ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, 2013, том 49, № 4, с. 71–93

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

СИСТЕМНАЯ ЭКОНОМИКА И СИСТЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ*

© 2013 г. Г.Б. Клейнер

(Москва)

Концепция системной экономики развивается в работе путем включения в рассматриваемую картину мира, наряду с экономическими системами – центральными объектами изучения, – также экономических процессов, процессов управления, экономических благ и отношений между ними. Разработана согласованная базовая классификация (типология) этих компонент экономики, позволяющая предложить структурную модель их взаимодействия. Вводится понятие системно-ориентированного моделирования – исследовательской методологии, ориентированной на построение математических моделей экономических систем различного уровня, учет системных факторов и эффектов. На базе данной концепции строятся модели некоторых видов слияний и поглощений экономических систем, а также их обобщенные производственные функции, отражающие влияние как доступных для системы ресурсов, так и имеющихся у нее возможностей по их использованию («способностей»).

Ключевые слова: экономические системы, типология систем, системная экономика, системное моделирование, структурная модель функционирования экономики, обобщенные производственные функции.
Классификация JEL: P1, P4, P5, B4; B5, C60, D24.

ВВЕДЕНИЕ

Применение концепций и результатов общей теории систем к экономической проблематике наиболее активно развивалось в 1960–1970-е годы. После основополагающих работ по общей теории систем Л. фон Берталанфи, У. Эшби, Н. Винера, восходящих, в свою очередь, к трудам античных философов (прежде всего Аристотеля, Платона, Эмпедокла и др.) и развивавших учения мыслителей Средних веков (Лейбница, Ньютона, Парацельса и др.), а также исследователей второй половины XIX – начала XX в. (К. Маркса, Ф. Энгельса, Э. Дюркгейма, В. Парето и др.), с учетом публикаций отечественных творцов системной науки минувшего века (А.А. Богданова, Е.С. Федорова, В.М. Бехтерева, П.К. Анохина и др.) в научном сообществе начало складываться убеждение, что применение теории систем в экономике способно решить многие проблемы, накопившиеся в экономической теории. Это направление также активно развивалось в трудах сотрудников Центрального экономико-математического института с первых лет его работы. Системное представление и последующий анализ таких основных конструкций экономико-математического инструментария, как модель «затраты–выпуск» (В.В. Леонтьев), линейного программирования (Л.В. Канторович), модели производственных функции и функций затрат (Б.Н. Михалевский), существенно углубили понимание как реальной экономики, так и возможностей ее моделирования. Создание системы оптимального функционирования экономики (СОФЭ) стало мощным стимулом активизации системных исследований в ЦЭМИ. Работы С.М. Вишнева, Ю.Н. Гаврильца, В.Г. Гребенникова, В.И. Данилова-Данильяна, Э.Б. Ершова, М.Г. Завельского, А.И. Каценелинбойгена, В.Н. Лившица, Б.Н. Михалевского, Ю.В. Овсиенко, В.М. Полтеровича, Е.Ю. Фаермана, Ю.И. Черняка и др. открыли новую страницу в развитии системного направлении экономической теории. В последние годы важным вкладом в это направление стала публикация книги В.Л. Макарова «*Социальный кластеризм. Российский вызов*», главный мотив

* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 11-06-00099).

которой – фактическое применение системного подхода к анализу развития и взаимодействия основных социальных групп в российском обществе (Макаров, 2010).

К началу 2000-х годов в научный оборот был введен новый массив фактов, связанных с масштабными экономическими и социально-политическими преобразованиями 1990-х годов. Трансформационные процессы привели к неожиданным с точки зрения ортодоксальной экономической теории результатам, что потребовало переосмысления фундаментальных положений неоклассического мейнстрима. Одновременно выявилась внутренняя фрагментарность, неполнота, противоречивость и статичность самой экономической теории (Полтерович, 1998). Дополнительным стимулом к поиску новых оснований для экономической теории стал мировой финансово-экономический кризис 2008–2010 гг.

Все это привело к появлению новой парадигмы экономической теории – *системной парадигмы* (Kornai, 1998; Корнаи, 2002; Dosi, 2000). Согласно этой парадигме, наиболее важные предпочтения и особенности поведения агентов индуцируются особенностями макроэкономической системы данной страны. Сама эта система служит ареной взаимодействия популяций подсистем, представленных такими сегментами экономики, как совокупности предприятий, ассоциаций и союзов предприятий, отраслей, регионов, муниципальных образований и др.

Впоследствии эта парадигма была развита в направлении перехода от применявшегося Я. Корнаи принципа «одна страна – одна система» к принципу «одна страна – множество разноуровневых и разнокачественных социально-экономических систем» (Клейнер, 2002, 2007). Кроме того, было модифицировано и диверсифицировано само понятие системы. Наряду с идущим от Берталанфи *эндогенным* определением системы – как множества взаимосвязанных элементов, была предложена *экзогенная* трактовка системы – как относительно устойчивого в пространстве и во времени фрагмента окружающего мира. С методологической точки зрения это открыло широкие возможности для привлечения в данную сферу сочетание концепций и результатов общей теории систем (Берталанфи, 1968) и пространственно-временного анализа (см., например, (Asada, Ishikawa, 2007; Минакир, Демьяненко, 2010)).

В контексте обобщенной таким образом системной парадигмы экономика рассматривается с точки зрения возникновения (создания), функционирования (деятельности и взаимодействия), трансформации (реорганизации) и ликвидации (слияния, поглощения, расформирования и т.п.) экономических систем разного масштаба и разной пространственно-временной локализации. В качестве таких систем могут выступать предприятия, группы и устойчивые союзы предприятий, кластеры, регионы, отрасли, рынки и т.п., а также такие относительно краткосрочные экономические явления, как инвестиционные проекты, иные коллективные мероприятия, R&D, внедрение новшеств и др. Именно экономическая система, а не отдельный индивид – как в неоклассической теории, или отдельный институт – как в институциональной теории, служит при таком подходе основной единицей анализа. Отдельный индивид или институт (рассматриваемый в совокупности с его носителями и механизмами инфорсмента) могут выступать как частные случаи экономических систем. Однако основное внимание фокусируется на «сложносоставных» социально-экономических образованиях, которым определенные комбинации внутренних сил и/или внешних условий обеспечивают относительную устойчивость во времени и пространстве.

В нашей статье концепция системной экономики развивается за счет включения в картину мира, рассматриваемую в рамках данного направления, кроме экономических систем, ключевых компонент экономики: экономических процессов и процессов управления, экономических и природных благ, а также отношений, определяющих взаимодействие между этими компонентами системной картины мира. Анализ погружения экономических систем, процессов и результатов их функционирования в пространственно-временной универсум позволяет выделить доступные для каждой системы ресурсы пространства и времени в качестве базовых факторов ее развития, а индивидуальный потенциал («способности») системы эффективно использовать эти ресурсы – как одну из ключевых характеристик системы. Далее в статье развивается взаимосогласованная фундаментальная классификация (типология) всех основных составляющих системно-экономической картины мира: экономических систем, результатов их функционирования, ресурсов, «способностей», экономических процессов и управленческих действий. С помощью этой классификации путем перехода к фактор-множествам удается построить структурную модель функ-

ционирования системной экономики как взаимодействие классов ее основных элементов. При этом предложенную классификацию можно рассматривать как гомоморфизм алгебраических систем, задаваемых отношениями на множестве разнокачественных компонент картины мира. Эту конструкцию можно рассматривать как структурный вариант модели общего системного равновесия экономики в ходе производства, распределения, обмена и потребления благ. Предлагаются модели процессов реорганизации систем, отражающие два варианта слияний систем: расширяющий и ограничивающий функциональные возможности каждой системы. Исследуются и синтезируются виды обобщенных производственных функций для описания результативности деятельности всех типов экономических систем в зависимости от их ресурсов и способностей.

1. СИСТЕМНАЯ ЭКОНОМИКА

1.1. Системная картина мира экономики: основные компоненты тезауруса. Какие требования следует предъявлять к структуре описания картины мира экономики как предметной области системной экономической теории? С научной точки зрения исследование любой проблемы начинается с ее вербального описания. Первичным инструментарием для этой цели служит естественный язык. Язык как целое представляет собой модель окружающего мира как универсума в процессе его познания. На базе естественного языка строятся метафорические (образные), математические, физические, биологические и иные модели. Минимальной законченной смыслообразуюшей единицей языка является форма *предложения.* Предложение означает, что картина мира должна строиться из фрагментов, соответствующих этим предложениям, а тезаурус такого описания – включать аналоги членов предложения: подлежащее, сказуемое, дополнение, определение и обстоятельство. В дискурсе, отражающем системную картину мира экономики, должны присутствовать понятия, соответствующие этим основным членам предложения. Таковы требования к описанию системной картины мира, с минимальной полнотой отражающей предметную область в социально-экономической сфере.

В рамках системной исследовательской парадигмы в качестве основных единиц тезауруса предлагаются следующие составляющие: экономические системы; экономические процессы; управленческие процессы; экономические и природные блага, включая пространственно-временной ресурс; способности экономических систем. Опишем кратко эти элементы системной картины мира.

1. *Экономические системы*. Основной единицей анализа в системной экономике является социально-экономическая система. Под *системой* (в рамках новой теории экономических систем (Клейнер, 2011а)) понимается относительно обособленная в пространстве и относительно устойчивая во времени часть окружающего мира (рассматриваемого с точки зрения объективного «общественного» наблюдателя), характеризующаяся внешней целостностью и внутренним многообразием. Система считается *экономической*, если она в той или иной степени реализует процессы производства, распределения, обмена и потребления.

К числу экономических систем естественным образом относятся такие образования, как предприятия, организации, регионы, страны, субъекты РФ и т.п. В качестве экономических систем целесообразно рассматривать также социально-экономические процессы (распространение инноваций, передачи знаний и др.), программы, планы, проекты, стратегии т.п., имея в виду включение в эти системы индивидов, постоянно участвующих в их деятельности.

Экономическая активность экономических агентов – физических или юридических лиц – может осуществляться как путем участия в деятельности (или создании) какого-либо предприятия, так и реализации экономических проектов, совершенствовании функционирования социально-экономических сред или включения в экономические процессы. Для индивида принадлежность к той или иной системе обычно не является эксклюзивной, поскольку он является одновременно членом множества систем, в том числе вложенных одна в другую. Собственность системы по отношению к тому или иному активу (благу) может быть как исключительной, так и неисключительной (общественные блага).

В структуре описания картины экономического мира в системной экономике экономические системы играют роль *подлежащего*.

2. *Экономические и управленческие процессы*. Многообразие организационно-технологических, логистических, социальных, финансовых и иных хозяйственных процессов, посредством которых осуществляется экономическая деятельность, структурируется, как известно, следующим образом. Выделяются четыре группы процессов: производство, потребление, распределение и обмен. В условиях товарного производства комбинации этих процессов в разных пропорциях и сочетаниях при различной пространственно-временной локализации и реализуют экономическую деятельность (Маркс, 1974). Роль каждого процесса на разных стадиях жизненного цикла продукции в контексте взаимодействия экономических систем разных типов подробно рассмотрена в (Клейнер, 2010). Каждому экономическому процессу (из четырех указанных) соответствует *глагол*, выражающий соответствующее действие, – производить, потреблять, распределять, обменивать. Поэтому в структуре описания картины экономического мира в системной экономике экономические процессы соответствуют *сказуемому*.

В ту же группу членов предложения при описании системной экономики попадают управленческие процессы. В общем случае под управлением понимается влияние одной системы (субъекта управления) на другую (объект управления), направленное на обеспечение заданного первой системой режима функционирования второй системы. Управление осуществляется путем выполнения определенных управленческих действий (операций, процессов). К их числу относятся: планирование, организация, распоряжение, координация и т.п. – подобно тому, как каждому управленческому процессу соответствует глагол, выражающий данное действие, – планировать, организовывать, распоряжаться, координировать. Поэтому в структуре описания картины экономического мира в системной экономике управленческие процессы, наряду с экономическими, соответствуют *сказуемому*.

3. *Природные и экономические блага*. Экономические и природные блага – предметы, явления или образования, обладающие полезностью для экономических систем и служащие ресурсом и результатом функционирования экономических процессов. Среди благ выделяются так называемые *первичные*, или *базовые*, блага – доступный для использования той или иной системой объем пространства и период времени.

В структуре предлагаемого системного описания экономики блага играют роль *дополнения*.

4. *Свойства экономических систем и благ.* В литературе рассматриваются различные характеристики экономических систем. Так, выделяют большие и сложные системы; далее системы классифицируют по: целям создания, функциям, «материалу», из которых они созданы, и т.д. В данной версии системной экономики в качестве первичных классифицирующих свойств экономических систем рассматриваются особенности их границ в пространственно-временном универсуме. Важную роль в данной версии системной экономики играют также свойства, определяющие потенциальные возможности функционирования систем в том или ином аспекте и в тех или иных условиях («способности» экономических систем). В качестве первичных способностей экономических систем фигурируют способности эффективно использовать данную системы таких благ, как доступное для системы пространство и время.

В структуре системного описания экономики способности и другие свойства экономических систем играют роль *определений*, характеризующих признаки экономических систем.

5. *Взаимоотношения и взаимосвязи.* В данном варианте системной экономики в качестве атрибутивных связок между перечисленными элементами тезауруса рассматриваются два бинарных и одно тернарное отношение, отражающие следующие устойчивые (постоянные) связи: бинарное отношение «экономическая система – экономический процесс»; бинарное отношение «экономический процесс – управленческий процесс»; тернарное отношение «экономический процесс – входное благо – выходное благо».

Обозначим через $SYS = \{sys\}$ множество рассматриваемых экономических систем, через $PROEC = \{proec\}$ – множество экономических процессов, $PROMA = \{proma\}$ – множество управленческих процессов, $GOOD = \{\text{good}\}$ – множество благ. Распределение совокупности экономи-

ческих процессов по множеству экономических систем выражается с помощью бинарного отношения $\varphi \subset SYS \times PROEC$ на декартовом произведении множеств *SYS* и *PROEC*. Отношение

$$\varphi = \{(sys, proec), \text{ если система } sys \text{ реализует процесс } proec \text{ на постоянной основе}\}$$

может быть названо отношением *функционирования экономических систем*.

Отношение $\rho \subset PROEC \times PROMA$ на произведении множеств экономических и управленческих процессов выражает связь между процессами управления как субъектами управления и экономическими процессами как объектами управления:

$$\rho = \{(proma, proec), \text{ если экономический процесс } proec \text{ регулируется управленческим процессом } proma\}.$$

Такое отношение ρ может быть названо отношением *управления процессами*.

Наконец, третье, тернарное отношение $\pi \subset PROEC \times GOOD \times GOOD$ характеризует функционирование экономических процессов с точки зрения входных и выходных потоков благ. Отношение задается условием:

$$\pi = \{(proec, good1, good2), \text{ если благо } good1 \text{ является исходным ресурсом, а благо } good2 \text{ – выходным результатом процесса } proec\}.$$

Такое отношение может быть названо отношением *функционирования экономических процессов*.

Атрибуция, задаваемая отношениями φ, ρ и π, характеризует *обстоятельства* функционирования системной экономики. В дальнейшем, после проведения согласованной классификации систем, их способностей, экономических и управленческих процессов и благ, эти отношения будут специфицированы применительно к фактор-множествам, образованным соответствующими классами составляющих картины мира системной экономики.

Таким образом, тезаурус описания системной картины мира включает экономические системы; экономические процессы; управленческие процессы; экономические и природные блага; способности экономических систем; атрибутивные отношения, связывающие перечисленные компоненты.

В целом, как мы видим, картина мира экономики, отражающая взаимодействия экономических систем, возникающие по поводу экономических и природных благ и реализуемые в ходе экономических и управленческих процессов при пространственно-временном перемещении этих благ, является достаточно полной и соответствует структуре предложений как ключевых семантических единиц естественного языка.

1.2. Классификация экономических систем. Построение базовой классификации экономических систем основывается на следующих наблюдениях. Для такой экономической системы, как предприятие (фирма), характерно, как правило, наличие занимаемой им ограниченной территории. В то же время период жизнедеятельности (жизненный цикл) предприятия, наоборот, обычно не ограничивается. В противоположность этому, если в качестве экономической системы рассматривать процесс распространения определенной инновации (вместе с механизмами поддержки и участниками процесса), то можно заметить, что эта система не имеет имманентных территориальных границ, распространяется неограниченно, но ее деятельность прекращается после исчерпания источника (инновация перестает быть новшеством). Если рассматриваемой системой является такой инвестиционный проект, как строительство здания, то в этом случае обычно ограничены и территория, и продолжительность реализации. Наконец, рассматривая в качестве системы информационную среду экономики, мы видим, что она не имеет собственных ни пространственных, ни временны́х ограничений.

Все это говорит о том, что наличие/отсутствие априорных временны́х/пространственных ограничений может служить естественным классификационным признаком для первичной дифференциации экономических систем. Уточним: когда речь идет о неограниченности системы во времени, это не означает, что данная система существует спокон веку и навсегда. Это означает лишь, что априорные имманентно присущие временные ограничения ее существования отсут-

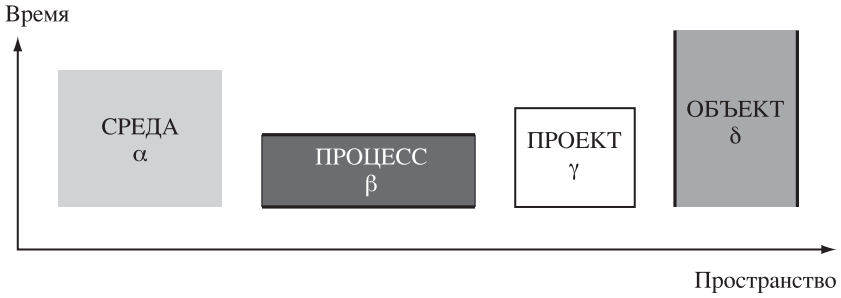

Рис. 1. Условное изображение четырех базовых типов систем в координатах «пространство–время»

ствуют, а срок ее жизни неизвестен. Такая система *ведет себя и воспринимается* общественным наблюдателем так, как будто ее функционирование будет длиться бесконечно (для предприятий неограниченность во времени нашла свое отражение в общепризнанном принципе «*going concern*»). Аналогичным образом, когда мы говорим о неограниченности системы в пространстве, это означает, что априорные и имманентно присущие системе пространственные ограничения ее локализации неизвестны. В общем случае можно говорить о степени выраженности характеристик локализованности системы, об уверенности в принадлежности конкретной системы к числу пространственно или хронологически ограниченных или неограниченных. Классификационным признаком здесь является характер положения системы относительно внешней среды.

В итоге: в зависимости от локализованности или нелокализованности в пространстве или во времени совокупность экономических систем $SYS = \{sys\}$ делится на четыре группы (класса). Как показано в (Клейнер, 2007), полученные четыре класса соответствуют четырем широко употребляемым в экономическом дискурсе понятиям: среда, процесс, проект и объект (табл. 1).

Символическое изображение четырех базовых типов систем представлено на рис. 1. Утолщенные горизонтальные или вертикальные части границ прямоугольников символизируют ограниченность систем по периоду функционирования или размещению в пространстве.

Отметим, что геометрические размеры и расположение прямоугольников, обозначающих соответствующие системы, выбраны произвольно. В дальнейшем для удобства восприятия мы на рис. 1 будем изображать проектные, средовые, объектные и процессные системы с помощью равных прямоугольников.

Осуществляя экономическую деятельность, т.е. процессы производства, потребления, распределения и обмена, экономическая система осуществляет *воспроизводство* своего состояния и положения в экономическом пространстве. Так, объектная система обеспечивает неограниченное продолжение функционирования во времени и сохранение или расширение занимаемого ею пространства; средовая система обеспечивает неограниченное продолжение функционирования во времени и неограниченное распространение в пространстве; процессная система – сохранение в пределах отведенного жизненного цикла и неограниченное распространение в пространстве; проектная система – продолжение функционирования в отведенной пространственной зоне и в заданном периоде. Таким образом, воспроизводственный характер и, соответственно, цели функционирования у экономических систем разного типа различны.

Таблица 1. Базовая классификация экономических систем

Имманентная локализация в пространстве	Имманентная длительность жизненного цикла	
	Ограничена (определенная длительность)	Не ограничена (неопределенная длительность)
Ограничена (пространственная определенность)	**Проект** (пример: строительство)	**Объект** (пример: предприятие)
Не ограничена (пространственная неопределенность)	**Процесс** (пример: диффузия инноваций)	**Среда** (пример: законодательство)

Отметим, что системы четырех указанных типов распределены по всему пространству экономики, присутствуют на всех уровнях – от микро- до мегауровня. Так, на любом предприятии сколько-нибудь значительных размеров функционируют системы объектного типа (пример – структурные подразделения); средового типа (система внутрифирменных регламентов и норм, информационная инфраструктура), процессного типа (например, система информационного обеспечения производства); системы проектного типа (инвестиционные или инновационные проекты).

На макроуровне можно выделить следующую четверку систем разных типов: государство (система объектного типа); общество (система средового типа); экономика (система процессного типа, реализующая процессы производства, потребления, распределения и обмена); предпринимательство, или бизнес (система проектного типа, осуществляющая предпринимательские инициативы).

Таким образом, согласно данной классификации и каждой экономической системе $sys \in SYS$ соответствует ее тип $\tau(sys) \in \Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$.

1.3. Классификация экономических процессов. Выше уже отмечалось, что многообразие экономических процессов может быть представлено в виде четырех групп процессов: производства (P), потребления (C), распределения (D) и обмена (E). Будем обозначать через Π совокупность типов (классов) экономических проектов: $\Pi = \{P, C, D, E\}$.

Для дальнейшего анализа интерес представляет системная интерпретация и классификация этих процессов в терминах, близких тем, которые использовались в п. 1.2 для описания функционирования экономических систем.

Производство: создает экономические блага в виде товаров, услуг, работ с последующей транспортировкой их за пределы пространства, занимаемого системой-производителем. Товарное производство возможно лишь при ограниченности занимаемого производителем пространства. Таким свойством обладают системы объектного и проектного типов.

Потребление: обеспечивает во времени воспроизводство системы потребителя. Реализуется системами средового и объектного типа.

Распределение: стремится к преодолению пространственной локализации, поддерживает процесс освоения пространства. Реализуется системами средового и процессного типов.

Обмен: обеспечивает появление или исчезновение некоторого блага в данном месте в течение ограниченного промежутка времени (воспринимаемого наблюдателем как краткий). Реализуется системами проектного и процессного типов.

Таким образом, результатом каждого экономического процесса является какое-либо благо. Это означает, что в принципе можно говорить об обобщенной производственной функции каждого экономического процесса, модели зависимости полезного результата деятельности системы от внешних и внутренних факторов и условий (см. п. 2.3).

1.4. Классификация управленческих процессов. Согласно А. Файолю (Файоль, 1916), каждая управленческая операция сводится к последовательно-параллельному выполнению пяти видов действий: планирования, организации, распоряжения, координации и контроля. При этом контроль как проверка исполнения отданных распоряжений носит универсальный характер и может быть рассмотрен поэтому как неотъемлемая часть любых информационно-управленческих процессов. Содержательно различными остаются четыре управленческих процесса: планирование, организация, распоряжение и координация. Ниже мы дадим универсальную интерпретацию этих процессов с точки зрения пространственно-временно́го анализа. Оказывается, что в контексте принятого в системной экономике пространственно-временно́го подхода управление сводится к последовательно-параллельному соединению операций координации и организации, применяемых с учетом пространственного или временно́го описания ситуации. Поскольку эти действия как основа управления были впервые выделены А. Файолем (Файоль, 1916), это утверждение условно можно было бы назвать «*теоремой Файоля*».

Можно показать (Клейнер, 2013), что операции планирования, организации, распоряжения и координации образуют в определенном смысле полную систему действий, обеспечивающую

Таблица 2. Базовые типы управленческих процессов

Управленческие процессы	Действие осуществляется по отношению к «контрольным точкам»	
	во времени	в пространстве
Организация (в широком смысле) Координация (в широком смысле)	Планирование (ОВ) Распоряжение (КВ)	Организация (по Файолю) (ОП) Координация (по Файолю) (КП)

управление как процесс достижения заданных характеристик управляемой сферы в заданные моменты времени и заданных точках пространства. Если ввести, отойдя от терминологии Файоля, понятие организации (в широком смысле) как установления («расстановки») контрольных точек для проверки достижения целевых уровней заданных характеристик управляемой сферы в пространстве и во времени, а понятие координации (в широком смысле слова) как процесса сближения уровней «факта» и «цели» в контрольных точках на оси времени, то планирование оказывается операцией, эквивалентной обобщенной организации по отношению ко времени, а распоряжение – операцией, эквивалентной обобщенной координации также применительно к временному аспекту, организация (по Файолю) – организации по отношению к пространству, а координация (по Файолю) – эквивалента обобщенной координации в пространстве.

Введем обозначения (аббревиатуры) для четырех видов управляющих действий, основываясь на предложенной декомпозиции. Планирование мы интерпретировали как организацию применительно к контрольным точкам во времени, что позволяет кратко охарактеризовать планирование как *организацию времени* (ОВ). Организацию (по Файолю) в этом же духе мы обозначаем как *организацию пространства* (ОП); распоряжение – *координацию времени* (КВ); координацию (по Файолю) – *координацию пространства* (КП). Теперь любое управленческое действие, направленное на регулирование функционирования предметной сферы, можно представить как комбинацию действий типа ОВ, ОП, КВ и КП.

Полученная классификация отражена в табл. 2. Отметим, что табл. 2 имеет такую же структуру, как и табл. 1, она отражает классификацию экономических систем и благ. Ниже мы покажем, что все эти классификации согласованы между собой и позволяют сформировать единую равновесную схему взаимодействия основных участников, предметов и процессов в экономике.

1.5. Классификация экономических и природных благ. Известен ряд классификаций благ с точки зрения экономики. Обычно для классификации используются три вида признаков: характер блага; особенности создания (производства) и потребления (применения). Поскольку блага являются результатами осуществления экономических процессов, в принципе блага можно классифицировать по особенностям их производства, потребления, распределения и обмена. На базовом уровне и в контексте пространственно-временного подхода к исследованию системной экономики для классификации (типологии) благ достаточно двух признаков, определяющих характеристик возможного потребления данного блага, а именно – возможностей доступа к данной единице блага с точки зрения пространства и времени. В этом ключе, как и при классификации экономических систем, логично в качестве первого классификационного шага выделить блага с *определенным* (точнее, доступа к их использованию) и *неопределенным* (не ограниченным априорно) *сроком* существования. Большинство материальных благ имеют неопределенный срок существования, хотя есть и материальные блага с фиксированным сроком годности, например лекарства или скоропортящиеся продукты питания. К благам с ограниченным сроком существования относятся авиабилеты (без возможности изменения рейса), льготы для покупателей в определенный период (так называемые «потребительские акции»), услуги по срочным договорам, например договорам аренды, и др. Обычно блага с определенным сроком существования называются *краткосрочными*, с неопределенным сроком – *долгосрочными*. Мы также будем придерживаться этой терминологии, несмотря на то что, по сути, речь идет не столько о длительности существования блага, сколько о его определенности.

Таблица 3. Базовая классификация экономических благ

Ограниченность пространства доступа	Длительность доступа	
	Ограничена (определенная длительность)	Не ограничена (неопределенная длительность)
Ограничено	**Краткосрочные частные** (КЧБ) (пример: театральный спектакль)	**Долгосрочные частные** (ДЧБ) (пример: изделие)
Не ограничено	**Краткосрочные общественные** (КОБ) (пример: телепередача в прямом эфире)	**Долгосрочные общественные** (ДОБ) (пример: Интернет)

Второй «экзистенциальный» признак классификации видов благ, или видов продукции[1], определяет особенности пространственного положения благ в период их существования. С каждым благом связано «пространство доступа» – область пространства, которую должен занимать непосредственный пользователь данного блага (физическое или юридическое лицо, иная экономическая система). Если это «пространство доступа» ограничено, так что правом доступа может пользоваться только один субъект (одно лицо), то такое благо относится к *частным*. Если пространство доступа не ограничено, данное благо относится к *общественным*.

Таким образом, блага, подобно экономическим системам, можно разделить на 4 группы (типа) по потребительским характеристикам (табл. 3). Принадлежность блага к тому или иному типу определяется расположением и конфигурацией соответствующего ему пространства доступа в пространственно-временном континууме.

Подобно символическим изображениям экономических систем, экономические блага также могут быть представлены в пространственно-временных координатах как ограниченные/неограниченные сверху или по сторонам прямоугольники с различной штриховкой (рис. 2).

Среди благ, играющих роль ресурсов экономических систем, выделяются два вида благ, относящихся к первичным («экзистенциальным») видам системных ресурсов, – объем доступного пространства и период допустимого для работы системы времени. В стратегическом плане именно от этих ресурсов в конечном счете зависит ее результативность. В п. 2.2 будут рассмотрены производственные функции, формализующие эту зависимость.

1.6. Классификация способностей экономических систем. Теория способностей (capabilities) экономических агентов возникла практически одновременно с теорией ресурсной базы экономических агентов (Resource-Based View, RBV). Уже в работах предтеч ресурсной концепции обращалось внимание на то, что «фирма может извлекать ренту не потому, что обладает лучшими ресурсами, а скорее вследствие наличия у нее отличительной способности, позволяющей лучше использовать эти ресурсы» (Penrose, 1959, p. 54). В принципе способности фирмы весьма разнообразны. Каждый самостоятельный вид ресурсов требует способностей использовать этот ресурс. Кроме того, способности фирмы могут быть связаны с использованием сочетания ресурсов различных видов. На первичном уровне рассмотрения можно говорить о взаимнооднозначном соответствии между видами ресурсов и видами способностей фирмы (Клейнер, 2011б). Теория способностей как часть общей теории ресурсной базы была развита в работах (Teece, Pisano, Shuen, 1997; Makadok, 2001; Бухвалов, Катькало, 2005 и др.). Несмотря на более чем двадцатилетнюю историю развития, общепринятой классификации способностей фирмы, а тем более – способностей произвольной экономической системы, не существует. Применительно к задачам данной работы мы предлагаем следующую классификацию.

В зависимости от объекта применения способностей будем делить их на *диспозитивные*, *координационные* и *ассимиляционные*. Диспозитивные способности характеризуют возможности системы по эффективному использованию *положения* системы в пространственно-временно́м универсуме; координационные способности отражают возможности системы по координации

[1] Понятие блага, вообще говоря, шире понятия продукции, поскольку благами могут быть и природные факторы, – такие как чистый воздух, ясная погода и т.п.

Рис. 2. Условное изображение четырех базовых типов благ в зависимости от ограниченности/неограниченности доступа к ним во времени и в пространстве

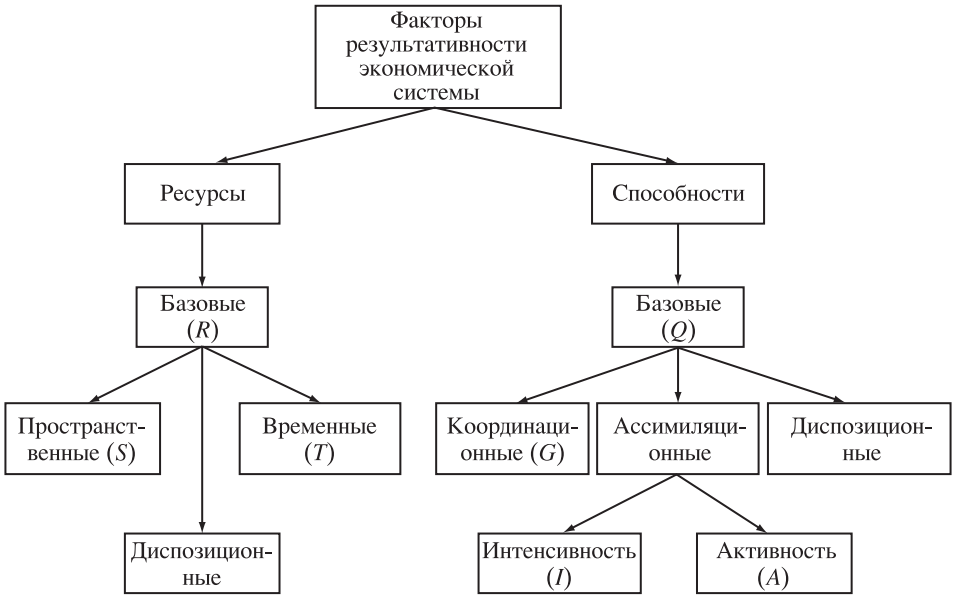

Рис. 3. Факторы результативности экономических систем

(комбинированию, интеграции, заменяемости) ее ресурсов; ассимиляционные способности определяют результативность использования каждого вида ресурсов, в том числе адаптацию ресурсов данного вида к внутрисистемным условиям, вовлечение во внутрисистемные процессы. На базовом, первичном уровне, когда в качестве ресурсов рассматриваются объемы доступного для деятельности системы пространства S и длительность допустимого для деятельности системы интервала времени T, ассимиляционные способности делятся на две группы: способности к эффективному использованию пространственного ресурса (*интенсивность*, I) и временного ресурса (*активность*, A) (рис. 3).

Способности характеризуют возможности экономической системы эффективно использовать контролируемые ею ресурсов. Понятия ресурсов и способностей можно рассматривать как двойственные. Так, зафиксировав понятие способностей системы, можно говорить о ее ресурсах как о сфере применения этих способностей, а зафиксировав понятие ресурса – о способностях системы как потенциале использования ресурсов. Таким образом, мы рассматриваем в рамках системной экономики три вида способностей: G, I, A и их возможные комбинации $CAP = \{\{G\}, \{I\}, \{A\}, \{I, A\}, \{G, I\}, \{G, A\}, \{G, I, A\}$ как характеристики потенциала отдельных систем того или иного типа.

1.7. Взаимоотношения и взаимосвязи основных компонент системной экономики. Задача данного подраздела – спецификация отношений «экономические системы – экономические процессы», «экономические процессы – управленческие процессы» и «экономические систе-

Таблица 4. Распределение базовых экономических процессов между системами различных типов

№ п/п	Тип системы	Основной процесс, реализуемый системой	Дополнительный процесс, реализуемый системой
1	Объектная	Производство	Потребление
2	Средовая	Потребление	Распределение
3	Процессная	Распределение	Обмен
4	Проектная	Обмен	Производство

мы – экономические процессы – ресурсные и результативные блага» для множества классов систем, процессов и благ, введенных ранее в п. 1.4–1.6.

1. «Экономические системы – экономические процессы». Принципиальное различие в функциях разных экономических систем связано прежде всего с различием в интенсивности участия системы в реализации экономических процессов производства, потребления, распределения и обмена. В (Клейнер, 2008) обосновано распределение этих базовых типов экономических процессов между базовыми типами систем. Несмотря на то что система каждого типа участвует в той или иной степени в реализации каждого из четырех базовых экономических процессов, ключевыми для каждой системы являются два из них, причем один реализуется в качестве основного, другой – в качестве дополнительного (табл. 4).

Последовательность нумерации типов экономических систем, «объект – среда – процесс – проект», использованная в табл. 4, отражает воспроизводственный цикл в рыночной экономике (Клейнер, 2010). Последовательность экономических процессов «производство – потребление – распределение – обмен», реализующих этот цикл, отражается в табл. 4 дважды: один раз в последовательности основных функций систем, второй (со сдвигом на одну позицию – в последовательности дополнительных функций). Таким образом, имеет место своеобразная двойная спираль взаимодействия экономических систем через взаимосвязь экономических процессов.

Классификация систем τ, представленная в п. 1.2, позволяет при описании функционирования системной экономики перейти от множества *SYS* отдельных экземпляров *sys* экономических систем ($SYS = \{sys\}$) к классам однотипных систем – *фактор-множеству типов* экономических систем $\tau(SYS) = \Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$. Первое отношение, подлежащее спецификации при переходе к системной экономике, – отношение функционирования (сохраним обозначение φ). Будем считать φ тернарным отношением на декартовом произведении множества типов систем Σ и двух экземпляров множества классов экономических процессов П: на первом месте будет располагаться процесс, реализуемый системой в качестве основного, на втором – процесс, реализуемый в качестве дополнительного.

В соответствии с табл. 4 отношение φ имеет вид

$$\varphi = \{(\alpha, C, D), (\beta, D, E), (\gamma, E, P), (\delta, P, C)\}.$$

2. «Экономические процессы – управленческие процессы». Экономические процессы являются естественной предметной сферой управленческих операций в рамках регулярного менеджмента. Обращаясь вновь к естественному языку как источнику скрытых экономических смыслов, можно заметить, что такие выражения, как «планирование производства»; «организация распределения»; «распоряжение об обмене» входят в число устойчивых словосочетаний. Что же касается координации как одного из видов управленческих действий, то для нее наиболее естественной предметной сферой представляется, если исходить из лингвистических соображений, процесс потребления («координация потребления»).

Процесс производства обычно осуществляется на основе последовательных переделов исходных материалов, или сырья, что подразумевает организацию процесса производства во времени. Это означает, что ведущим управленческим действием, регулирующим процесс производства, является планирование.

Процесс потребления также базируется на согласовании ситуаций в различных частях (пунктах) пространства и в различных процессах доставки благ, поэтому его успешное протекание возможно лишь при наличии координирующего пространственного управления.

Процесс (акт) распределения, в противоположность производству, носит, как мы видели в п. 4, преимущественно пространственный характер. Поэтому управление этим процессом требует пространственного размещения локальных управленческих центров и является предметной сферой процесса организации пространства.

Наконец, обмен как процесс (акт) перемены пространственного размещения благ снова возвращает нас к взаимодействиям между периодами, поскольку фиксирует отличия в размещении благ до и после обмена. Регулирующим здесь должен быть процесс координации во времени.

Таким образом, связка «управленческий процесс – экономический процесс» выражается следующим образом: «планирование → производство»; «организация → распределение»; «распоряжение → обмен»; «координация → потребление».

Отношение управления ρ на произведении множеств экономических процессов $\Pi = \{P, C, D, E\}$ и множества классов управленческих процессов $M = \{$ОВ, КП, ОП, КВ$\}$ имеет вид:

$$\rho = \{(P, \text{ОВ}), (C, \text{КП}), (D, \text{ОП}), (E, \text{КВ})\}.$$

3. «Экономические процессы – природные и экономические блага». Начнем с процесса потребления, реализуемого как активный системами двух типов: средовыми и объектными (именно этот процесс составляет общую часть совокупностей функций, исполняемых системами этих видов). Системная роль этого процесса заключается в поддержании во времени функционирования и развития объектных и средовых систем. В общем случае это следует рассматривать как благо особого рода. Поскольку функционирование объектных и средовых систем, как правило, приносит пользу обществу в течение неопределенного срок жизненного цикла, то это благо следует отнести к классу общественных *долгосрочных* (ДОБ). Можно зафиксировать ДОБ как результат экономического процесса потребления.

Распределительная деятельность, как мы видели в п. 1.2, характерна для систем средового и процессного типов. Результатом этой деятельности является поддержка распространения функционирования систем средового и процессного типа в пространстве. Эта деятельность имеет периодический, «волновой» характер, поскольку распределение имеет конкретный предмет распределения, размещение которого в пространстве представляет собой некий относительно краткосрочный акт. После этого акта предмет распределения меняется, и начинается следующий акт распределения. Таким образом, результат распределения должен быть охарактеризован как общественное благо, имеющее, как правило, *краткосрочный* характер. Потребление этого блага имеет общественный характер и относится, следовательно, и благо относится к типу *общественных* благ (КОБ). Обобщая, получаем, что результатом процесса распределения служит КОБ.

Результат обмена как общей функции для процессных и проектных систем относится к числу локальных и *краткосрочных* благ (КЧБ).

Обратим внимание на то, что в процессах потребления, распределения и обмена создавались блага, обретающие форму услуг или создания условий для функционирования экономики. Создание материальных ценностей, имеющих предметную форму, составляет процесс производства, характерный для объектных и проектных систем. Его непосредственным результатом служат, в основном, изделия, т.е. блага с ограниченным пространством допуска и неопределенным сроком функционирования (ДЧБ).

Теперь, основываясь на приведенном выше системном описании результатов протекания базовых экономических процессов и на представлении воспроизводственного цикла в виде «кольца» «производство – потребление – распределение – обмен – производство» (Клейнер, 2010), а также на концепцию кругового взаимодействия экономических систем в виде «объектная система – средовая система – процессная система – проектная система» (Клейнер, 2011а), мы можем следующим образом описать входы и выходы этих процессов. Результат процесса производства, осуществляемого в рамках объектной системы (т.е. долгосрочное частное благо), поступает в систему средового типа и потребляется в рамках этой системы. Процесс потребления, реализуе-

мый средовой системой в качестве основного, использует в качестве исходного результат работы объектной системы. Таким образом, с системной точки зрения процесс потребления состоит в преобразовании частных долговременных благ в общественные долговременные блага. Далее, результат процесса потребления (ДОБ), интерпретируемый как подготовка пространства к реализации процесса распределения, служит исходным для этого процесса. На следующем этапе процесс распределения, реализуемый процессной системой в качестве основного, использует долговременные общественные блага для получения краткосрочных общественных благ. Поступая затем в проектную систему, которая реализует в качестве основного процесс обмена, эти блага преобразуются после прохождения обмена в краткосрочные частные блага. Проектная система преобразует, таким образом, краткосрочные общественные блага в частные, чем замыкает производственно-воспроизводственный цикл.

С учетом всего сказанного, мы можем рассматривать π как отношение на декартовом произведении двух экземпляров множеств классов благ {КЧБ, ДЧБ, ДОБ, КОБ} и множества классов процессов $\{P, C, D, E\}$. При этом отношение π имеет вид:

$$\pi = \{(\text{КЧБ}, P, \text{ДЧБ}), (\text{ДЧБ}, C, \text{ДОБ}), (\text{ДОБ}, D, \text{КОБ}), (\text{КОБ}, E, \text{КЧБ})\}.$$

4. «Экономические системы – экономические способности». Мы предполагаем, заимствуя этот принцип из неоклассики, что наличие пространственных (временны́х) ограничений для системы при прочих сходных условиях вынуждает использовать доступные для нее базовые ресурсы более экономно, совершать в единице объема пространства (в единичный период времени) большее количество действий, чем при отсутствии таких ограничений. Системы с ограниченным жизненным циклом экономически действуют при прочих равных условиях *активно*, т.е. готовы совершать значительное число действий в единицу времени. Ограниченные в пространстве системы функционируют *интенсивно*, т.е. стремятся к интенсивному использованию занимаемого пространства. Можно говорить о двух видах (формах) проявления энергии экономических систем: энергии, расходуемой на эффективное использование занимаемого системой пространства (интенсивности), и энергии, расходуемой на эффективное использование предоставленного системе периода времени (активности). Как показано в (Клейнер, 2011б), это задает отношение ζ на произведении $\Sigma \times CAP$ множества типов систем Σ и множества подмножеств видов способностей CAP

$$\zeta = \{(\alpha, \{G\}), (\beta, \{G, A\}\}, (\gamma, \{G, I, A\}), (\delta, \{G, I\})\}.$$

2. СИСТЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

2.1. Структурная системно-ориентированная модель общего равновесия. Содержание предыдущих разделов дает возможность определить состав самостоятельных компонент системной экономики в виде набора *SEC* из 16 множеств и четырех отношений:

$$SEC = \langle \alpha, \beta, \gamma, \delta; P, C, D, E; \text{ОВ}, \text{КП}, \text{ОП}, \text{КВ}; \text{КЧБ}, \text{ДЧБ}, \text{ДОБ}, \text{КОБ}; \varphi, \rho, \pi, \zeta \rangle.$$

Теперь у нас есть все данные для формирования общей структурной модели функционирования экономики. Основными «действующими лицами» подлежащей моделированию системной картины мира являются, как уже говорилось, экономические системы, поэтому модель, отражающую ключевую роль экономических систем в функционировании экономики, можно, пользуясь аналогией с агенто-ориентированными моделями – новым направлением, разрабатываемым коллективом сотрудников ЦЭМИ РАН под руководством В.Л. Макарова (Макаров, Бахтизин, 2013), – назвать *системно-ориентированной*. В отличие от агенто-ориентированных моделей предлагаемая здесь модель экономики отражает деятельность не каждой отдельной экономической системы, а функционирование типовых представителей каждого класса систем. На уровне фактор-множеств, сформированных в результате классификации основных компонент экономики, предложенной в п. 1.2–1.6, модель отражает кругооборот экономических благ в структуре экономических систем и процессов.

Вербальное описание модели состоит в следующем. Каждый экономический процесс, протекающий в рамках той или иной экономической системы (в соответствии с табл. 4), созда-

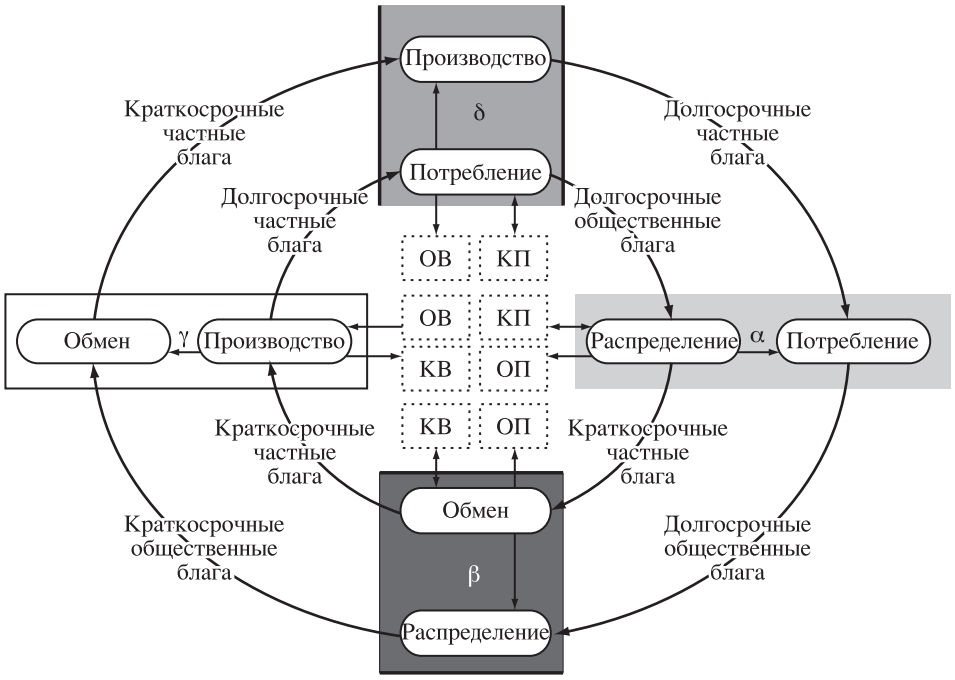

Рис. 4. Структурная модель функционирования системной экономики (процессно-ориентированное управление)

ет определенный вид экономических благ, используемых, в свою очередь, в качестве факторов «производства» для другого экономического процесса. При этом функциональное взаимодействие между экономическими системами реализуется посредством передачи благ как результатов осуществления экономических процессов производства, потребления, распределения и обмена. Предметной сферой для управленческих процессов служат экономические процессы, регулируемые с помощью управленческих операций координации и организации. При этом первичными источниками формирования управленческих действий служат сами управляемые процессы (рис. 4).

Приведенная схема может рассматриваться в качестве паттерн-модели общего равновесия экономики как арены взаимодействия экономических систем, процессов и управленческих операций в ходе создания и обращения благ. Качественная структурная картина взаимодействия может быть дополнена за счет количественных соотношений, включая модели спроса и предложения. Подходы к построению производственных функций экономических систем рассмотрены ниже в п. 2.3.

Представляется важным, что все компоненты предложенной структурной модели получены на базе классификационных процедур, изложенных в 1.2–1.6. Отношения, возникающие в экономике, оказалось возможным воспроизвести в виде математических конструкций – отношений φ, ρ, π, ζ, представленных в структуре на рис. 4.

Заметим, что каждая экономическая система регулируется с помощью двух из четырех видов управленческих процессов: объектная система – с помощью процессов планирования и координации; средовая – координации и организации; процессная – организации и распоряжения; проектная – распоряжения и планирования. Эти пары процессов реализуют цели поддержания функционирования систем в пространственном и временно́м аспектах. Объединив их и рассмотрев пары видов управления как отдельный вид (что по сути дела можно уподобить переходу к другой системе координат), мы получим сочетание процессного и системного управления в экономике (рис. 5). Здесь управление экономическими процессами внутри экономической системы представлено как управление системой в целом. (На рис. 5 отмечены не нашедшие места на рис. 4 способности, которыми обладают системы каждого типа в силу природных особенностей.)

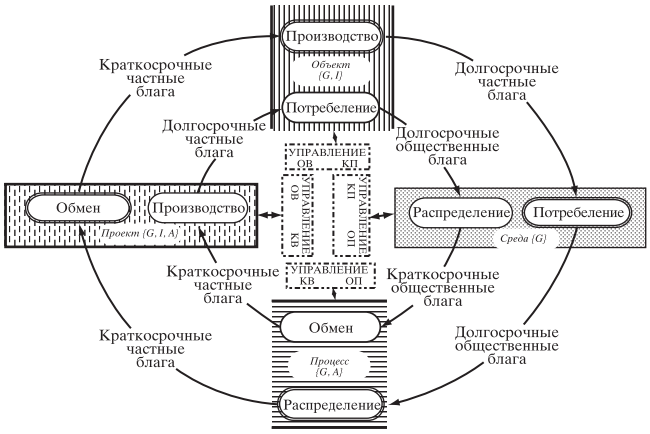

Рис. 5. Структурная модель функционирования системной экономики (системно-ориентированное управление)

Если рассматривать данную структуру как логическую модель устойчивых взаимосвязей четырех конкретных экономических систем разных типов, то естественно возникает вопрос о согласовании управленческих действий между четырьмя органами управления системами, входящими в данную группу («тетраду»). Поскольку соседствующие на рис. 5 виды управления имеют общие части, реализующие один и тот же вид управления, целесообразно было бы объединить управление четырьмя элементами тетрады в общий блок управления всем комплексом. Анализ реальных ситуаций показывает, что следует полагать, что движение к объединенному управлению от «компонентного», локального возникает естественным образом в ходе самоорганизации экономики. Координация управления в рамках тетрады может стать важным резервом повышения эффективности всех входящих в тетраду экономических систем.

Заметим, что в этом случае длительность жизненного цикла всей данной тетрады не может превосходить максимальной длительности жизненных циклов процессной и проектной систем, входящих в тетраду.

Как показано в (Клейнер, 2011а), такой комплекс обладает относительной самостоятельностью, самовоспроизводимостью и способностью к саморазвитию (необходимость этих качеств обоснована в (Степин, 2003), Для этого необходимо, в частности, чтобы внутренние подсистемы, завершающие свой жизненный цикл, замещались другими однотипными системами с сохранением тетрады как единого комплекса.

Основной проблемой функционирования тетрадных комплексов является несовпадение жизненных циклов, входящих в комплекс. Тем не менее в рамках системного подхода может быть предложена модель организации системной экономики, позволяющая решить эту проблему. Для этого взаимодействие тетрад в экономике предлагается осуществлять на базе «паркетной» структуры, показанной на рис. 6. Здесь для упрощения рисунка «двухканальная» связь между соседними системами (см. рис. 4, 5) представлена одной стрелкой, содержание которой определяет аббревиатурой в центре стрелки: ЧБ – частные блага, как краткосрочные, так и долгосрочные; ДБ – долгосрочные блага, как частные, так и общественные; КБ – краткосрочные блага, как частные, так и общественные; ОБ – общественные блага, как краткосрочные, так и долгосрочные.

На рис. 6 изображен фрагмент «паркетной» схемы организации экономики. Здесь задействованы 16 систем по четыре системы каждого типа. Линии, соединяющие прямоугольники и выходящие за пределы «большого квадрата», символизируют обмены благами четырех видов в соответствии с рис. 6. На схеме представлены возможные группировки систем в виде 9 тетрад, так что каждая система участвует в деятельности ровно четырех тетрад. Данная схема дает ориентиры и для решения вопросов о замене в тетрадах систем, имеющих ограниченную длительность жизненного цикла: поскольку каждая долгосрочная система имеет постоянный контакт с двумя краткосрочными, это позволяет ей переключиться в случае необходимости на «запасной» вариант.

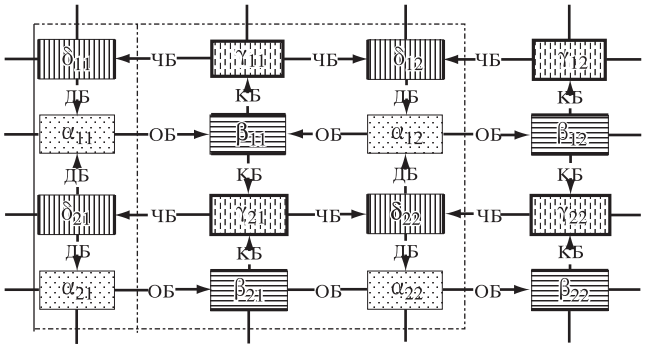

Рис. 6. Фрагмент «паркетной» структуры организации системной экономики

Приведенная «паркетная» схема показывает, с одной стороны, каналы влияния на деятельность тех или иных систем, с другой – возможные узкие места в организации экономики, требующие внимательного мониторинга, а при необходимости – и регулирующего вмешательства.

В целом мы видим, что концепция системной экономики как экономики взаимодействия экономических систем четырех разных типов, обладающих четырьмя группами способностей, осуществляющих четыре вида экономических процессов по производству, потреблению, распределению и обмену четырех видов экономических благ под управлением четырех видов управленческих операций, представляет собой надежную основу как для развития экономической теории, так и для разработки рекомендаций по организации и управлению экономическими процессами.

В следующем разделе макроэкономический структурный подход будет дополнен построением количественных моделей функционирования экономических систем.

2.2. Моделирование слияний и поглощений экономических систем. Системная структура экономики, т.е. состав экономических систем, не является постоянной. Процессы создания, реорганизации, ликвидации систем превращают экономику из *множества* взаимодействующих систем в их *популяцию*. Основной вопрос, который исследуется в данном пункте, заключается в следующем, в какой мере классификационные признаки экономических наследуются при их слияниях и поглощениях. В частности, необходимо выяснить, какого типа системы образуются в результате слияний и поглощений. Для ответа на эти вопросы мы определим алгебраические структуры на множестве систем $SYS = \{sys\}$ и на множестве типов систем $\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$, отражающие операции слияния и поглощения, после чего приведем результаты исследования поведения отображения классификации τ: $SYS \to \Sigma$ относительно этих операций.

Сначала рассмотрим алгебраическую структуру множества экономических систем *SYS*. В Гражданском кодексе РФ определены четыре варианта формирования новых экономических структур на базе имеющихся (реорганизации): слияние, разделение, присоединение, выделение. Можно рассматривать их как отношения на множестве юридических лиц и распространить в концептуальном плане на множество всех экономических систем *SYS*.

В качестве примера алгебраического анализа системной экономики остановимся на слиянии систем. Среди множества возможных видов слияний выделим два: «расширяющее» слияние и «ограничивающее». Расширяющее имеет место, когда возможности каждой из сливающихся организаций расширяются за счет возможностей другой («объединение возможностей»). Ограничивающее («ревнивое») слияние имеет место, когда возможности новой системы не превосходят возможностей каждой из «сливающихся» систем («объединение невозможностей»). Обозначим эти операции через $\oplus$ и $\otimes$, используя первые буквы слов *continuation* и *restriction*. Примерами таких операций могут служить, соответственно, brainstorming, когда все предложения участников учитываются, и консенсус, когда все несовпадающие предложения отвергаются.

Теперь зададим алгебраические структуры на множестве типов $\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$. Введем на множестве Σ две бинарные операции: объединения $\cup$ и пересечения $\cap$ в соответствии с табл. 5 и 6.

При таком задании операций множество типов $\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$ превращается в дистрибутивную решетку. Эта решетка изоморфна решетке $\mathbf{B}\{\beta, \delta\}$ подмножеств двухэлементного множест-

Таблица 5. Операция объединения в алгебре типов

$\cup$	α	β	γ	δ
α	α	α	α	α
β	α	β	β	α
γ	α	β	γ	δ
δ	α	α	δ	δ

Таблица 6. Операция пересечения в алгебре типов

$\cap$	α	β	γ	δ
α	α	β	γ	Δ
β	β	β	γ	γ
γ	γ	γ	γ	γ
δ	δ	Γ	γ	δ

ва и порождается элементами β и δ: $\alpha = \beta \cup \delta$, $\gamma = \beta \cap \delta$. Естественная упорядоченность имеет вид: $\alpha > \beta$, $\delta > \gamma$. Иными словами, средовая система в определенном смысле включает в себя все остальные виды систем.

Можно доказать следующее утверждение. Множество систем $SYS = \{sys\}$ является решеткой относительно операций $\oplus$ и $\otimes$. Множество типов $\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$ является решеткой относительно операций $\cup$ и $\cap$. Типологическое отображение τ: $SYS \to \Sigma$ является гомоморфизмом решеток:

$$\tau(sys_1 \oplus sys_2) = \tau(sys_1) \cup \tau(sys_2) \text{ для любых систем } sys_1, sys_2 \in SYS, \quad (1)$$

$$\tau(sys_1 \otimes sys_2) = \tau(sys_1) \cap \tau(sys_2) \text{ для любых систем } sys_1, sys_2 \in SYS. \quad (2)$$

В частности, расширяющее слияние (р-слияние) объектной и процессной систем приводит к образованию системы средового типа. Ограничивающее слияние (о-слияние) объектной и процессной систем приводит к образованию системы проектного типа.

Отсюда вытекают следующие утверждения.

1. Отображение типологии τ можно считать отображением моделирования.

2. Принадлежность к данному типу является наследуемым признаком при реорганизации экономических систем в виде слияния. Наследуемость определяется условиями (1) и (2).

На базе полученных результатов можно, изучая характер слияния, определить тип вновь возникающей системы. Данный результат может быть использован при изучении демографии популяции экономических систем. Используя полученные ранее результаты относительно функций систем каждого типа в таких сферах, как регулирование соотношение между процессами производства, распределения, обмена и потребления; а также диверсификации/унификации, волатильности/стабилизации экономического пространства–времени (Клейнер, 2011а), можно сформулировать рекомендации по активизации/ограничению процессов слияния экономических систем в целях повышения сбалансированности системной структуры экономики.

2.3. Обобщенные производственные функции экономических систем. Производственные функции (ПФ) как модели зависимости агрегированных показателей объема выпуска продукции от факторов производства составляют существенную часть арсенала количественного экономико-математического моделирования (Клейнер, 1986). В настоящее время идут активные процессы поиска и включения в эти модели таких новых факторов, как знания, организационная культура, институциональные особенности и др. (Иншаков, 2004; Heshmat, 2007). Для развития системной экономики необходимы системно-ориентированные производственные функции, т.е. модели, отражающие работу произвольных экономических систем, в том числе и тех, для которых производство не является основной целью (средовые, процессные системы).

Хорошо известны методы построения ПФ для таких систем, как предприятие, отрасль, регион, страна и т.п. Однако для построения производственных функций произвольных экономических систем придется предварительно прояснить ряд принципиальных методологических вопросов:

1) уточнить понятие производственной функции и обобщить его на произвольные системы (в том числе системы, не осуществляющие производственных процессов);

2) уточнить понятие продукции для произвольных экономических систем;

3) уточнить понятие факторов функционирования экономических систем;

4) исследовать возможность задания универсального вида ПФ для произвольных экономических систем и его спецификации для систем каждого типа.

1. *Развитие и обобщение понятия производственной функции.* Под производственной функцией экономической системы понимается малоразмерная модель зависимости объема полезного результата функционирования системы от внутрисистемных факторов. Под полезным результатом понимается экономическое благо (продукция), создаваемое в процессе функционирования системы. Традиционно в составе результата выделяются конечная продукция, т.е. продукция, направляемая за пределы данной системы, и промежуточная продукция, потребляемая внутри самой системы. В связи с тем что однозначное понятие «предела», т.е. границ системы, определено не для всех типов систем, возникает необходимость уточнить понятие продукции.

2. *Уточнение понятия продукции для различных классов экономических систем*. Для объектных систем определены пространственные границы, поэтому конечная продукция – это полезные результаты, направляемые вовне через пространственные границы объектной системы. Показатели объема этой продукции должны иметь временну́ю индикацию, например год. Для процессных систем, не имеющих пространственных границ, продукция – это полезный результат, направляемый через временны́е границы в другие системы. Временна́я индикация не является обязательной, поскольку конечная продукция возникает только по завершении функционирования процессной системы. Для проектных систем, имеющих как пространственные, так и временны́е границы, конечной продукцией являются как полезные результаты, создаваемые в процессе функционирования и направляемые вовне через пространственные границы (для них нужна временна́я индикация), так и результаты, возникающие после завершения функционирования проекта (временная индикация не обязательна). Что касается средовых систем, то для них понятие конечной продукции отсутствует, все создаваемые полезные результаты потребляются внутри системы. Такая ситуация заставляет дать наименования соответствующим моделям, дополняющие традиционное понятие производственной функции (табл. 7, рис. 7).

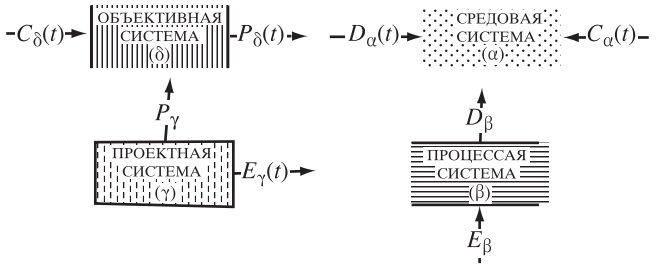

Рис. 7. Символические изображения продукции объектных, средовых, процессных и проектных экономических систем

Мы видим, что каждый тип блага, создаваемый экономической системой, выступает один раз в качестве основной и один раз в качестве дополнительной функции системы; точно так же один раз этот вид блага направляется внутрь системы и один раз – вовне. Картина выглядит достаточно логичной.

Из табл. 7 видно, что с временно́й точки зрения для процессной и проектной систем продукция является терминальным показателем, т.е. относится к моменту окончания работы системы. В пространственном смысле – это интегральный показатель.

Таким образом, продукция системы делится на конечную, реализуемую за пределы системы, промежуточную, потребляемую в пределах системы, и валовую – объединение конечной и промежуточной. Можно, соответственно, говорить о конечной, промежуточной и валовой ПФ. Для объектной системы могут быть в принципе построены две промежуточные производственные функции и одна конечная; для средовой системы – две промежуточные ПФ; для процессной си-

Таблица 7. Характеристики обобщенных производственных функций экономических систем

Тип системы	Наименование обобщенной производственной функции	Обозначение	Основная или дополнительная для системы	Тип создаваемого блага	Направленность действия по отношению к системе
Объектная система	Функция производства	$P_\delta(t)$	Основная	ДЧБ	Вовне
	Функция потребления	$C_\delta(t)$	Дополнительная	КЧБ	Внутрь
Средовая система	Функция потребления	C_α	Основная	ДОБ	Внутрь
	Функция распределения	D_α	Дополнительная	ДЧБ	Внутрь
Процессная система	Функция распределения	D_β	Основная	КОБ	Внутрь
	Функция обмена	E_β	Дополнительная	ДОБ	Вовне
Проектная система	Функция обмена	E_γ	Основная	КЧБ	Вовне
	Функция производства	$P_\gamma(t)$	Дополнительная	КОБ	Вовне

стемы две промежуточные и одна конечная; для проектной системы – две промежуточные и две конечные ПФ.

Показатели продукции всех типов систем по пространственной характеристике являются *интегральными* (весь рынок), по времени – для проекта и процесса – *терминальными*.

3. *Уточнение понятия и состава факторов производственных функций экономических систем*. Согласно п. 1.7, факторы, определяющие результативность функционирования экономических систем *sys*, делятся на ресурсы, доступные для данной системы (R_{sys}), и способности (Q_{sys}). Общая запись ПФ экономической системы *sys* имеет вид:

$$Y_{sys} = f_{sys}(R_{sys}, Q_{sys}),$$

где Y_{sys} – суммарный объем благ данного типа, создаваемых системой *sys* (для конкретных систем *sys* Y_{sys} превращается в один из показателей, приведенных в табл. 7); R_{sys} – агрегированный показатель объема ресурсов системы *sys* (с учетом их полезности); Q_{sys} – обобщенный показатель уровня способностей системы *sys*; f_{sys} – производственная функция данной системы.

Будем считать, что *Y, R, Q* измеряются в количественной шкале, причем *R* и *Q* являются независимыми переменными.

Функцию $Y_{sys} = f_{sys}(R_{sys}, Q_{sys})$ будем называть *рамочной* производственной функцией экономической системы *sys* (индекс отношения к системе *sys* в дальнейшем будет опускаться).

Для спецификации вида рамочной функции примем следующие предположения.

Предположение 1. Если объем ресурсов системы *R* намного превышает уровень ее способностей *Q*, то ее результативность определяется уровнем ее способностей *Q*.

Предположение 2. Если уровень способностей системы *Q* намного превосходит объем ее ресурсов *R*, то ее результативность определяется объемом ее ресурсов *R*.

Предположение 3. В случае, когда соотношение ресурсов и способностей не слишком мало и не слишком велико, результативность системы определяется объемом ее ресурсов и уровнем способностей, причем эластичность замены факторов в этой области постоянна (не зависит от указанных *R* и *Q*).

Предположение 4. Функция $f(R, Q)$ является непрерывной и однородной первой степени.

Этим требованиям отвечает функция, представляющая собой один из вариантов многорежимной производственной функции (Клейнер, Сирота, 1976; Клейнер, 1986) и имеющая вид композиции функции Леонтьева и функции *CES*:

$$f(R,Q) = (\min(aR, bQ)^u + \min(cR, dQ)^u)^{1/u},$$

где $a > 0$, $b > 0$, $c > 0$, $d > 0$, $u \neq 0$ – параметры.

Поведение функции описывается формулами

$$f(R, Q) = \begin{cases} (b^u + d^u)^{1/u} R, & \text{если } 0 < R/Q < a/b < c/d; \\ ((aR)^u + (dQ)^u)^{1/u}, & \text{если } a/b < R/Q < c/d; \\ (a^u + c^u)^{1/u} Q, & \text{если } c/k < R/Q. \end{cases}$$

Репараметризация позволяет записать основную рамочную ПФ в виде, удобном для анализа ее предельных вариантов по отношению к параметру *u*, определяющему эластичность замены факторов *R* и *Q*:

$$f(R, Q) = k(v(\min(\alpha R, bQ))^u + w(\min(cR, dQ)^u)^{1/u},$$

где $a, b, c, d, k, v, w > 0$, $u \neq 0$ – параметры, $v + w = 1$.

Теперь при $u \to 0^-$ (единичная эластичность взаимозаменяемости ресурсов и способностей системы) получаем:

$$f(R, Q) = \begin{cases} k(b^v d^w) R, & \text{если } 0 < R/Q < a/b < c/d; \\ k(a^v d^w) R^v Q^w, & \text{если } a/b < R/Q < c/d; \\ k(a^v c^w) Q, & \text{если } c/d < R/Q. \end{cases}$$

В нормальной области (т.е. при нормальном соотношении R и Q) здесь имеет место функция Кобба–Дугласа, переходящая по краям нормальной области факторов в линейные однофакторные функции от аргументов, представляющих дефицитные факторы функционирования системы.

При $u \to -\infty$ (случай полной невзаимозаменяемости ресурсов и способностей системы) получаем:

$$f(R, Q) = \begin{cases} k(\min(b, d)R, \text{ если } 0 < R/Q < a/b < c/d; \\ k\min(aR, dQ), \text{ если } a/b < R/Q < c/d; \\ k(\min(a, c)Q, \text{ если } c/d < R/Q. \end{cases}$$

Здесь в нормальной области возникает функция Леонтьева, переходящая на границах нормальной области в однофакторные линейные функции от аргументов, представляющих дефицитные факторы функционирования системы.

Наконец, при $u = 1$, т.е. в случае бесконечной эластичности замены между фактором ресурсов и фактором способностей, получаем:

$$f(R, Q) = \begin{cases} k(va + wc)R, \text{ если } 0 < R/Q < a/b < c/d; \\ k(vaR + wdQ), \text{ если } a/b < R/Q < c/d; \\ k(vb + wd)Q, \text{ если } c/d < R/Q. \end{cases} \quad (6)$$

Функция здесь является кусочно-линейной: линейной двухфакторной от R и Q в нормальной области и линейной однофакторной от аргументов, представляющих дефицитные факторы функционирования системы вне нормальной области.

Теперь выполним дальнейшую спецификацию вида ПФ, приняв во внимание различия в видах ресурсов и способностей, характерных для систем разного типа. Напомним, что в контексте базовой классификации речь идет о двух видах ресурсов: доступном для системы в объеме пространства (S) и допустимом промежутке времени (T), и трех видах способностей: эффективно использовать пространство (I) и время (A), а также способности координировать и комбинировать ресурсы (G). Дальнейшую спецификацию вида производственной функции как декомпозиции аргументов R и Q рамочной функции выполним в следующих предположениях.

Предположение 5. Ресурсы R и способности Q полностью невзаимозаменяемы, эластичность их замены равна нулю всюду, где она определена.

Предположение 6. Первичными, базовыми ресурсами для работы экономической системы являются доступные для нее ресурсы пространства (S) и времени (T). Эти ресурсы независимы и невзаимозаменяемы.

Отметим, что в этих условиях полезность базовых ресурсов S и T измеряется интенсивностью и активностью – соответственно, показателями ресурсов являются IS и AT. Можно показать, что в этих предположениях

$$f(R, Q) = \begin{cases} k \min(IS, AT), \text{ если уровень способностей достаточно высок по сравнению с уровнем ресурсов;} \\ k \min(aQ, IS, AT), \text{ если уровни способностей и ресурсов системы сбалансированы;} \\ kQ, \text{ если система не обладает достаточными способностями к использованию имеющихся ресурсов.} \end{cases}$$

Теперь специфицируем эту формулу для систем четырех базовых типов.

Для систем объектного типа ($T = \infty$) получаем конечную ПФ вида:

$$P_\delta(t) = \begin{cases} kIS, \text{ если координационные способности превышают ресурсы;} \\ kG, \text{ если ресурсы превышают координационные способности;} \\ k \min(aG, bIS) \text{ при нормальном соотношении между } R \text{ и } G. \end{cases}$$

Для систем процессного типа ($S = \infty$):

$$D_\beta = \begin{cases} kAT, \text{ если способности превышают ресурсы;} \\ kG, \text{ если ресурсы превышают способности;} \\ k \min(aG, bAT) \text{ при нормальном соотношении между } R \text{ и } G. \end{cases}$$

Для систем проектного типа ($S < \infty$, $T < \infty$):

$$E_\gamma = \begin{cases} k \min(IS, AT), \text{ если способности существенно превышают ресурсы;} \\ kQ, \text{ если ресурсы существенно превышают способности;} \\ k \min(aG, bIS, cAT) \text{ при нормальном соотношении между } R \text{ и } G. \end{cases}$$

Для систем средового типа ($S = \infty$, $T = \infty$):

$$C_\alpha = kG.$$

Это означает, что результативность функционирования экономической системы средового типа пропорциональна уровню ее координационных (интегративных) способностей.

Сравнивая приведенные виды производственных функций экономических систем разных типов с результатами построения ПФ в (Клейнер, 2011б), можно сделать вывод, что приведенные здесь результаты являются обобщением результатов (Клейнер, 2011б), возникающим ввиду учета дополнительного базового фактора – координационных способностей G системы типа α, β, γ или δ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие системной экономики как теоретической концепции, дополняющей положения неоклассической, институциональной и эволюционной парадигм экономической теории за счет учета системных факторов и эффектов в сочетании с пространственно-временным анализом, предполагает решение ряда задач системно-ориентированного моделирования, не рассмотренных в достаточной полноте в данной работе. Среди них: проблемы измерения и соизмерения «мощности» экономических систем разных типов и пропорций их влияния на экономику; построение моделей межсистемных взаимодействия, обобщающих модели «затраты–выпуск» Леонтьева; учет непрофильной (непроизводственной) деятельности систем в модели общего системного равновесия; более точная спецификация прямых и обратных связей между экономическими и управленческими процессами, в том числе моделирование генезиса целей и средств управления; моделирование других видов реорганизации экономических систем; разработка количественных моделей прогнозирования полного воспроизводственного цикла функционирования экономических систем на базе производственных функций экономических систем и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берталанфи Л. фон. (1969). Общая теория систем – обзор проблем и результатов. В кн.: «*Системные исследования. Ежегодник*». М.: Наука.

Бухвалов А.В., Катькало В.С. (2005). Эволюция теории фирмы и ее значение для исследований менеджмента // *Российский журнал менеджмента.* Т. 3. № 1.

Иншаков О.В. (2004). Потенциал эволюционного подхода в экономической науке современной России // *Экономическая наука современной России*. № 4.

Клейнер Г.Б. (1986). Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика.

Клейнер Г.Б. (2002). Системная парадигма и теория предприятия // *Вопросы экономики.* № 10.

Клейнер Г.Б. (2007). Системная парадигма и экономическая политика // *Общественные науки и современность*. № 2, 3.

Клейнер Г.Б. (2008). Системная парадигма и системный менеджмент // *Российский журнал менеджмента*. Т. 6. № 3.

Клейнер Г.Б. (2010). Развитие теории экономических систем и ее применение в корпоративном и стратегическом управлении. Препринт # WP/2010/269. М.: ЦЭМИ РАН.

Клейнер Г.Б. (2011а). Новая теория экономических систем и ее приложения // *Вестник РАН.* № 9.

Клейнер Г.Б. (2011б). Ресурсная теория системной организации экономики // *Российский журнал менеджмента.* № 3.

Клейнер Г.Б. (2013). Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // *Вопросы экономики.* № 6.

Клейнер Г.Б., Сирота Б.Н. (1976). Об одном классе производственных функций // *Экономика и мат. методы*. Т. XII. № 2.

Корнаи Я. (2002). Системная парадигма // *Вопросы экономики.* № 4.

Макаров В.Л. (2010). Социальный кластеризм. Российский вызов. М.: Бизнес Атлас.

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. (2013). Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика.

Маркс К. (1974). Введение (Из экономических рукописей 1857–1858 годов). В кн.: «*Сочинения К. Маркса и Ф. Энгельса*». Изд. 2. Т. 12. С. 707–738. М.: Изд-во политической литературы.

Минакир П.А., Демьяненко А.Н. (2010). Пространственная экономика: эволюция подходов и методология // *Экономическая наука современной России*. № 3.

Полтерович В.М. (1998). Кризис экономической теории // *Экономическая наука современной России*. № 1.

Степин В.С. (2003). Саморазвивающиеся системы и постнеклассическая рациональность // *Вопросы философии*. № 8.

Файоль А. (1916). Общее и промышленное управление. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ime-link.ru/sections/download.php?id=1548, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: май 2013 г.)

Asada T., Ishikawa T. (2007). Time and Space in Economics. Tokyo: Springer.

Dosi D. (2000). Innovation, Organization and Economic Dynamics. Selected Essays. Cheltenham: Edward Elgar.

Heshmat A. (2007). A Generalized Knowledge Production Function. [Электронный ресурс] The Ratio Institute. Series Ratio Working Papers. No. 89. Режим доступа: http://ideas.repec.org/s/hhs/ratioi.html, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: май 2013 г.).

Kornai J. (1998). The System Paradigm. William Davidson Institute. Working Papers Series 278. William Davidson Institute at the University of Michigan.

Makadok R. (2001). Toward a Synthesis of the Resource-Based and Dynamic-Capability Views of Rent Creation // *Strategic Management Journal.* Vol. 22(5).

Penrose E. (1959). Theory of the Growth of the Firm. N.Y.: John Wiley and Sons.

Teece D.J., Pisano G., Shuen A. (1990). Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy. Economic Analysis and Policy Working Paper EAP 38. University of California.

Поступила в редакцию
18.06.2013 г.

System Economics and System-Oriented Modeling

G.B. Kleiner

The concept of the system economics is developed using the considered "world view", along with economic systems as the central objects of study, economic and management processes, economic goods and the relationships among them. Designed the basic classification (typology) of these components of the economy, allowing to propose a structural model of interaction between them in the functioning economy. We introduce the concept of system-based modeling as a research methodology, focused on the construction of mathematical models of economic systems at various levels, taking into account the systemic factors and effects. On the basis of this concept the models of some types of mergers and acquisitions of economic systems are built, as well as their generalized production functions, reflecting the effects of both resources and capabilities of economic systems of different types.

Keywords: system economics, effects, system factors, system-based modeling, types of economic systems.
JEL Classification: P1, P4, P5, B4, B5, C60, D24.