

Развитие терминологического аппарата теории систем.

Вклад в развитие определения системы

• Проведен анализ определений системы с использованием формализованного представления определений.

На протяжении всей истории развития теории систем предлагались и применялись различные определения системы, предлагались различные классификации определений¹ и др.

В первых определениях система рассматривалась как совокупность только элементов a_i и связей r_j между ними.

$$S_{def} \equiv \langle A, R \rangle, \text{ где } A = \{a_i\}, R = \{r_j\} \text{ или } S_{def} \equiv \langle \{a_i\} \& \{r_j\} \rangle$$

$a_i \in A \quad r_j \in R$

Например, определение системы **Л. фон Берталанфи**: «комплекс взаимодействующих компонентов»².

В Большой Советской Энциклопедии система определяется прямым переводом с греческого $\sigma\upsilon\sigma\tau\eta\mu\alpha$, что означает « $\sigma\upsilon$ - $\sigma\tau\eta\mu\alpha$ » – «со-став», т. е. «составленное, соединенное из частей» [БСЭ. – 2-е изд. – Т. 39. – С. 158].

Затем в определениях стали учитывать свойства Q (**А. Холл**³, **А. И. Уёмов**⁴).

$$S \equiv \langle A, R, Q \rangle.$$

В дальнейшем в определениях появляется понятие *цель*. Вначале – в неявном виде: в определении **Ф. Е. Темникова**⁵ «система – организованное множество» (в котором цель появляется при раскрытии понятия «организованное»); затем – в виде конечного результата, системообразующего критерия, функции, а позднее – и в явном виде.

В определении **В. Н. Сагатовского** уточняются условия целеобразования – среда SR , интервал времени ΔT , т. е. период, в рамках которого будет существовать система и ее цели: система – «конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из

¹ **Садовский В. Н.** Основания общей теории систем: Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 279 с.; **Уёмов А. И.** Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.; **Уёмов А. И.** Системы и системные параметры // Проблемы формального анализа систем. — М., Высшая школа, 1968. — С. 15-34.

² **Берталанфи Л. фон.** Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.

³ **Холл А. Д., Фейджин Р. Е.** Определение понятия системы // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 252-282; **Холл А.** Опыт методологии для системотехники. – М.: Сов. радио, 1975. – 448 с. (A Methodology for System Engineering by Arthur D. Hall. – New York, 1965).

⁴ **Уёмов А. И.** Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.

⁵ **Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / В. Н. Волкова, В. А. Воронков, А. А. Денисов и др.** – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.

среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала»⁶:

$$S_{def} \equiv \langle A, R, Z, SR, \Delta T \rangle.$$

Затем в определении предлагается учитывать исследователя, «наблюдателя» **Н. У. Р. Эшби**⁷, **Ю. И. Черняк**⁸: «Система есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания».

В последующих вариантах этого определения **Ю. И. Черняк** стал учитывать и язык наблюдателя L_N : «Система – отображение на языке наблюдателя объектов, отношений и их свойств в решении задачи исследования, познания». В этих определениях понятие цели заменено более конкретным понятием – задача Z :

$$S_{def} \equiv \langle A, Q_A, R, Z, N, L_N \rangle.$$

В ряде определений элементы и связи (отношения) детализируют с учетом особенностей конкретных сфер деятельности, включают правила преобразования в форме функций, операций, моделей.

Существовали определения, в которых было еще больше компонент, что помогало в исследовании и проектировании систем определенной физической природы.

С самого начала в определениях подразумевалось, что система – это нечто *целое*. Поэтому некоторые исследователи в первую очередь определяли систему на основе ее отделения от среды и определения взаимоотношений с ней. Частным случаем выделения системы из среды является определение ее через *входы* и *выходы*, посредством которых система общается со средой. В кибернетике такое представление системы называют «черным ящиком».

Сложное взаимодействие системы с ее окружением отражено в определении **В. Н. Садовского** и **Э. Г. Юдина**, данным ими во вступительной статье к сборнику переводов^{38, с. 12}: «...2) она образует особое единство со средой; 3) как правило, любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; 4) элементы любой исследуемой системы, в свою очередь, обычно выступают как системы более низкого порядка».

Это определение важно при исследовании взаимодействия системы со средой.

⁶ **Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.** Введение в системный анализ: учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1989. – 367 с.

⁷ **Эшби У. Р.** Введение в кибернетику. – М.: ИЛ, 1959. – 432 с.; **Эшби У. Р.** Конструкция мозга: Происхождение адаптивного поведения. – М.: Мир, 1962. – 398 с.

⁸ **Черняк Ю. И.** Анализ и синтез систем в экономике. – М.: Экономика, 1970. – 151 с.; **Черняк Ю. И.** Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. – 191 с.; **Черняк Ю. И.** Простота сложного. М.: Знание, 1975. – 206 с.

Определения *А. И. Уёмова, В. Н. Сагатовского* применялись при разработке методик структуризации целей и функций систем управления⁹.

• **Предложено определение системы**

Взгляд на определение системы как на средство исследования позволил осознать целесообразность применения для ряда прикладных проблем определения, основанного на системно-целевом подходе, в котором объект не расчленяется на элементы, т. е. не разрушается, а представляется в виде укрупненных компонентов¹⁰:

$$S_{def} \equiv \langle Z, STR, TECH, COND, N \rangle, \quad (1)$$

где $Z = \{z\}$ – совокупность или структура целей;

$STR = \{STR_{np}, STR_{орг}, \dots\}$ – совокупность структур, реализующих цели (например, для социально-экономической организации STR_{np} – производственная, $STR_{орг}$ – организационная и т. п.);

$TECH = \{meth, means, alg, \dots\}$ – совокупность технологий (методы *meth*, средства *means*, алгоритмы *alg* и т. п.), реализующих систему, обеспечивающих ее существование и функционирование;

$COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$ – условия существования системы, т. е. факторы, влияющие на ее создание и функционирование (φ_{ex} – внешние, φ_{in} – внутренние);

N – «наблюдатели» (перевод термина *У. Р. Эшби*) или «стейкхолдеры» (термин *А. Р. Акоффа*¹¹), т. е. лица, принимающие и исполняющие решения, осуществляющие структуризацию целей, корректировку структур, выбор методов и средств моделирования и т. п.

При формулировании определения для систем конкретных видов компоненты интерпретируют с учетом особенностей этих систем.

Например, формулировка определения для технических систем:

- **Система** – это нечто **целое**, ориентированное на достижение определенных целей и требований (напр., тактико-технических характеристик) $Z = \{z\}$,
- реализуемое в форме **структуры** STR , объединяющей элементы и связи между ними,
- с помощью совокупности **технологий** $TECH = \{meth, means, alg, \dots\}$ – (методов *meth*, средств *means*, алгоритмов *alg* и т. п.),

⁹ *Волкова В. Н., Денисов А. А.* Теория систем: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 512 с. *Волкова В. Н., Денисов А. А.* Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата, 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 616 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.

¹⁰ *Волкова В. Н.* Развитие определения системы // Матер. Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении»: сб. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. – С. 12–14.

¹¹ *Акофф. Р. Л.* Менеджмент в XXI веке: Преобразование корпорации / Перевод с англ. Ф. П. Тарасенко. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2006. 418 с.

- с учетом внешних φ_{ex} и внутренних φ_{in} **факторов** $COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$, влияющих на ее создание и функционирование.

Формулировка определения для систем организационного управления:

- **Система** организационного управления (СОУ) – это нечто **целое**, ориентированное на достижение определенных **целей** и выполнение **функций** управления $Z = \{z\}$,
- реализуемое в форме организационной **структуры** $STR_{орг}$, объединяющей элементы (структурные единицы СОУ) и взаимосвязи (отношения) между ними
- с помощью совокупности **технологий** $TECH = \{meth, means, alg, upr... \}$ – (методов *meth*, средств *means*, алгоритмов *alg*, программ *prog*, управляющих воздействий *upr* и т. п.),
- с учетом **условий** существования системы, $COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$, т. е. внешних φ_{ex} и внутренних φ_{in} факторов, влияющие на ее создание и функционирование,
- и включающее **активные элементы** N , иницирующие развитие системы и принимающие решения по ее созданию и функционированию.

Определение может быть дополнено компонентами «среда» SR и «временной интервал» Δt .

Без формализованного представления формулировки воспринимаются достаточно сложно. Поэтому целесообразно записывать их в форме (1) и приводить пояснение входящих в него компонент, что помогает начать исследование сложного объекта, сохраняя его целостность.

Определение применялось¹²:

- для разработки одной из методик структуризации целей и функций систем управления;
- для разработки методики корректировки системы организационного управления предприятиями / организациями;
- для разработки структуры информационного комплекса.

Пример применения определения для разработки информационной системы организации приведен в следующем разделе.

¹² **Моделирование** систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, А. А. Ефремов и др. Под ред. В. Н. Волковой. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с.