганизующиеся системы обладают признаками диффузных систем: стохастичностью поведения, нестационарностью отдельных параметров и процессов. К этому добавляются такие признаки, как непредсказуемость поведения; способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды, изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойства целостности; способность формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучший и др. Иногда этот класс разбивают на подклассы, выделяя адаптивные или самоприспосабливающиеся системы, самовосстанавливающиеся, самовоспроизводящиеся и другие подклассы, соответствующие различным свойствам развивающихся систем.

Примеры: биологические организации, коллективное поведение людей, организация управления на уровне предприятия, отрасли, государства в целом, т. е. в тех системах, где обязательно имеется человеческий фактор.

При применении отображения объекта в виде самоорганизующейся системы задачи определения целей и выбора средств, как правило, разделяются. При этом задача выбора целей может быть, в свою очередь, описана в виде самоорганизующейся системы, т. е. структура функциональной части АСУ,

структура целей, плана может разбиваться так же, как и структура обеспечивающей части АСУ (комплекс технических средств АСУ) или организационная структура системы управления.

Большинство примеров применения системного анализа основано на представлении объектов в виде самоорганизующихся систем.

Классификация систем по сложности

Определение большой системы. Существует ряд подходов к разделению систем по сложности. В частности, Г. Н. Поваров в зависимости от числа элементов, входящих в систему, выделяет четыре класса систем:

- малые системы ($10 \dots 10^3$ элементов),
- сложные ($10^4 \dots 10^7$ элементов),
- ультрасложные ($10^7 \dots 10^{30}$ элементов),
- суперсистемы ($10^{30} \dots 10^{200}$ элементов).

Так как понятие элемента возникает относительно задачи и цели исследования системы, то и данное определение сложности является относительным, а не абсолютным.

Английский кибернетик С. Бир классифицирует все кибернетические системы на простые и сложные в зависимости от способа описания: детерминированного или теоретико-вероятностного. А. И. Берг определяет сложную систему как систему, которую можно описать не менее чем на двух различных математических языках (например, с помощью теории дифференциальных уравнений и алгебры Буля).

Очень часто сложными системами называют системы, которые нельзя корректно описать математически, либо потому, что в системе имеется очень большое число элементов, неизвестным образом связанных друг с другом, либо неизвестна природа явлений, протекающих в системе.

Части, который рассматривает сложность систем в двух аспектах: структурную сложность и сложность поведения.

Четкое определение и критерии СС НСУ в настоящее время отсутствуют. Однако есть признаки, такие как, многомерность, многосвязность, многоконтурность, а так же многоуровневый, составной и многоцелевой характер построения, по которым можно отнести модель к классу СС НСУ. Данный термин использовался в работах научной школы А.А. Вавилова.

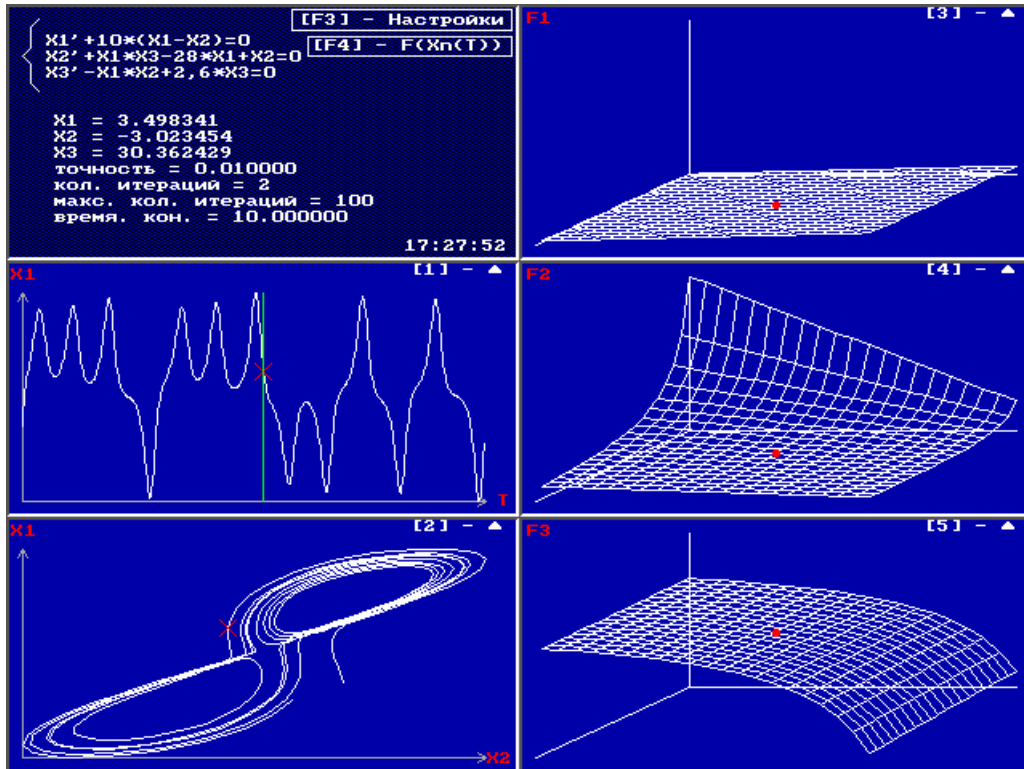
Примером системы с простой структурой но сложным поведением является модель странного аттрактора Лоренца.

$$x_1 + 10 * (x_1 - x_2) = 0$$

$$x_2 + x_1 * x_3 - 28 * x_1 + x_2 = 0$$

$$x_3 - x_1 + x_2 - 2.6 * x_3 = 0$$

$$\text{начальные значения: } x_1 = 8; x_2 = -8; x_3 = 26.$$



Все это свидетельствует об отсутствии единого определения сложности системы.

При разработке сложных систем возникают проблемы, относящиеся не только к свойствам их составляющих элементов и подсистем, но также к закономерностям функционирования системы в целом. При этом появляется широкий круг специфических задач, таких, как определение общей структуры системы; организация взаимодействия между элементами и подсистемами; учет влияния внешней среды; выбор оптимальных режимов функционирования системы; оптимальное управление системой и др.

Чем сложнее система, тем большее внимание уделяется этим вопросам. Математической базой исследования сложных систем является теория систем. В теории систем большой системой (сложной, системой большого масштаба, Large Scale Systems) называют систему, если она состоит из большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов и способна выполнять сложную функцию.

Четкой границы, отделяющей простые системы от больших, нет. Деление это условное и возникло из-за появления систем, имеющих в своем составе совокупность подсистем с наличием функциональной избыточности. Простая система может находиться только в двух состояниях: состоянии работоспособности (исправном) и состоянии отказа (неисправном). При отказе элемента простая система либо полностью прекращает выполнение своей функции, либо продолжает ее выполнение в полном объеме, если отказавший элемент резервирован. Большая система при отказе отдельных элементов и даже целых подсистем не всегда теряет работоспособность, зачастую только снижаются характеристики ее эффективности. Это свойство больших систем

обусловлено их функциональной избыточностью и, в свою очередь, затрудняет формулировку понятия «отказ» системы.

Под большой системой понимается совокупность материальных ресурсов, средств сбора, передачи и обработки информации, людей-операторов, занятых на обслуживании этих средств, и людей-руководителей, облеченных надлежащими правами и ответственностью для принятия решений. Материальные ресурсы — это сырье, материалы, полуфабрикаты, денежные средства, различные виды энергии, станки, оборудование, люди, занятые на выпуске продукции, и т. д. Все указанные элементы ресурсов объединены с помощью некоторой системы связей, которые по заданным правилам определяют процесс взаимодействия между элементами для достижения общей цели или группы целей.

Примеры больших систем: информационная система; пассажирский транспорт крупного города; производственный процесс; система управления полетом крупного аэродрома; энергетическая система и др.

Характерные особенности больших систем. К ним относятся:
 большое число элементов в системе (сложность системы);
 взаимосвязь и взаимодействие между элементами;
 иерархичность структуры управления;
 обязательное наличие человека в контуре управления, на которого возлагается часть наиболее ответственных функций управления.

Сложность системы. Пусть имеется совокупность из n элементов. Если они изолированы, не связаны между собой, то эти n элементов еще не являются системой. Для изучения этой совокупности достаточно провести не более чем n исследований. В общем случае в системе связь элемента А с элементом Б не эквивалентна связи элемента Б с элементом А, и поэтому необходимо рассматривать $n(n-1)$ связей. Если характеризовать состояние каждой связи наличием или отсутствием в данный момент, то общее число состояний (для такого самого простого поведения) системы будет равно 2^n . Даже при небольших n это фантастическое число. Например, пусть $n = 10$. Число связей $n(n-1) = 90$.

Поэтому изучение БС путем непосредственного обследования ее состояний оказывается весьма громоздким. Следовательно, необходимо использовать ЭВМ и разрабатывать методы, позволяющие сократить число обследуемых состояний БС. Сокращение числа состояний БС — первый шаг в формальном описании систем.

Взаимосвязь и взаимодействие между элементами в БС. Разделение системы на элементы и подсистемы может быть произведено различными способами. Элементом системы будем называть совокупность различных технических средств и людей, которые при данном исследовании рассматриваются как одно неделимое целое.

Расчленение системы на элементы — второй шаг при формальном описании системы. Внутренняя структура элемента при этом не является

предметом исследования. Имеют значение только свойства, определяющие его взаимодействие с другими элементами системы и оказывающие влияние на характер системы в целом.

Формально любая совокупность элементов системы вместе со связями между ними может рассматриваться как ее подсистема. Использование этого понятия оказывается особенно плодотворным в тех случаях, когда в качестве подсистем фигурируют некоторые более или менее самостоятельно функционирующие части системы.

В системе управления полетом самолета можно выделить следующие подсистемы:

систему дальнего обнаружения и управления; систему многоканальной дальней связи; многоканальную систему слепой посадки и взлета самолета; систему диспетчеризации; бортовую аппаратуру самолета. Подсистемы БС сами могут быть большими системами, которые легко расчленишь на соответствующие подсистемы. Так, большую систему «Городской пассажирский транспорт» по видам транспорта можно расчленишь на подсистемы: троллейбусы, автобусы, трамвай, метрополитен, такси. Каждая из этих подсистем, в свою очередь, является БС. Так, таксомоторное хозяйство состоит из: сотен (тысяч) автомобилей и шоферов, нескольких автопарков, средств технического обслуживания и управления.

Выделение подсистем — третий важный шаг при формальном описании БС.

Иерархичность структуры управления. Управление в БС может быть централизованным и децентрализованным. Централизованное управление (рис. 1.1, а) предполагает концентрацию функции управления в одном центре БС. Децентрализованное — распределение функции управления по отдельным эле (рис. 1.1, б). Типичные БС, встречающиеся на практике, относятся, как правило, к промежуточному типу, когда степень централизации находится между двумя крайними случаями: чисто централизованным и чисто децентрализованным.

Децентрализация управления позволяет сократить объем перерабатываемой информации, однако в ряде случаев это приводит к снижению качества управления.

Для управления с иерархичной структурой управления характерно наличие нескольких уровней управления (рис. 1.1, в).

Примеры иерархической структуры управления: административное управление, управление в вооруженных силах, снабжение.

Обязательное наличие человека в контуре управления. Поскольку в БС обязательно наличие человека, она является всегда эргатической системой. Часть функций управления выполняется человеком. Эта особенность БС связана с целым рядом факторов:

участие человека в БС требует, чтобы управление учитывало социальные, психологические, моральные и физиологические факторы, которые не

поддаются формализации и могут быть учтены в системах управления только человеком;

необходимость в ряде случаев принимать решение на основе неполной информации, учитывать неформализуемые факторы — все это должен делать человек с большим опытом, хорошо понимающий задачи, стоящие перед системой; могут быть системы, в которых нет отношений подчиненности, а существуют лишь отношения взаимодействия (межгосударственные отношения, отношения предприятий «по горизонтали»).

Оглавление

Виды информационных систем	1
Классификация информационных систем	1
Технические, биологические и др. системы	1
Детерминированные и стохастические системы	1
Открытые и закрытые системы	2
Хорошо и плохо организованные системы	2
Классификация систем по сложности	4