

ТИПОЛОГИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СТРУКТУРАМИ

Д.А. Новиков

Институт проблем управления РАН, Москва

Тел.: 334-90-51, факс: 334-89-11, e-mail: tas@ipu.rssi.ru

Ключевые слова: организационные системы, теоретико-игровые модели, структуры, механизмы управления.

Абстракт. В докладе, в основном на качественном уровне, обсуждаются и классифицируются возможные подходы к математическому моделированию организационных структур.

1. Определение оргструктуры

В соответствии с определением, данным в [43], *организация* – 1) внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная его строением; 2) совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого; 3) объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил, то есть механизмов функционирования [7]. Мы будем использовать второе и третье определение, то есть рассматривать организацию как процесс или как организационную систему (ОС), элементами которой являются отдельные люди и их объединения (участники ОС).

Под *структурой* будем понимать совокупность устойчивых связей между элементами системы. Для ОС это могут быть информационные, управляющие и другие связи между участниками, включая отношения подчиненности и распределение прав принятия решений [35, 36].

Под *организационной структурой* (оргструктурой) можно понимать либо *структуру процесса организации* (второе определение понятия «организация») как совокупность временных, причинно-следственных и др. связей между его этапами, либо *структуру ОС* (соответственно, третье определение понятия «организация»). Общепринятым является последнее определение, поэтому по умолчанию будем подразумевать под организационной структурой именно структуру ОС.

2. Типовые структуры ОС

В качестве *типовых структур ОС* выделим следующие. Во-первых, это – *вырожденная структура*

(ВС), в которой отсутствуют какие-либо связи между участниками. Во вторых, это – *линейная структура* (ЛС), при которой подчиненность участников ОС имеет вид дерева, то есть каждый участник подчинен одному и только одному участнику следующего (более высокого) уровня иерархии (следует отметить, что в подавляющем большинстве работ, содержащих формальные модели управления организационными системами, рассматривались модели ОС, характеризуемые именно древовидными структурами). И, наконец, в третьих, это – *матричная структура* (МС), в которой некоторые участники ОС могут быть подчинены одновременно нескольким участникам, находящимся либо на одном и том же (более высоком), либо на различных, уровнях иерархии (соответственно, так называемое двойное подчинение, межуровневое взаимодействие и распределенный контроль [36]).

Возможны и другие (более или менее детальные классификации по таким основаниям декомпозиции как: цели, функции, территориальное расположение, продуктовая специализация и др.): например, в [2] выделяются следующие основные виды организационных структур промышленных фирм: иерархическая (которая порождается декомпозицией высшей цели организации на цели, подцели и т.д.), функциональная (декомпозиция производится на основании функций (исследование, производство, маркетинг и т.д.)), дивизиональные (декомпозиция по относительно независимым отделениям, каждое из которых может иметь ту или иную структуру), матричная (наложение «горизонтальной» ответственности руководителей проектов на функциональную структуру [19, 36]). Существуют «переходные» структуры – например, дивизионально-региональная, дивизионально-технологическая, дивизионально-продуктовая и др. Тем не менее, **любая из перечисленных структур ОС может быть отнесена** (ис-

пользуемые при этом критерии должны отражать специфику решаемой задачи) к одной из трех типовых – ВС, ЛС или МС.

3. Сетевые структуры ОС

Если выделенные в предыдущем разделе типовые структуры отражают статические характеристики ОС, то для описания их изменений во времени целесообразно введение понятия *сетевой структуры* (СС), в которой потенциально существуют связи между всеми участниками, некоторые из которых актуализируются, порождая из ВС линейную или матричную, на время решения стоящей перед системой задачи, а затем разрушаются (возвращаясь к ВС) до момента появления новых задач. То есть, СС – это такие структуры ОС, в которых могут возникать и двойное подчинение, и межуровневое взаимодействие, причем одни и те же субъекты могут выступать как в роли управляющих органов, так и в роли управляемых агентов, то есть вступать в сетевое взаимодействие [5, 6]. Образно говоря, сетевая структура – набор априори равноправных агентов, в котором могут возникать временные иерархические и другие структуры, определяемые решаемыми системой задачами (см. также качественное обсуждение в [31] и формальные результаты в [4]). Кроме того, необходимо подчеркнуть, что используемый нами термин «сетевая структура» не имеет непосредственного отношения к Интернету.

Следует сделать следующее терминологическое замечание. Ранее было распространена интерпретация сетевых структур как таких, в которых нет явно выраженной иерархии, и между всеми (или большинством) ее элементов существуют постоянные связи. В последнее время все большее распространение приобретает интерпретация сетевой структуры (и мы будем придерживаться именно этой интерпретации) как набора агентов, между которыми не существует постоянных связей (то есть «конструктором» является ВС), а связи образуются между ними (например, в виде линейной или матричной структуры) на время решения стоящей перед системой задачи; затем связи исчезают до момента возникновения новой задачи и т.д.

Упорядоченность взаимодействия и механизм управления (иерархия) возникает в сетевой структуре в результате необходимости специализации, позволяющей эффективно решать частные задачи. Например, в процессе многократного решения схожих задач ЛС возникает в СС как механизм снижения транзакционных издержек. Другими словами, **разнообразие решаемых задач порождает в вырожденной структуре организационные системы как временные иерархии**. Следовательно, тип структуры ОС, обнаруживаемый исследователем операций, зависит от времени наблюдения – на больших (по сравнению с характерным временем изменения внешних условий) временных промежутках ОС может рассматриваться как сеть, на малых – как имеющая одну из типовых структур – ВС, ЛС или МС.

4. Учет активности участников ОС

Обсудим кратко применяемые для исследования организационных структур модели и методы, учитывающие активность (целенаправленность) поведения участников ОС. В большинстве моделей теории активных систем, теории иерархических игр и других разделов теории управления социально-экономическими системами подчиненность участников ОС считается заданной [7]. В работах по экономике и менеджменту обсуждаются преимущества и недостатки различных организационных структур [1, 10, 18, 24, 30, 37, 46], в том числе – сетевых [31], но задача синтеза оптимальной структуры даже не упоминается. **В многочисленных работах, посвященных задачам оптимизации иерархических структур** [1, 3, 8, 9, 11-16, 21, 23, 25-29, 32-34, 38-41, 44], **практически не учитывается характер поведения для участников ОС целенаправленность поведения**, либо исследуется взаимодействие агентов с фиксированными ролями, находящихся на различных уровнях иерархии [20, 42, 45]. Первое замечание справедливо и для чрезвычайно популярных на сегодняшний день программных многоагентных систем [47, 48].

Исключение составляют, во-первых, работы [17, 19, 35, 36], в которых исследовались теоретико-игровые модели многоуровневых иерархических систем с фиксированной структурой (в том числе – матричной), и изучалась специфика иерархий (факторы, влияющие на эффективность управления иерархической оргсистемой), а также было введено понятие сетевого взаимодействия, характерным признаком которого является потенциальная возможность каждого из участников ОС выступать в роли центра или АЭ, или одновременно и в роли центра, и в роли АЭ (при взаимодействии с различными участниками). Во вторых, – работы [4-6], в которых формулируются задачи структурного синтеза в рамках теоретико-игровых моделей, и приводится решение для ряда частных случаев.

5. Свойства типовых структур ОС

Условно можно считать, что **типовые структуры ОС различаются степенью проявлений таких свойств как: иерархичность (противоположностью является распределенность) и число связей**. С точки зрения иерархичности ЛС является полностью иерархичной, на другом полюсе находится ВС, в которой отсутствует иерархичность, а промежуточное место занимает МС, в которой имеют место, как наличие иерархии, так и распределенность. С точки зрения числа постоянных связей наименьшее их число имеет ВС, наибольшее – МС, а ЛС занимает промежуточное место (напомним, что выше предлагалось рассматривать МС как наложение друг на друга нескольких ЛС).

В каких же случаях эффективными оказываются те или иные структуры, под влиянием каких факторов одна структура трансформируется в другую? **Эффективность и трансформация структур обусловлена существующими и, соответственно, изменяющимися внешними и внутренними**

условиями функционирования. *Внешними условиями* (активными и/или пассивными) являются требования, предъявляемые к ОС внешней средой – нормы, нормативы, ограничения, ожидания, характеристики рынка, социальный заказ и т.д. *Внутренние условия*, в первую очередь, характеризуются *организационными издержками*, зависящими от условий взаимодействия участников ОС (затраты на их взаимодействие, а также на организацию и координацию этого взаимодействия – число связей, информационная нагрузка и т.д. – в существующих условиях практически без учета производственных издержек).

В общем случае *задача управления структурой ОС* формулируется как задача поиска структуры или набора структур, которая минимизировала бы организационные издержки (или максимизировала некоторый функционал, который может отражать в агрегированном виде предпочтения участников ОС и/или других субъектов) при ограничении удовлетворения системой внешним требованиям.

Введем два предположения относительно сравнительной эффективности типовых структур. Первое предположение упорядочивает три типовых структуры по «сложности», которая в первом приближении может определяться как число связей между элементами ОС. Будем считать, что наиболее «простой» является ВС, наиболее «сложной» – МС, а ЛС занимает промежуточное положение между ними. Второе предположение связывает сложность типовой структуры с ее организационными издержками и, следовательно, с эффективностью в зависимости от частоты изменения внешних условий. А именно, будем считать, что более простые структуры характеризуются меньшими организационными издержками и эффективны при большей частоте изменения внешних условий.

Из введенных предположений следует, что при появлении у организации новых задач, проектов и т.д. и/или при увеличении допустимых организационных издержек возникают новые иерархии, то есть, происходит усложнение структуры и осуществляется «сдвиг» от ВС к МС (см. рисунок 1а, на котором петля означает сохранение типа структуры). При сокращении числа задач, завершении проектов и т.д. и/или при уменьшении допустимых организационных издержек разрушается часть существующих иерархий, то есть происходит упрощение структуры и осуществляется «сдвиг» от МС к ВС (см. рисунок 1б). Аналогично, при увеличении частоты изменения внешних условий происходит упрощение структуры.

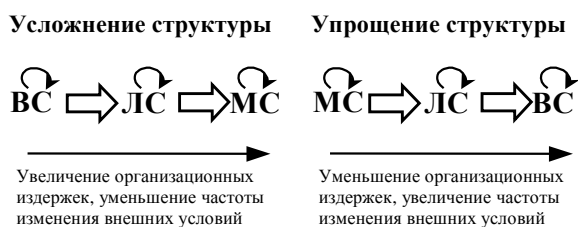


Рис. 1а. Рис. 1б.
Закономерности усложнения и упрощения структуры ОС (трансформации СС)

Таким образом, качественно, МС оказываются эффективными при неизменных внешних условиях и высоких организационных издержках, ВС – при изменяющихся внешних условиях и низких организационных издержках, а ЛС занимают промежуточное положение (см. также рисунок 2).

6. Трансформация структур ОС

Рассмотрим теперь качественно возможные переходы между типовыми структурами и причины этих переходов. Как отмечалось в предыдущем разделе, снижение эффективности некоторой структуры может быть обусловлено изменением внешних условий и/или изменением организационных издержек.

Процесс трансформации может описываться как появление или исчезновение новых иерархий (элементарных линейных структур). Из описанных в пятом разделе закономерностей упрощения и усложнения структур следует, что непротиворечивыми с точки зрения введенных предположений являются закономерности трансформации типовых структур, приведенные на рисунке 2 (интересно отметить «универсальность» ЛС).

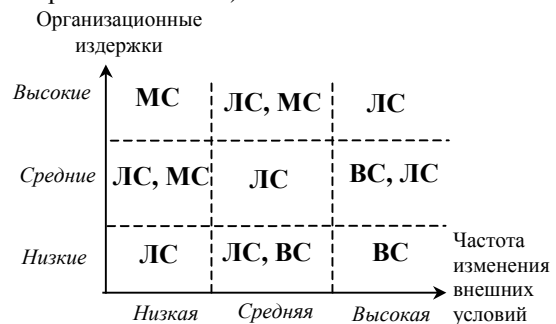


Рис. 2. Области эффективности типовых структур ОС и закономерности их трансформации

Следует признать, что введенные в пятом и шестом разделах предположения и приведенные результаты на сегодняшний день могут быть обоснованы лишь содержательными рассуждениями и апеллируют к интуиции читателя. Формальное обоснование подобных результатов является перспективной задачей теории управления.

7. Классификация задач

Введем следующие основания системы классификаций задач управления структурой ОС (возможна и более детальная классификация с выделением языков описания, критериев и методов оптимизации и т.д. – примером является четвертый пункт предлагаемой системы классификаций).

1. Исходная структура. Если первоначально имеется некоторая оргструктура, то может рассматриваться задача ее *оптимизации*, если исходной структуры нет, то должна рассматриваться задача *синтеза структуры*.

2. Динамика. Если задача синтеза или оптимизации решается без учета изменений внешних и внут-

ренных условий, то назовем ее *статической*, если с их учетом, то – *динамической*. В динамическом случае можно выделить задачи поиска оптимальной структуры (или оптимальной последовательности структур) и задачу поиска оптимального *перехода* от существующей к оптимальной структуре.

3. Управляемые параметры. Оптимизируемым параметром могут служить переменные, описывающие непосредственно структуры (связи между участниками ОС), или правила (быть может, условные) и процедуры, определяющие трансформации структур и даже закономерности этих трансформаций. Первый случай является «традиционной» задачей управления, а второй случай можно охарактеризовать как *метауправление* (выбор законов, алгоритмов и закономерностей целенаправленной трансформации структур). В частности, примером метауправления являются приведенные на рисунках 1 и 2 закономерности трансформации СС.

Отметим, что даже при наличии изменяющихся во времени внешних или внутренних условий можно отказаться от поиска последовательности структур или закономерностей их изменения и решать *квазидинамическую задачу* – искать единственную структуру, которая оптимальна «в среднем» на рассматриваемом временном интервале.

4. Модель организационных издержек. На сегодняшний день известны **два общих способа формализации организационных издержек** – описание их как функционала от переменных, непосредственно описывающих структуру ОС (подход, принятый в большинстве работ, который условимся называть *локальной моделью*), и косвенное их определение через задание набора целевых функций участников ОС, зависящих от стратегий друг друга (этот подход, который условимся называть *игровой моделью* не получил пока широкого распространения – см. [4-6, 35, 36]). И в локальной, и в игровой модели исследователь сталкивается с высокой вычислительной сложностью оптимизационных задач. Тем не менее, необходимо признать, что локальная модель более наглядна и дает возможность конструктивно описывать эффекты метауправления, отражение которого в игровых моделях громоздко настолько, что не позволяет делать даже качественных выводов о свойствах оптимальных управлений.

Введенная система классификаций позволяет выделить шесть *общих классов задач* управления (синтеза и/или оптимизации – см. первое основание системы классификаций) структурой ОС, приведенных на рисунке 3 (отметим, что для статических задач выделение метауправления бессмысленно).

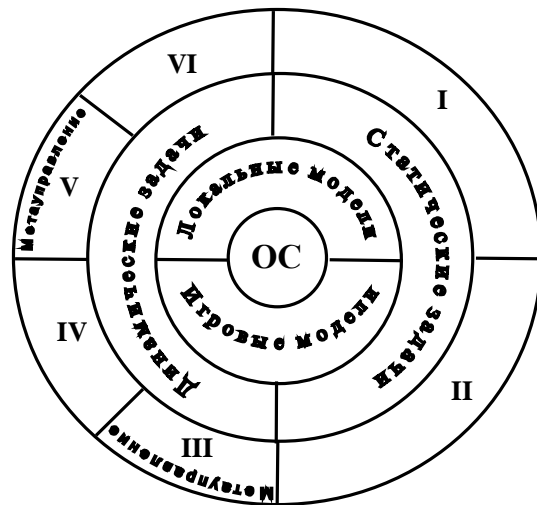


Рис. 3. Общие классы задач управления структурой ОС

Перечисленные в четвертом разделе работы, посвященные оптимизации иерархических структур, в подавляющем своем большинстве относятся к первому классу задач (локальные статические модели). Второй класс задач, то есть теоретико-игровые модели структурного синтеза сетевых структур (игровые модели перехода от вырожденной к линейной или матричной структуре), рассматривался в [4-6, 17, 19, 36]. Динамические локальные модели (и, в том числе, модели метауправления), базирующиеся на полученных в рамках концепции, сформулированной в [12], результатах [13, 14, 32], приведены в [15, 32] и соответствуют пятому и шестому классу задач. Третий и четвертый классы задач, как отмечалось выше, на сегодняшний день абсолютно не исследованы.

8. Перспективы

Анализ существующих формальных моделей и методов управления структурами ОС позволяет констатировать, что в этой обширной области сделаны лишь первые шаги. Поэтому хочется надеяться, что предложенная в настоящей работе типология задач управления послужит на некоторое время системой координат для последующих продвижений. В качестве перспективных направлений последних хотелось бы выделить систематическое исследование третьего и пятого (из приведенных на рисунке 3) общих классов задач управления структурой ОС, а также установление более тесной связи формальных моделей с практикой управления.

Как отмечалось в первом разделе, управление организационной структурой может рассматриваться с одной стороны как процесс целенаправленного воздействия на структуру ОС, а с другой стороны – как целенаправленное воздействие на закономерности процесса организации (то есть на структуру организации как процесса). Большинство материала настоящей работы посвящено управлению структурой ОС. На сегодняшний день практически отсутствуют формальные модели управления структурой процесса организации (еще раз повторим, что пио-

нерскими работами в этой области являются [12-15, 21, 32]). Поэтому исследование задач управления структурой процесса организации, несомненно, является перспективным направлением дальнейших исследований.

И, естественно, **актуальной является интеграция результатов исследования формальных моделей оптимизации структур ОС и структур процессов организации.** Так как создание и/или изменение любой ОС и ее структуры есть процесс, имеющий, в свою очередь, собственную структуру, следовательно, эти классы задач взаимосвязаны. С одной стороны, на сегодняшний день как лобовое введение игровых эффектов в локальные модели (что приведет к потере локальности взаимодействия иерархически упорядоченных элементов процесса организации), так и введение в игровые модели переменных, описывающих структуру (при этом целевые функции игроков будут зависеть от их места в иерархии), приведет к катастрофическому усложнению обеих задач. С другой стороны, перенос результатов из одного класса моделей в другой оправдан, так как это может позволить установить более тесное соответствие между структурами ОС и процессами их формирования и трансформации.

Библиографический список

1. Айзерман М.А., Гусев Л.А., Петров С.В., Смирнова И.М. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики) // Автоматика и Телемеханика. I. 1977. № 7. С. 135 – 151. II. № 9. С. 123 – 136.
2. Алекперов В.Ю. Вертикально интегрированные нефтяные компании России. М.: АУТОПАН, 1996.
3. Базилевич Л.А., Соколов Д.В., Франева Л.К. Модели и методы рационализации и проектирования организационных структур управления: Учеб. пособие Л.: Изд-во Ленингр. фин.-экон. ин-та, 1991.
4. Балашов В.Г., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Задача назначения центра в линейной активной системе // Автоматика и Телемеханика. 2002. № 12.
5. Бурков В.Н., Кузнецов Н.А., Новиков Д.А. Механизмы управления в сетевых структурах // Автоматика и Телемеханика. 2002. № 12.
6. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Механизмы взаимодействия в сетевых структурах / Труды Международной научно-практической конференции "Современные сложные системы управления". Липецк: ЛГТУ, 2002. С. 35 – 37.
7. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999.
8. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978.
9. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. М.: Сов. Радио, 1973.
10. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс. М.: Изд-во МГУ, 1996.
11. Власюк Б.А., Моросанов И.С. Синтез иерархической структуры управления в больших системах // Автоматика и Телемеханика. 1973. № 3. С. 110 – 120.
12. Воронин А.А. Устойчивое развитие– миф или реальность // Математическое образование. 2000. № 1(12). С. 59 – 68.
13. Воронин А.А., Мишин С.П. Алгоритмы поиска оптимальной структуры организационной системы // Автоматика и Телемеханика. 2002. № 5. С. 120 – 132.
14. Воронин А. А., Мишин С. П. Моделирование структуры организационной системы. Об алгоритмах поиска оптимального дерева // Вестник Волгогр. ун-та. 2001. Сер. I: Математика. Физика.
15. Воронин А.А., Мишин С.П. Модель оптимального управления структурными изменениями организационной системы // Автоматика и телемеханика. 2002. № 8. С. 136 – 150.
16. Гейн К., Сарсон Т. Системный структурный анализ: средства и методы. М.: Эйтэкс, 1992.
17. Гилев С.Е., Леонтьев С.В., Новиков Д.А. Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием. М.: ИПУ РАН, 2002.
18. Глущенко В.В. Информационные и структурные модели организационно-административных систем. СПб., 1997.
19. Губко М.В., Караваев А.П. Согласование интересов в матричных структурах управления // Автоматика и Телемеханика. 2001. № 10. С. 132 – 146.
20. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2002.
21. Губко М.В. Структура оптимальной организации континуума исполнителей // Автоматика и телемеханика. 2002. № 12.
22. Дементьев В.Т., Ерзин А.И., Ларин Р.М., Шамардин Ю.В. Задачи оптимизации иерархических структур. Новосибирск. Ин-т математики СО РАН, 1996.
23. Ехлаков Ю.П., Яворский В.В. Моделирование структурных взаимосвязей функционирования организационных систем управления. Томск: ТГУ, 2000. – 171 с.
24. Кондратенко В.И., Петкевич Ф.П. Особенности организационной структуры и стратегии управления в рыночных условиях хозяйствования: Теория, опыт, практика. Тюмень: СофтДизайн. 1995.
25. Крон Г. Исследование сложных систем по частям – диакоптика. М.: Наука, 1972.
26. Лейбкинд А.Р. Математические методы в проектировании организационных структур управления. М.: ВНИИСИ, 1990.
27. Лэсдон Л.С. Оптимизация больших систем. М.: Наука, 1975.
28. Менар К. Экономика организаций. М.: ИНФРА-М, 1996.
29. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.
30. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1998.
31. Мильнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2002.
32. Мишин С.П. Стоимость реорганизации структуры системы // Вестник Волгогр. ун-та. 2002. Юбилейный выпуск.
33. Модин А.А. Матричное моделирование организационных структур / Оптимальное планирование и

совершенствование управления народным хозяйством. М., 1969.

34. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем. М.: Сов. Радио, 1977.

35. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: Фонд "Проблемы управления", 1999.

36. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. М.: ИПУ РАН, 2001.

37. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: "Начала", 1997.

38. Овсевич Б.Л. Модели формирования организационных структур. Л.: Наука, 1979.

39. Павлов В.Н. Об одном подходе к оптимизации иерархических систем / Методы анализа взаимодействия в экономических системах. Новосибирск: Наука, 1980. С. 47 – 60.

40. Подчасов Т.П., Лагода А.П., Рудницкий В.Ф. Управление в иерархических производственных структурах. Киев: Наукова думка, 1989.

41. Рийсмаа Т.А. Об оптимизации структуры иерархической системы методами выпуклого программирования / Методы анализа взаимодействия в экономических системах. Новосибирск: Наука, 1980. С. 100 – 106.

42. Рубинштейн М.И., Сагынғалиев К.С., Медетов М.М., Раимбеков Р.Д. Задача синтеза производственной структуры / Механизмы управления социально-экономическими системами. М.: ИПУ РАН, 1988. С. 64 – 70.

43. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.

44. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. М.: Наука, 1982.

45. Mas-Colell A., Whinston M.D., Green J.R. Microeconomic theory. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1995.

46. Meyer M.W. Theory of organizational structure. Indianapolis: Bobbs-Merrill Educ. Publ., 1977.

47. Negraponte N. The architecture machine: towards a more human environment. MIT Press. Cambridge, 1970.

48. Wooldridge M., Jennings N. Agent theories, architectures and languages / Intelligent agents. Proceedings. Amsterdam: Springer-Verlag, 1994. P. 3 – 39.