

DOI: 10.12731/2070-7568-2016-5-146-160

УДК 65.01

## КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

*Никоноров В.М.*

*Цель статьи состоит в формировании классификации систем для целей повышения эффективности управления экономическими системами.*

*Выполнен обзор существующих классификаций систем. Исследованы имеющиеся классы систем. По итогам исследования предложена классификация систем «свойства-признаки».*

*Предложенная классификация позволяет строить системы с требуемыми признаками на основе комбинации ее свойств. Это позволяет получать экономические системы, соответствующие определенным наборам требований, и, как следствие, повышать качество управления экономическими системами.*

**Ключевые слова:** *система; развитие; поведение; структура; критерий классификации.*

## CLASSIFICATIONS OF SYSTEMS FOR MANAGEMENT

*Nikonorov V.M.*

*The goal of the present paper is to build up a classification of systems in order to increase the effectiveness of management of economic systems.*

*The paper contains an overview of existing classifications of economic systems. Known classes of systems are analyzed. The research allowed to build up a classification of systems based on criteria "properties-features".*

*The proposed classification gives the possibility to build up systems with required features on a basis of combination of properties. It helps to obtain economic systems that meet specific requirements and to increase the quality of management of economic systems*

**Keywords:** *system; development; behavior; structure; criterion of classification.*

Во многих областях знаний (в том числе и в теории управления) системный подход является преобладающим. В основе системного подхода лежит понятие «система». Обзор классификаций систем и анализ их достоинств и недостатков позволит уточнить и дополнить действующие классификации систем, тем самым создав основу для формирования портфелей инструментов для управления отдельными видами систем. Классификация систем сама по себе – инструмент системного анализа, поскольку таксономия систем создает модель объекта (множества систем). Если в основе классификации существенные признаки, то и модель достаточно адекватна и может быть использована для решения прикладных и теоретических задач. В настоящий момент, на наш взгляд, нет полной классификации систем, что, в силу перечисленных выше причин, придает особую актуальность проблеме ее построения, особенно с учетом того факта, что системный подход приобретает все большую популярность в самых разных сферах человеческой деятельности, в том числе и в экономике [2, 4, 6, 8, 9]. При этом очевидно, что эффективное применение инструментария системного подхода невозможно без ясного понимания природы системы и того, какие разновидности систем существуют.

Объект исследования – система.

Предмет исследования – классификации систем.

Цель исследования – уточнить и дополнить существующие классификации систем.

Приведём некоторые определения системы:

1) «Комплекс элементов, находящихся во взаимодействии» (Л. Берталанти) [11];

2) «Нечто такое, что может изменяться с течением времени», «любая совокупность переменных..., свойственных реальной логике» (Р. Эшби) [10];

3) «Отображение входов и состояний объекта в выходных объекта» (М. Месарович, Я. Такахара) [7];

4) «Множество связанных действующих элементов» [5];

5) «Множество взаимосвязанных элементов» [1]

Определение Берталанти позволяет задать систему математически

$$S = \langle A, R \rangle \quad (1)$$

где

$A = \{a_i\}$  – множество элементов,

$R = \{r_j\}$  – множество связей между ними.

Понятие «комплекс элементов» нуждается в определении.

Структура (от латинского *structura*) системы – элементы, компоненты и подсистемы системы и совокупность связей между ними. Элементы отличаются от компонентов невозможностью дальнейшего разбиения. Компонент – совокупность элементов. Подсистема – часть системы, обладающая определенной самостоятельностью (самостоятельные входы и функционирование) и подцелью. Связь – ограничение степени свободы элементов.

Определение Месаровича и Такахары позволяет наглядно изобразить систему как совокупность операций (процессов) (рис. 1).

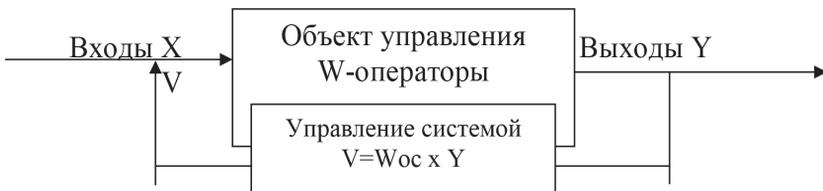


Рис. 1. Функционирование и эффективность системы

Определение Месаровича позволяет задать систему математически

$$S = \langle X, Y, V, W \rangle \tag{2}$$

где

$X = \{x(t)\}$  – множество возмущающих (неконтролируемых) входов,

$V = \{v(t)\}$  – множество управляющих входов,

$W = \{w(t)\}$  – множество операторов системы,

$Y = \{y(t)\}$  – множество выходов.

$$Y = W(X + V) \tag{3}$$

$$Y = W(X + W_{oc} Y) \tag{4}$$

С помощью обратной связи выходной сигнал системы передается в орган управления. Фактический выходной сигнал сравнивается с заранее заданным значением выхода. При несоответствии фактического и заранее заданного значений принимаются меры по минимизации несоответствия.

Концепцию обратной связи предложил Н. Винер [3] и распространил на естественные (биологические, например) и искусственные (технические, например) системы.

Функционирование системы – преобразование входных сигналов в выходные с учетом обратной связи.

Эффективность системы – отношение фактических значений выходных сигналов системы к заданным значениям выходных сигналов.

Классификация систем – разбиение множества систем на классы по наиболее существенным признакам. Класс систем – совокупность систем, обладающая некоторым признаком (признаками) общности. Признак (признаки) является основанием (критерием) классификации.

Рассмотрим наиболее важные классификации систем (см. табл. 1).

Таблица 1.

**Классификации систем**

№	Признак классификации	Классы
1	Происхождение	1) естественные; 2) антропогенные

*Окончание табл. 1.*

2	Объективность существования	1) реальные; 2) абстрактные
3	Природа системы	1) технические; 2) технологические; 3) экономические; 4) финансовые; 5) организационные; 6) управленческие; 7) социальные
4	Наличие управляющей подсистемы	1) централизованные; 2) децентрализованные
5	Размерность	1) одномерные; 2) многомерные
6	Однородность элементов	1) гомогенные; 2) гетерогенные
7	Линейность	1) линейные; 2) нелинейные
8	Дискретность	1) дискретные; 2) непрерывные
9	Наличие цели	1) каузальные; 2) целенаправленные
10	Сложность	1) простые; 2) сложные
11	Детерминированность	1) детерминированные; 2) стохастические
12	Организованность	1) организованные; 2) неорганизованные; 3) самоорганизующиеся
13	Влияние внешней среды	1) закрытые; 2) открытые; 3) комбинированные
14	Описание переменных	1) качественные переменные; 2) количественные переменные; 3) комбинированное описание

Вкратце опишем вышеприведенные классы систем.

1. В зависимости от происхождения системы делятся на:

1) естественные (природные) – физические (атмосфера Земли), химические (коллоидные растворы), биологические (буферные растворы), экологические (лес) и др.;

2) антропогенные (созданы человеком) – технические (электроцепи, сооружения, машины), социальные (нуклеарная семья), производственные (предприятие) и др.

2. В зависимости от объективности существования системы делятся следующим образом:

1) реальные системы – существуют объективно;

2) абстрактные системы – созданы разумом человека.

3. В зависимости от природы системы можно выделить системы:

1) технические – выполняют задачи, которые сам человек выполнить не в силах. Связями в таких системах выступают физические силы – силы трения, сопротивления, гравитации и пр.

2) технологические – более сложные, чем технические. Технические системы служат подсистемами. При замене подсистем на выходе можно получить готовую продукцию с другими свойствами. Элементами такой системы являются операции. Результатом работы технологической системы являются – готовая продукция, работы, услуги.

3) экономические – совокупность экономических процессов. Элементами являются ресурсы – материальные, трудовые, финансовые, информационные. Связи между элементами задаются организационной и управленческой структурами.

4) финансовые – совокупность денежных отношений, организованных частным сектором и государством. Элементы системы – денежные средства частного сектора и государства. Основа связей – доходность.

5) организационные – обеспечивают связь и взаимодействие элементов. Связи между элементами – потоки информации.

6) управленческие – совокупность действий для выполнения заранее намеченной цели. Управленческая система содержит два главных элемен-

та: управляемую подсистему (объект управления) и управляющую подсистему осуществляющую функцию управления).

7) социальные системы – совокупность действий для повышения уровня жизни социума (повышение продолжительности жизни, повышение качества жизни, повышение уровня образования и пр.).

4. В зависимости от наличия управляющей подсистемы можно выделить системы:

1) централизованные – в составе системы есть управляющая подсистема (головной мозг у человека). Если устранить управляющую подсистему, то это приведет к гибели системы;

2) децентрализованные – управляющей подсистемы нет. Нет иерархии в структуре такой системы, поскольку подсистемы равноценны.

5. В зависимости от размерности выделяют системы:

1) одномерные – не более одного входа и выхода;

2) многомерные – число входов и выходов системы более одного.

6. В зависимости от однородности элементов выделяют системы:

1) гомогенные – элементы однородны и обладают одинаковыми свойствами. Поэтому взаимозаменяемы.

2) гетерогенные – элементы разнородные и невзаимозаменяемы.

7. В зависимости от наличия линейности:

1) линейные – можно описать линейными уравнениями (алгебраическими, дифференциальными, интегральными);

2) нелинейные – нельзя описать линейными уравнениями. Можно провести линеаризацию и свести к линейной системе.

8. В зависимости от наличия дискретности:

1) дискретная система – есть хотя бы один дискретный элемент. Дискретный элемент – выходной сигнал меняется дискретно.

2) непрерывная система – нет дискретных элементов, поэтому выходные сигналы меняются непрерывно.

9. В зависимости от наличия цели системы делятся на:

1) каузальные – нет цели (неживые системы);

2) целенаправленные – цель есть, она может быть задана самой системой или извне системы.

Наличие цели позволяет записать систему следующим образом

$$S = \langle A, R, Z \rangle \quad (5)$$

где

$A = \{a_i\}$  – множество элементов,

$R = \{r_j\}$  – множество связей между ними

$Z = \{z_k\}$  – множество целей.

10. В зависимости сложности системы:

1) простые системы – достаточно одной модели для описания системы;

2) сложные системы – требуется более одной модели (теории) для описания такой системы.

11. В зависимости от детерминированности выделяют системы:

1) детерминированные – вход и состояние системы в момент времени  $t_1$  однозначно определяют выход и состояние системы в момент времени  $t_2$ ;

2) стохастические – выход и состояние системы в момент времени  $t_2$  можно определить только с некоторой вероятностью.

12. В зависимости от организованности выделяют системы:

1) организованные – все элементы системы и связи между ними существенны по отношению к цели системы;

2) неорганизованные – не все элементы системы и связи между ними существенны по отношению к цели системы;

3) самоорганизующиеся системы – в такой системе уровень негэнтропии превышает уровень энтропии. Этому способствуют активные элементы системы.

$$S^- \geq S^+ \quad (6)$$

13. По взаимодействию с внешней средой:

1) закрытые системы – система не чувствительна к внешней среде даже при взаимодействии;

2) открытые системы – внешняя среда влияет на систему;

3) комбинированные – в системе есть открытые и закрытые подсистемы.

14. По описанию переменных системы содержат:

- 1) качественные переменные – содержательное описание;
- 2) количественные переменные – количественное (дискретное или непрерывное) описание;
- 3) комбинированные переменные – количественные и содержательные.

Эти классификации можно множить. Для того чтобы ограничить в разумных пределах число подходов к отображению систем, постараемся уже рассмотренные признаки привязать к базовым свойствам систем. То есть получится классификация систем «свойства-признаки». Вероятно, некоторые признаки нельзя привязать к конкретному свойству системы на все 100%, а, например, только на 10% или 60% (если это возможно оценить). Возникает параллель с нечетким множеством Fuzzy Sets, по аналогии можно ввести функцию принадлежности признака к свойству системы. Тогда один признак может быть привязан к разным свойствам системы. Перечислим основные свойства систем:

1. Эмерджентность – у системы появляются новые свойства и качества, не присущие исходным элементам системы.
2. Целостность – каждый элемент системы вносит вклад в реализацию целевой функции системы.
3. Организованность – свойство систем, заключающееся в наличии структуры, функционирования, поведения.

Организованность снижает энтропию системы.

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i \quad (7)$$

$n$  – кол-во возможных состояний систем

$p_i$  – вероятность того, что система находится в  $i$ -том состоянии

4. Если система способна переходить из одного состояния в другое (например,  $S1 \rightarrow S2 \rightarrow S3$ ), то говорят, что она обладает поведением. Поведение можно представить как функцию

$$S(t2)=[S(t1), x(t), v(t)] \quad (8)$$

где  $v(t)$  – управляющие входы,

$x(t)$  – возмущающие входы.

5. Важнейшей частью поведения является развитие – необратимое изменение количества и качества системы. При этом система переходит в новое состояние.

6. Структурность – это устойчивая во времени и пространстве упорядоченность элементов, компонентов, подсистем со связями между ними.

7. Равновесие – способность системы при отсутствии внешних возмущающих воздействий сохранять своё состояние сколь угодно долго.

8. Соответственно, устойчивость – способность системы возвращаться в состояние равновесия после воздействия внешних (внутренних) возмущающих воздействий.

9. Эффективность системы – отношение фактического значения выходного сигнала к запланированному значению.

10. Сущность системы – отражает происхождение системы и объективность существования. Это свойство систем добавлено для привязки признаков – происхождение, объективность существования.

Теперь можно предложить классификацию систем «свойства-признаки» (табл. 2).

Данная классификация может быть дополнена по направлениям:

- 1) свойства системы;
- 2) признаки классификации.

Соответственно, добавление в таблицу новых свойств (например, эффективность) и признаков должна привести к появлению новых классов (соответственно, эффективные и неэффективные) и подклассов систем. В этом прогностическое достоинство классификации «свойства-признаки». Следует отметить, что признаки конкретного свойства могут быть присущи системе как все сразу одновременно, так и в различных комбинациях. Это увеличивает возможное число классов и подклассов систем.

Таблица 2.

## Классификации систем «свойства-признаки»

Свойства системы									
№	сущность	эмерджентность	целостность	организованность	поведение	развитие	структурность	устойчивость	
	Происхождение (естественные; антропогенные)			Организованность (организованные; неорганизованные; самоорганизующиеся)	Размерность (одномерные; многомерные)	наличие цели (казуальные; целенаправленные)	природа системы (технические; технологические; экономические; финансовые; организационные; управленческие; социальные)		
	Объективность существования (реальные; абстрактные)				Линейность (линейные; нелинейные)		наличие управляющей подсистемы (централизованные; децентрализованные)		
					Дискретность (дискретные; непрерывные)		однородность (гомогенные; гетерогенные)		
					Детерминированность (детерминированные; стохастические)		Сложность (простые; сложные)		
					влияние внешней среды (закрытые; открытые; комбинированные)		описание переменных (качественные; количественные; комбинированные)		

Признаки классификации

По результатам исследования предложена классификация систем «свойства-признаки». Классификация не является ни ризомной (корневой), ни иерархической (древовидной), скорее ее можно назвать матричной (если добавить некое третье основание, то образно полученную новую классификацию можно будет назвать тензорной). То есть эта классификация не является застывшей, но предполагает гетерогенез. В качестве оснований классификации заложены свойства и признаки систем. Имеющиеся классы систем укладываются в предложенную классификацию. Теоретическая возможность увеличения числа оснований классификации позволяет предположить существование и описание новых систем. Уже имеющиеся в табл. 2 признаки позволяют сконструировать (хотя бы на бумаге) систему с требуемым набором свойств. Например, признаки «самоорганизующаяся, многомерная, нелинейная, непрерывная, целенаправленная, сложная, устойчивая» требуют наличия у системы свойств «организованность, поведение, развитие, структурность, устойчивость». В дальнейшем требуется определить возможность бесконфликтного сосуществования признаков в системе. Это дальнейшее направление исследования. Предварительное (до создания системы) знание характерных свойства и признаков создаваемой системы) обеспечит повышение эффективности управления системой и позволит избежать возможных рассогласований в управлении системой.

### *Список литературы*

1. Акофф Р. О целеустремленных системах. М.: ЛКИ, 2008. 272 с.
2. Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В. Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2. С. 99–103.
3. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983. 344 с.

4. Жилинкова И.Н. Формирование системы интеграционных объединений предприятий малого бизнеса в сфере услуг // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. № 4. С. 9.
5. Ланге О. Целое и развитие в свете кибернетики. М.: Прогресс, 1969. 251 с.
6. Майер М.В. Система школьного питания как объект социально-экономического назначения и элемент социальной политики государства (на примере Тюменской области и города Тобольска) // Роль образования в формировании экономической, социальной и правовой культуры. Сборник научных трудов. Комитет по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга. 2014. С. 84-88.
7. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахара; Пер. с англ. Э.Л. Наппельбаума; под ред. В.С. Емельянова. М.: «Мир», 1978. 344 с.
8. Титов А. Б. Теоретические аспекты интеграции проектно-ориентированного промышленного холдинга в систему рыночных отношений // Экономика и управление. 2012. № 12. С. 142–145.
9. Шишкин В.В., Капустина И.В., Кудрявцева Г.В., Шишкин В.И. Инерционность торговых предприятий как свойство экономических функциональных систем // Международный научный журнал. 2012. № 3. С. 25–29.
10. Эшби У.Р. Введение в кибернетику: пер. с англ. / Под. ред. В. А. Успенского. Предисл. А.Н. Колмогорова. Изд. 2-е, стереотипное. М.: «КомКнига», 2005. 432 с.
11. Bertalanffy L. An Outline of General System Theory // British Journal of Philosophy of Science, 1950, 1 (2), p. 134–165.

### References

1. Akoff R. *O tselestremennykh sistemakh* [About ad hoc systems]. Moscow: LKI, 2008. 272 p.
2. Burlov V.G., Lepeshkin O.M., Kirillova T.V. Metodologicheskij podkhod k otsenke bezopasnosti funkcionirovaniya sotsial'noy i ekonomicheskoy sistemy

- upravleniya regiona [Methodological approach towards evaluation of security of functioning of the social and economic system of regional management], *Problemy ekonomiki i upravleniya v torgovle i promyshlennosti*, 2013, no 2, pp. 99–103.
3. Viner N. *Kibernetika, ili Upravlenie i svyaz' v zhitvotnom i mashine* [Cybernetics, or Management and communication in an animal and machine]. Moscow: Nauka, 1983. 344 p.
  4. Zhilinkova I.N. Formirovanie systemy integratsionnykh ob'yedineniy predpriyatiy malogo biznesa v sfere uslug [Formation of integrated groups of small business companies in service industry]. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem*, 2012, no 4, p. 9.
  5. Lange O. *Tseloe i razvitie v svete kibernetiki* [The entire and development in the lights of cybernetics]. Moscow: Progress, 1969. 251 p.
  6. Mayer M.V. Sistema shkol'nogo pitaniya kak ob'yekt sotsial'no-ekonomicheskogo naznacheniya i element sotsial'noy politiki gosudarstva (na primere Tyumenskoy oblasti i goroda Tobol'ska) [The system of school food as a social and economic object and as an element of the state social policy (Tyumen' oblast and the city of Tobol'sk)]. *Rol' obrazovaniya v formirovanii ekonomicheskoy, sotsial'noy i pravovoy kul'tury. Sbornik nauchnykh trudov* [The role of education in shaping the economic, social and legal culture. Collection of scientific papers]. St. Petersburg: Komitet po nauke i vysshey shkole Pravitel'stva Sankt-Peterburg, 2014, pp. 84–88.
  7. Mesarovich M. *Obshchaya teoriya system: matematicheskie osnovy* [General theory of systems: mathematical foundations]. Moscow: "Mir", 1978. 344 p.
  8. Titov A.B. Teoreticheskie aspekty integratsii proektno-orientirovannogo kholdinga v sistemu rynochnykh otnosheniy [Theoretical aspects of integration of a project-oriented industrial holding in the system of market relations]. *Ekonomika i upravlenie*, 2012, no 12, pp. 142–145.
  9. Shishkin V.V., Kapustina I.V., Kudryavtseva G.V., Shishkin V.I. Inertsionnost' torgovykh predpriyatiy kak svoystvo ekonomicheskikh funktsional'nykh sys-

- tem* [Inertia of trade companies as a property of economical functional systems]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal*, 2012, no 3, pp. 25–29.
10. Ashbey W.R. *Vvedenie v kibernetiku* [Introduction in cybernetics]. Moscow: “Komkniga”, 2005. 432 p.
11. Bertalanffy L. An Outline of General System Theory. *British Journal of Philosophy of Science*, 1950, no 1 (2), pp. 134–165.

### ДАнные ОБ АВТОРЕ

**Никоноров Валентин Михайлович**, кандидат экономических наук,  
Высшая школа внутренней и внешней торговли  
*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого*  
ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Российская  
Федерация  
*nikanorv@mail.ru*

### DATA ABOUT THE AUTHOR

**Nikonorov Valentin Mikhailovich**, Cand. Sc. (Economics), Higher School of  
International and Internal Trade  
*Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University*  
29, Politekhnikeskaya Str., St. Petersburg, 195251, Russian Federation  
*nikanorv@mail.ru*