

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВЫ И ПРИКЛАДНАЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

1. Системные основы.

На настоящее время “...теорию систем отличает... недостаточная системность, заключающаяся главным образом в отсутствии достаточно строгих формулировок целей и задач исследования, областей их применения и, главное, в отсутствии четких выводов, следующих из так называемых системных исследований” [1]. “Понятийная структура есть не что иное, как теория данной области знания” [2].

Понятие системы. В области системного анализа оперируют десятками понятий, большинство из которых не имеет однозначного определения. Известны работы, в которых проводится статистический и логический анализ наиболее употребительных понятий и определений [3, 4, 5]. Центральным понятием системного анализа является понятие “система” и его целесообразно определить в форме гипотезы. Определение системы через множество элементов и их отношения эффективно для систем с однородными или примерно однородными элементами или частями (например, АСУ, как множество двухпозиционных, типа триггера — у ЭВМ и нейрона — у человека, элементов по переработке информации; или вид животных, как множество особей одного пола и множество особей другого пола — этот класс систем часто называют дискретным), но неприемлемо для систем, состоящих из разнородных частей (типа функциональной системы организма или энергетической системы — этот класс систем часто называют системами с жесткой структурой).

Анализ отличительных особенностей конкретных систем в философских категориях “единичное — общее — особенное — всеобщее” показывает, что любая система определяется типом свойств, из которых формируется ее целостность (информационных, биологических, химических, экономических и др.). Следовательно, система — это, прежде всего, совокупность свойств. Но свойства — это отношения (с определением, принятым в философии). Следовательно, должен существовать материальный объект, часть свойств которого образует систему. Назовем этот объект носителем системы. Часть свойств носителя, которые не относятся к системе, назовем базой системы. Поскольку выделение конкретного материального объекта отделяет его от других материальных объектов, то все эти “другие” объекты назовем внешней средой носителя системы и самой системы. Между внешней средой, с одной стороны, и носителем системы и самой системой, с другой, существует граница. “Отграничение системы от окружения — одна из задач исследования систем” [6].

ПРИМЕР. В производственной системе (предприятии) системообразующие свойства — это, во-первых, свойства технологического процесса по производству товара (потребительской стоимости), а, во-вторых, свойства производственного процесса (надстройки над технологическим процессом в форме системы управления предприятием, организующей внутренние и внешние то-

варо-денежные отношения) по преобразованию потребительской стоимости в стоимость. Совокупность этих свойств образует производственную систему. Носителем системы являются территория предприятия, здания и сооружения, оборудование, персонал, оборотные средства, перерабатываемое сырье, запасы сырья и нереализованной продукции. База системы — это свойства носителя, обеспечивающие существование системы. Граница системы — это физическая граница предприятия. Внешняя среда системы — это внешняя среда предприятия, т.е. рынок, государство, природная среда, социальная сфера и т. д. ***

Основные свойства системы:

1) система может охватывать 1, 2, 3 и т. д. типов свойств (например, 1 — кинетические, 2 — кинетические и динамические, 4 — ядерно-тепло-механо-электроэнергетические и т. д.);

2) система может охватывать все свойство заданного типа у носителя, а может охватывать лишь его часть (например, информационные свойства АСУ по переработке информации не охватывают “информационные базы”, которые относятся к базе системы или так называемому “информационному обеспечению”).

Выделив систему (S), ее носитель (N), ресурсы или базу (B) и внешнюю среду (V), мы тем самым устанавливаем возможность существования между ними взаимосвязи, или отношений. Система может иметь отношения сама с собой (SS), с носителем (SN), с базой (SB), с внешней средой (SV). В свою очередь, с системой могут иметь отношения другие объекты: SS, NS, BS, VS. В целом, внешние отношения определяют существование системы.

Установленная совокупность свойств, как признак существования системы, является необходимым, но недостаточным условием. Достаточное условие определяется признаком целостности. Что такое признак целостности? Система, в целом, может характеризоваться, например, целью, назначением, функцией, критерием, условиями и т. п. Проведем анализ возможных признаков целостности. Во-первых, такой признак должен быть один (целостность) и он должен быть общим для любых систем. Признак “цель”, “назначение”, “критерий” не присущи естественным неживым системам (типа “Солнечная система”, “атом”), поэтому не являются общими. Во-вторых, признак целостности должен следовать из внешних отношений системы, т.е. объединять весь набор отношений. Признак “условия” может не участвовать ни в каких отношениях, т.е. не относиться к категории “отношения”. Естественно следование из категории “отношение” ее разновидности “функции”, как упорядоченного отношения. Все описанные и не описанные системы характеризуются функцией, как признаком целостности. При этом под упорядоченностью функции будем понимать ее стационарность (воспроизводимость) и устойчивость (способность сохранять характер внешних отношений в некоторых пределах изменения этих отношений). Функция может иметь различную форму в зависимости от класса, вида, типа системы. Обращает на себя внимание факт глубокого и разветвленного развития функции, как эффективного средства исследования, в современных науках:

в теории функций и функционального анализа, в классической теории систем, в теории управления, в теории автоматического управления, в АСУ и др.

Таким образом, достаточным признаком существования системы является наличие у системы единой функции (F).

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГИПОТЕЗА 1: Система — это совокупность свойств реального объекта, реализующих единую функцию.

Итак, основные понятия — это: система S, реальный объект N, ресурсы системы B, внешняя среда V, функция F и множество их отношений. А как же элемент, состав, структура? Эти понятия не являются основными, так как выводятся из основных. Более того, система может состоять не из элементов, а из частей (например, при “жесткой” структуре), состав может быть представлен одним элементом (например, в механике — точкой в Евклидовом пространстве), структура — отсутствовать (например, в одноместной функции отрицания), элемент может определяться системой, а не наоборот. При этом под функцией понимаются внешние отношения системы в случае их стационарности и устойчивости. “Все время пребывания системы в стационарном состоянии закон поведения системы остается неизменным” [7].

ПРИМЕР. Функция F производственной системы (предприятия) — это функция F1 технологического процесса по преобразованию сырья C в потребительскую стоимость T, т.е. $T=F1(C)$, и функция организации товаро-денежных отношений, или преобразования расхода P в доход D, т.е. $D=F2(P)$. При этом функция F2 задает цели, критерии и нормы для функции F1, а $F=<F1, F2>$. ***

Выделим в системе два типа структур: внешнюю, определяемую выделением системы из внешней среды, и внутреннюю, определяемую внутренним строением каждого из объектов исследования (системы, носителя, базы, внешней среды).

Естественно, что и система, и база, и внешняя среда могут охватывать другие системы или охватываться другими системами, тогда в их моделях должны учитываться соответствующие функции этих систем.

Перечисленные особенности и различия выведены из предположения, что целостность — это максимальный уровень организации свойств ($U=1$), а распределенность — это минимальный уровень организации или максимальная дезорганизация свойств ($U=0$). Естественно, что между $U=1$ и $U=0$ могут заключаться другие, нами не учтенные, уровни организации свойств материальных объектов, т.е. уровень организации U мы определяем на отрезке $[0,1]$ множества действительных чисел. “Структурная неисчерпаемость материального мира находит свое конкретное выражение в концепции структурных уровней, или уровней организации материи...” [8].

ГИПОТЕЗА 2: свойства материального объекта могут быть дезорганизованы и в различной степени организованы; максимальный уровень организации соответствует образованию системы.

ГИПОТЕЗА 3: внутренняя структура любого объекта определяется закономерностями его свойств и внешними отношениями.

Последующие теоретические и методологические средства исследуют различные особенности систем:

1. принципы построения и классификации систем;
2. множество разновидностей систем;
3. структуру системного анализа статических и динамических систем;
4. классификацию задач системного анализа;
5. общую теорию систем;
6. пространство отображения (моделирования) систем;
7. методологию системного анализа и общую теорию систем;
8. статический анализ систем;
9. анализ возникновения и синтеза систем;
10. анализ функционирования систем;
11. анализ деградации и распада систем;
12. анализ циклической эволюции систем.

13. Моделирование систем в примерах.

*** СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА.**

1. Признак целостности: взаимное расположение в динамике Солнца и планет.

2. Системообразующие свойства (т.е. свойства, позволяющие реализовать целостность): гравитационные, кинематические и динамические.

3. Состав: Солнце (С), планеты (п1, п2, ...).

4. Структура: планетарная.

5. Графическая схема.

6. Модель: математическая, устанавливающая в относительной системе координат отношения между характеристиками составных частей — массами (m_j), координатами (\mathbf{x}_j), скоростями ($d\mathbf{x}_j/dt$) и ускорениями ($d^2\mathbf{x}_j/dt^2$), т.е. набор $\langle \{m_j\}, \{\mathbf{x}_j\}, \{d\mathbf{x}_j/dt\}, \{d^2\mathbf{x}_j/dt^2\}, R \rangle$, где $\{\}$ — множество, \mathbf{x}_j — вектор, R — отношения между характеристиками, устанавливаемые законами гравитации, кинематики и динамики.

7. Происхождение: естественное, случайное.

8. Вид: неживой.

9. Характер: динамический.

*** ВЕЛОСИПЕД.**

1. Признак целостности: способность служить средством перемещения.

2. Системообразующие свойства: механические.

3. Состав: набор деталей в соответствии со спецификацией.

4. Структура: механическая, в соответствии со сборочным чертежом.

5. Графическая схема

6. Модель: 1) опытный образец, 2) имитатор, 3) математическая модель, отображающая отношения между силами $\{F_j\}$, скоростями $\{d\mathbf{x}_j/dt\}$ и ускорениями $\{d^2\mathbf{x}_j/dt^2\}$, т.е. набор $\langle \{F_j\}, \{d\mathbf{x}_j/dt\}, \{d^2\mathbf{x}_j/dt^2\}, R \rangle$, где R — отношения между характеристиками, устанавливаемые законами механики.

7. Происхождение: искусственное, целенаправленное.

8. Вид: неживой.

9. Характер: статический, динамический.

* ОРГАНИЗМ.

1. Признак целостности: сохранение целостности (гомеостазис).

2. Системообразующие свойства: биологические, обеспечивающие взаимосвязанный обмен веществом, энергией, информацией.

3. Состав: функциональные системы (органы (клетки); (пример функциональной системы — сердечно-сосудистая).

4. Структура: отношения между функциональными системами, органами, клетками.

5. Графическая схема

6. Модель: набор моделей различной степени точности, полноты и формализации, отражающие стабилизирующую реакцию организма на внешние воздействия, т.е. множество отношений, устанавливаемых биологическими законами.

7. Происхождение: естественное, случайное.

8. Вид: живой.

9. Характер: динамический.

* АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ (АСУ).

1. Признак целостности: функция управления (F).

2. Системообразующие свойства: информационные.

3. Состав: персонал, программно-технические средства, информационная база.

4. Структура: технологическая схема обработки информации.

5. Графическая схема

6. Модель – функция.

7. Происхождение: естественное случайное; искусственное целенаправленное.

8. Вид: живой-неживой (смешанный).

9. Характер: динамический.

* ЭНЕРГОБЛОК АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ .

1. Признак целостности: функция преобразования энергии (F).

2. Системообразующие свойства: энергетические (потенциальная энергия (П) — ядерного топлива, тепловая (Т) — теплоносителя, кинетическая (К) — турбины, электрическая (Э) — электрогенератора).

3. Состав: набор тепловыделяющих элементов (твэлов), циркуляционные контуры (I, II), парогенератор (ПГ), турбина (ТБ), электрогенератор (ЭГ).

4. Структура: технологическая схема производства энергии.

5. Графическая схема

6. Модель: совокупность уравнений преобразования энергии, образующих функцию F, а именно:

(П)→(Т) — потенциальной в тепловую,

I(T) — циркуляция тепловой энергии в I контуре,

(ТI) → (ТII) — тепловой I контура в тепловую II контура,
(ТII) → (К) — тепловой в кинетическую,
(К) — передачи кинетической через общий вал,
(К) → (Э) — кинетической в электрическую,
(Э) — распределения электрической. Уравнения строятся в соответствии с законами ядерной физики, теплотехники, термодинамики, механики, электротехники.

7. Происхождение: искусственное, целенаправленное.

8. Вид: неживой.

9. Характер: динамический.

* ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА (ПРЕДПРИЯТИЕ).

1. Признак целостности: производственная функция (F).

2. Системообразующие свойства: товаро-денежные.

3. Состав: основные и оборотные фонды, персонал.

4. Структура: производственная (производство товара или стоимости).

5. Графическая схема

6. Модель: $\langle T, D \rangle = F(\langle C, P \rangle)$, т.е. производственная функция по преобразованию сырья и расходуемых средств в товары и доходные средства. Модель может быть построена в форме технологической функции $T = F(C)$ с оценкой в натуральном и стоимостном выражении по экономическим законам преобразования “товар — деньги — товар”.

7. Происхождение: искусственное, целенаправленное.

8. Вид: живой-неживой (смешанный).

9. Характер: статический, динамический.

* ХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ.

1. Признак целостности: упорядоченность и цикличность элементов по атомному числу и валентности.

2. Системообразующие свойства: информационные.

3. Состав: символы химических элементов.

4. Структура: упорядоченная, циклическая.

5. Графическая схема.

6. Модель: $\langle \{a_{ij}\}, i=1 \div N_{\max}, j=1 \div 8, R \rangle$, где a_{ij} — элемент, i — атомный вес, N_{\max} — максимальный атомный вес, R — особенности (водорода-гелия, трансурановых элементов и т. п.).

7. Происхождение: искусственное, целенаправленное.

8. Вид: смешанный (живой — человек, как носитель информации, неживой — прочие носители информации).

9. Характер: статический.

* АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

Определение: алгебраической системой называется набор $\langle A, B, C \rangle$, состоящий из трех множеств — непустого множества A , множества определенных операций B и множества заданных предикатов C . Примерами алгебраических систем могут служить : $\langle Z, + \rangle$, $\langle R, +, -, * \rangle$, $\langle Z, +, \leq \rangle$, $\langle Z, \leq \rangle$, где Z — множество всех целых чисел, R — множество всех рациональных чисел, а

“+”, “-”, “*”, “≤” — обычные операции сложения, вычитания и умножения чисел, “≤” — отношение “меньше или равно”.

1. Признак целостности: система аксиом.
2. Системообразующие свойства: информационные.
3. Состав: понятия, аксиомы, правила вывода.
4. Структура: схема доказательств.
5. Графическая схема
6. Модель: $\langle T, C, \Rightarrow A(\{x\}) \rangle$
7. Происхождение: искусственное, целенаправленное.
8. Вид: смешанный (живой — человек, как носитель информации, неживой — прочие носители информации).
9. Характер: статический.

Література

1. Гаазе-Рапопорт М.Г. Кибернетика и теория систем / СИ, 1973.-М.: Наука, 1973.-С.63.
2. Гильберт Д. Аксиоматическое мышление / Методологический анализ оснований математики. -М.: Наука, 1988.-С.97.
3. Геодакян В.А. Организация систем ... живых и неживых / СИ, 1970.-М.: Наука, 1970.-С.149.
4. Определение понятия системы и системного подхода / СИ, 1970.-М.: Наука, 1970.-С.41.
5. Садовский В.Н. Принцип системности, системный подход и общая теория систем / СИ, 1978.-М.: Наука, 1978.-С.8.
6. Виноградов В.А., Гинзбург Е.Л. Система, ее актуализация и описание / СИ, 1971.-М.: Наука, 1972.-С.93.
7. Васильев П.В. О возможностях теоретико-категорных методов в описании динамических систем / СИ, 1991.-М.: Наука, 1991.-С.142.
8. Бондарь Н.Г. Методологическое значение ленинского принципа неисчерпаемости материи. -М.:Мысль, 1976.-С.15.