

## Раздел II. Информационные технологии в управлении

УДК 330.46

**Д.В. Арутюнова, В.Е. Ланкин**

### СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ

*Исследование посвящено систематизации представлений о механизме взаимодействия систем различной природы в контексте системной парадигмы с целью моделирования протекающих в них процессов. Достижение сформулированной цели сопряжено с решением таких задач, как выявление характеристик систем, описание механизма взаимодействия систем, с точки зрения реализации проектных целей, формирование иерархии ключевых показателей системы. Структурное моделирование взаимодействия систем позволит конкретизировать управленческие процессы.*

*Системная парадигма; моделирование процессов; взаимодействие систем; система сбалансированных показателей; процессный подход; ключевые показатели эффективности.*

**D.V. Arutyunova, V.E. Lankin**

### STRUCTURAL MODELING OF SYSTEMS' INTERACTION

*Research is devoted to systematization of ideas about the interaction of systems mechanism of the various nature in a context of a system paradigm for the purpose of modeling. Achievement of the formulated purpose is interfaced about the solution of such tasks, as detection of systems' characteristics, the description of systems mechanism of interaction from the realization point of view, formation of key indicators of system hierarchy. Structural modeling of interaction will allow to concretize administrative processes.*

*System paradigm; modeling of processes; interaction of systems; Balanced Scorecard; process approach; key performance indicators.*

Всеобщее взаимодействие объектов реального мира может моделироваться как взаимодействие разноплановых систем, в том числе, социально-экономических. Очевидно, такое взаимодействие предполагает наличие некоторой общей системной парадигмы, обеспечивающей совместимость языков взаимодействия в пространстве и во времени, а также принципиальную открытость систем. Основной задачей исследования является систематизация представлений о механизме взаимодействия систем различной природы с целью адекватного моделирования протекающих в них процессов и, как следствие, обоснованного управления последними.

В экономической системной парадигме Я. Корнаи [10] социально-экономический мир рассматривается как совокупность пересекающихся, вложенных друг в друга и взаимодействующих подсистем. Г.Б. Клейнер принципиально расширил и развил идею Я. Корнаи. Согласно Г.Б. Клейнеру, в самом общем виде существуют 4 типа систем: объектные, средовые, проектные и процессные [8]. Данные типы систем принципиально различны по своей природе, базовым свойствам и месту в современной экономике, и могут быть классифицированы по таким признакам, как длительность (ограничена или не ограничена) и место в пространстве (определенная локализация либо отсутствие пространственных границ) [9].

Выделенные критерии являются основополагающими, с точки зрения анализа, и позволяют сформулировать свойства рассматриваемых систем. Представленные в [14] результаты исследования являются основой для моделирования взаимодействия систем с целью выявления основных принципов, норм и правил управления.

Моделирование процесса в контексте системной парадигмы сопряжено с реализацией следующих этапов:

1 этап: выявление сущностных элементов и характеристик 4-х систем;

2 этап: описание механизма взаимодействия систем, с точки зрения реализации заявленных в проекте целей;

3 этап: формирование иерархии ключевых показателей с целью обеспечения целостности системы в процессе взаимодействия.

Характеристики, выявленные в ходе реализации первого этапа, представлены ниже. Объект характеризуется пространственной определенностью. Основными свойствами объекта являются стабильность и результативность [8, 9]. В качестве объекта рассматривается организация, обладающая определенной целью и представленная набором направлений деятельности ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ), взаимодействующими с точки зрения достижения цели. Каждое из направлений описывается целевой функцией  $y_i = f(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im})$  и раскрывается совокупностью индикаторов. В качестве методологического инструмента формирования, обоснования и группировки целей и задач организации используется концепция Balanced Scorecard (BSC), разработанная Р. Капланом и Д. Нортоном в начале 90-х гг. Этот вариант в наибольшей степени представляет практическую ценность [1], в связи с чем далее рассматривается как основополагающий. Деятельность организации можно представить в виде 4-х взаимодействующих аспектов: финансовой деятельности, маркетинга, внутренних процессов и процессов обучения и развития. Данная гипотеза апробирована в ряде исследований [3, 4, 5].

Проект представлен планом будущих преобразований, что предполагает постановку цели объекта в аспектах стратегического управления. Проект ограничен во времени и определен в пространстве. Элементами проекта является совокупность ключевых направлений ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), раскрывающая стратегические цели и описываемая ключевыми показателями эффективности (KPI)  $x_j = f(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jl})$

При формировании системы ключевых направлений важным вопросом является размерность множеств, характеризующих объект и проект. Согласно закону необходимого разнообразия У.Р. Эшби [13], разнообразие действий субъекта управляющего системой должно быть точно равно сложности раздражения управляемой системы. Таким образом, порядок множества элементов системы проекта ( $k$ ) должна быть не меньше порядка множества элементов системы объекта ( $n$ ). Для реализации данного условия целесообразно согласование ключевых направлений объекта и проекта. В предложенном варианте KPI должны быть сформированы в разрезе 4-х составляющих BSC: финансы, маркетинг, бизнес-процессы, обучение и развитие, кроме того:

- ◆ KPI должны быть определены количественно и во времени,
- ◆ KPI должны учитывать причинно-следственные связи между перспективами, но не должны коррелировать между собой.

Выявленные в ходе данного этапа показатели являются основой для построения управленческих процессов.

В контексте системной парадигмы, системы являются открытыми и, следовательно, взаимодействуют со средой. Среда – это место протекания процессов. Влияние среды прослеживается как на уровне каждой из систем в отдельности, так и на уровне взаимодействия систем. В аспектах времени и пространства среда отличается от объекта пространственной неопределенностью. Описание среды в

рамках стратегического анализа предполагает анализ макроокружения (экономических, политических, технологических и социальных факторов) и микроокружения (конкурентов, партнеров, потребителей) [2]. Согласно теории В.И. Вернадского, среда представлена такими составляющими, как: общество, природа, человек [6], что соответствует представлению среды в виде  $S = f(s_1, s_2, s_3)$ . Традиционное восприятие среды как совокупности макро- и микроэлементов в полном объеме раскрывается через данные элементы. Таким образом, параметры функционирования объекта ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ), формируются, с одной стороны, под воздействием ключевых направлений и KPI, заложенных в проекте ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), а с другой стороны, исходя из ограничений, накладываемых средой ( $s_1, s_2, s_3$ ).

Система «процесс» ассоциируется с процедурой и представляет собой совокупность последовательных действий для достижения результата. Согласно стандарту ISO 9000:2000, любая деятельность, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс [12]. Процесс является многоаспектной категорией, которой присущи такие характеристики, как целеполагание, функциональная ответственность, структура функциональных связей, определяющая механизм взаимодействия. Представленные характеристики лежат в основе классификации процессов, сформированных по различным критериям (рис. 1).

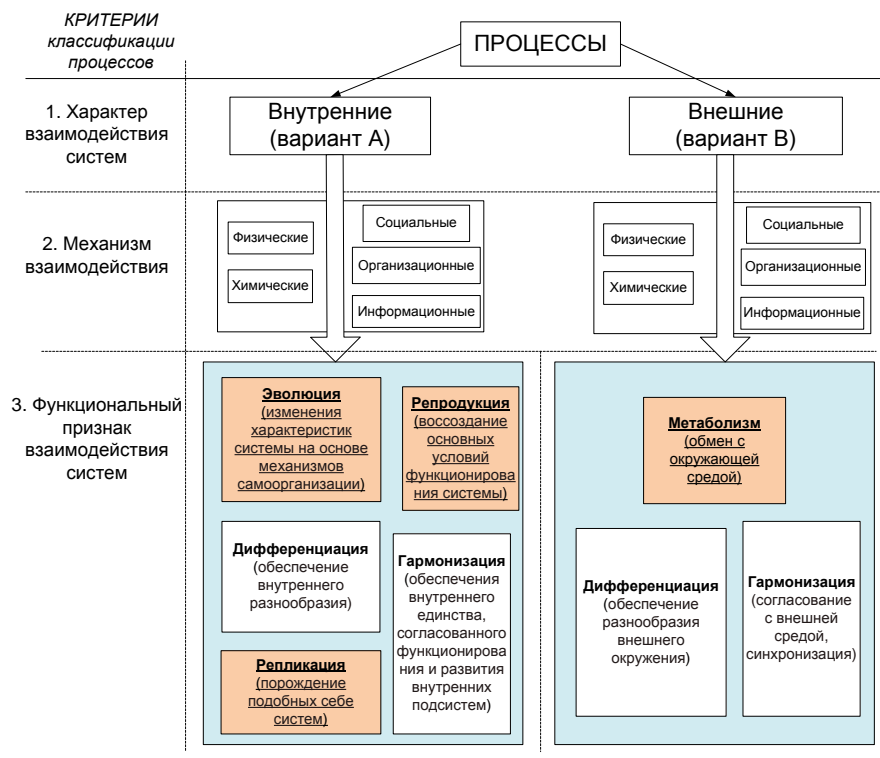


Рис. 1. Критерии и классификация процессов

Согласно характеру взаимодействия систем, процессы подразделяют на внутренние (возникают и циркулируют внутри каждой из систем) и внешние (возникают на уровне взаимодействия систем). По функциональному признаку выделяют процессы метаболизма, репродукции, эволюции, гармонизации, дифферен-

циации, репликации [7]. Очевидно, что процессы гармонизации и дифференциации инвариантов характерны для внутреннего и внешнего характера взаимодействия. В то же время, каждому типу взаимодействия систем присущ уникальный вид процесса, согласно классификации по функциональному признаку: эволюция, репродукция и репликация соответствуют внутреннему характеру взаимодействия систем, а процессы метаболизма – внешнему [14]. Классификация процессов возможна также по характеру механизма взаимодействия: информационные, физические, химические, организационные, социальные процессы. Последние приобретают особую значимость при анализе социально-экономических систем.

Исходя из функциональной ответственности систем, построение модели их взаимодействия происходит с учетом следующих принципов:

- ◆ системы объекта и проекта помещены в среду и взаимодействуют как между собой, так и со средой;
- ◆ процесс является целостной системой, что означает сбалансированность всех функций системы, объединенных целью взаимодействия;
- ◆ процесс динамичен, что предполагает структурную и функциональную изменчивость во времени;
- ◆ процессы являются посредниками, обеспечивающими взаимодействие.

Переход ко второму этапу моделирования предполагает описание процесса взаимодействия систем, с точки зрения реализации заявленных в проекте целей. Процесс взаимодействия формируется между проектом и объектом (объектами) и реализуется под воздействием среды (рис. 2).

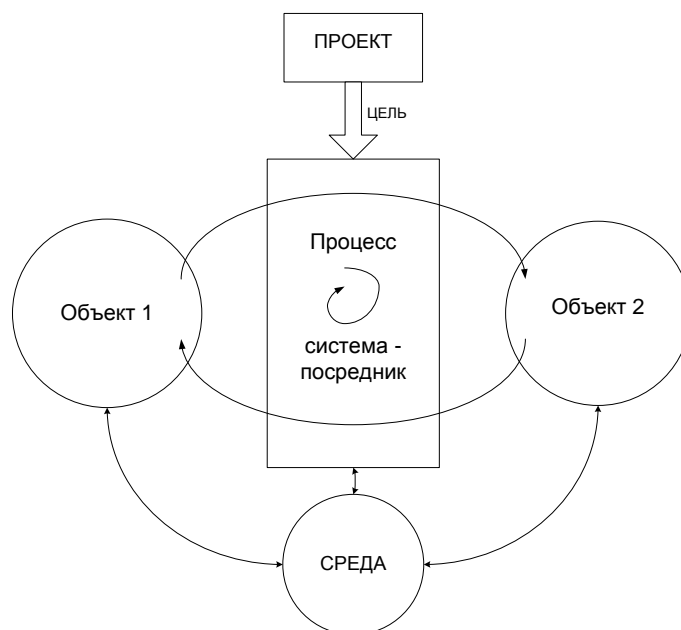


Рис. 2. Моделирование взаимодействия систем через процессы

С точки зрения теоретико-множественного подхода к моделированию систем, система-процесс может быть представлена следующим образом:

$$Z : x, z, s \rightarrow y, \quad (1)$$

где  $Z$  – вектор конструктивных параметров процесса,

$x \in \Omega_x$  – множество допустимых значений входных параметров (объект 1, под которым может пониматься как проект, так и объект);  
 $s \in \Omega_s$  – множество допустимых значений среды, влияющей на процесс;  
 $z \in \Omega_z$  – множество допустимых значений системы-процесса (вектор конструктивных параметров процесса);  
 $y \in \Omega_y$  – множество допустимых значений параметров выхода (объект 2).  
 Процесс как система представлен на рис. 3.

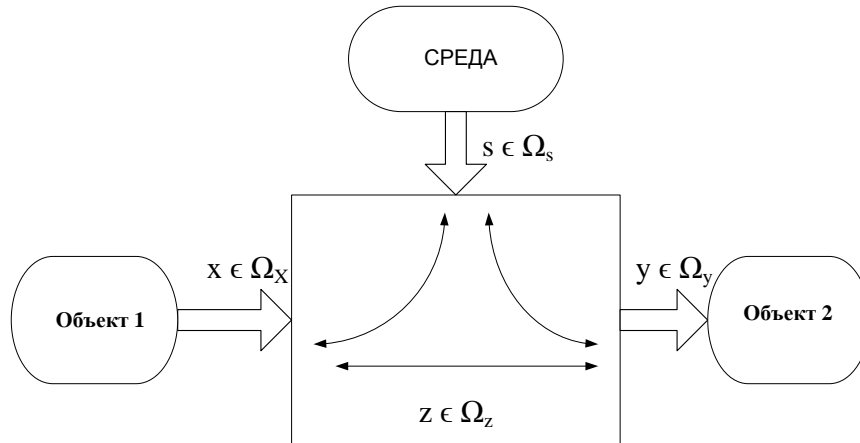


Рис. 3. Процесс как система

В целом процесс описывается двумя функциями:

1)  $\varphi$  – функция перехода, отражающая влияние всех входов на состояние процесса  $Z$ ,

$$x \times s \times z_0 \xrightarrow{\varphi} z_1 \quad (2)$$

2)  $\psi$  – функция выхода, отражающая зависимость выходных параметров процесса, как функции его входов текущего и начального ( $Z_1$  и  $Z_0$ ) состояния:

$$x \times s \times z_0 \times z_1 \xrightarrow{\psi} y \quad (3)$$

В аналитическом виде:

$$\begin{cases} z(t) = \varphi [x(t), s(t), z(t-1)] \\ y(t) = \psi [x(t), s(t), z(t), z(t-1)]. \end{cases} \quad (4)$$

Практическое применение приведенной модели состоит, прежде всего, в экономической интерпретации множеств входов, выходов и состояния процесса с последующим решением функций (1) и (2) методом теории множеств.

Согласно рис. 3, процесс как система определяет правила, критерии, принципы и логику взаимодействия таких систем, как среда, объект, проект, а следовательно, управление организацией, согласно проектным целям, реализуется посредством процессов. В соответствии с общей процедурой формирования процессов [11] следует выделить основные и обеспечивающие процессы. Представленные варианты дополняются процессами развития и управления. Также существует вариант определения процессов, согласно которому анализируются процессы высшего менеджмента (процессы управления), процессы создания продукта (основные процессы), опорные процессы (вспомогательные процессы) [11]. В дальнейшей работе будем придерживаться именно этого варианта выделения процессов в организации.

Модель стратегического управления организацией в терминах системной парадигмы представлена на рис. 4.

Третьим и завершающим этапом моделирования взаимодействия систем является фиксация контрольных индикаторов, составляющих основу формирования системы и процесса управления взаимодействием. Индикаторы выявляются посредством следующих действий:

- 1) определяются составляющие отдельных аспектов деятельности ( $y_1, y_2, y_3, y_4$ ), задействованные в том или ином процессе ( $z_1, z_2, z_3$ );
- 2) проводится детальный анализ с целью выявления конкретных индикаторов ( $I \in \Omega_i$ ) по каждой комбинации, характеризующей деятельность организации в рамках заявленных аспектов;
- 3) на основании соотнесения 3-х множеств параметров ( $x \in \Omega_x, y \in \Omega_y, I \in \Omega_i$ ) формируются выводы о возможности (невозможности) реализации проекта в рамках существующего объекта или необходимости определенных корректировок как проекта, так и объекта.

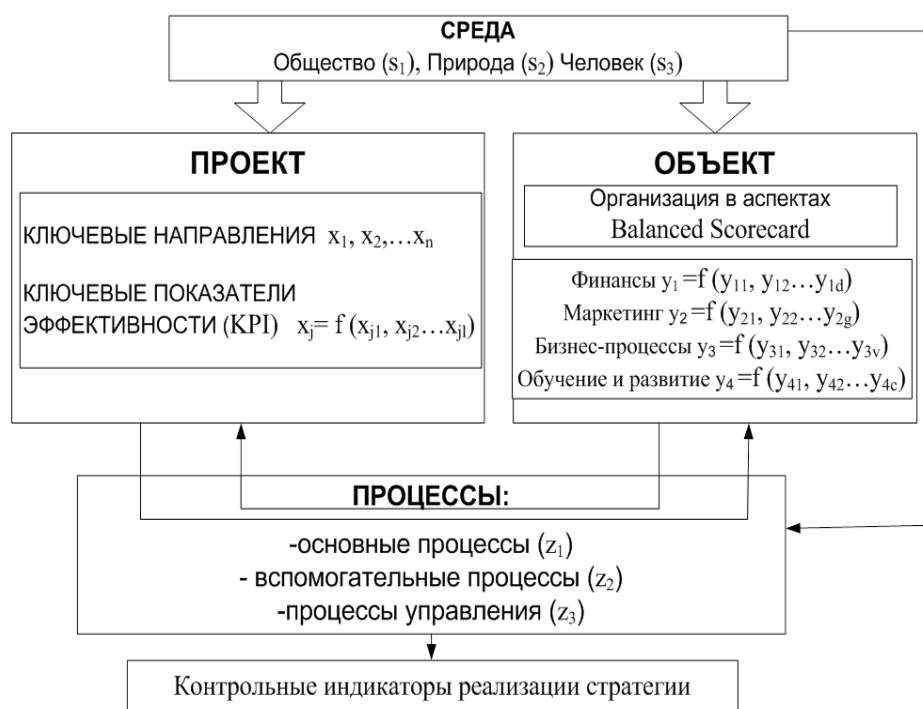


Рис. 4. Модель стратегического управления организацией

Таким образом, моделирование взаимодействия систем в контексте системной парадигмы позволяет систематизировать представления о механизме взаимодействия, и как следствие, конкретизировать управленческие процессы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнова Д. В. Адаптивные экономические механизмы управления вузом в условиях рынка: дис... канд. экон. наук. – Таганрог, 2005. – 220 с.
2. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 122 с.

3. Арутюнова Д.В., Катаев А.В., Ланкин В.Е., Сербин В.Д. Стратегический анализ текущего состояния вуза на рынке образовательных услуг // Труды XI Междунар. научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». – СПб.: СПбГПУ, 2007. – С. 279-287.
4. Арутюнова Д.В., Ланкин В.Е., Сербин В.Д. Формирование стратегических и перспективных планов развития вуза // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 4 (105). – С. 44-51.
5. Арутюнова Д.В., Ланкин В.Е., Татарова А.В. Экономические механизмы реализации стратегического управления вузом // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2004. – № 4 (39). – С. 57-63.
6. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М.: Наука, 1988. – 522 с.
7. Клейнер Г.Б. Развитие теории экономических систем и ее применение в корпоративном и стратегическом управлении. – М.: ЦЭМИ РАН, 2010. – 59 с.
8. Клейнер Г.Б. Системная парадигма и экономическая политика // Общественные науки и современность. – 2007. – № 2. – С. 141-149.
9. Клейнер Г.Б. Системно-интеграционная теория и «экономика впечатлений» // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Пленарные доклады IX Всероссийского симпозиума. – М.: ЦЭМИ РАН, 2009.
10. Корнаи Я. Системная парадигма // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 4-22.
11. Елиферов В.Г. Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 319 с.
12. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Требования: стандарт ГОСТ Р ИСО 9000-2008. – М.: Стандартинформ, 2009. – 35 с.
13. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: учеб. пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 848 с.
14. Arutyunova D., Kleiner G., Lankin V. The process approach to economic systems interaction modeling// Annual International Symposium on Economic Theory, Policy and Applications. ATINER'S Conference Paper Series No: ECO2012-0275. – Athens, Greece, 2012. – P. 5-15. URL: <http://www.atiner.gr/papers/ECO2012-0275.pdf> (дата обращения 15.04.2013).

Статью рекомендовала к опубликованию д.э.н., профессор И.Н. Олейникова.

**Арутюнова Диана Владимировна** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: [dvarutyunova@sfnu.ru](mailto:dvarutyunova@sfnu.ru); 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371704; кафедра менеджмента; к.э.н.; доцент.

**Ланкин Виктор Ефимович** – e-mail: [lankin@tgn.sfnu.ru](mailto:lankin@tgn.sfnu.ru); кафедра менеджмента; зав. кафедрой; профессор.

**Arutyunova Diana Vladimirovna** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: [dvarutyunova@sfnu.ru](mailto:dvarutyunova@sfnu.ru); 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371704; the department of management; cand. of ec. sc.; associate professor.

**Lankin Victor Efimovich** – e-mail: [lankin@tgn.sfnu.ru](mailto:lankin@tgn.sfnu.ru); the department of management; head the department; professor.