

## ИЕРАРХИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Мишин С.П., к.ф.-м.н.  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
[smishin@newmail.ru](mailto:smishin@newmail.ru)

### Введение

В окружающем нас мире ведущую роль играют организации: экономические, общественные, политические... Подавляющее большинство человеческой деятельности управляется (координируется) организациями.

Для моделирования организаций используется термин «*организационная система*», характерной чертой которой является совместная деятельность ее *агентов* (элементов) для достижения общей цели системы (*организации*)<sup>1</sup>. Практически во всех работах, в которых делаются попытки найти причины существования организационных систем в экономике, приводятся следующие доводы. Разделение труда агентов приводит к необходимости обмена, что порождает *транзакционные издержки* (затраты на поиск и договоренности с поставщиками/покупателями). Снизить транзакционные издержки помогают *управляющие агенты*, которые играют в разделении труда особую роль. Не производя продукт сами, они снижают транзакционные издержки остальных агентов, планируя и координируя их деятельность и взаимодействие. Однако, взаимодействие управляющих агентов первого уровня также порождает транзакционные издержки, для снижения которых могут быть полезны управляющие агенты второго уровня и т.д. Таким образом

---

<sup>1</sup> Точнее говоря, выше дано некоторое определение внутренне устойчивой организационной системы, в которой существуют механизмы согласования целей агентов (например, стимулирование). Системы, в которых агенты действуют вопреки общей цели, находятся в «переходном» состоянии, которое может привести к полному уничтожению, либо делению системы. Подобные интерпретации в настоящей работе рассматриваться не будут.

образуется иерархия, в которой первыми принимают решения управляющие агенты высшего уровня, затем управляющие агенты следующего уровня (*непосредственные подчиненные*) принимают решения, согласованные с решением *непосредственных начальников* (агентов высшего уровня), и так далее, вплоть до агентов нижнего уровня (*операторов*), производящих продукт. В таком понимании структура организации описывается *иерархией* – ориентированным ациклическим графом (бинарным отношением «непосредственный начальник – подчиненный»). В данной работе рассмотрены содержательные интерпретации термина «структура», и выделен класс проблем, в которых моделирование структуры иерархией вполне обоснованно. Также приведен краткий обзор работ, связанных с моделированием структуры организационной системы.

Описанные выше иерархические организационные системы на практике могут иметь огромные размеры и большое число уровней. Однако имеются факторы, препятствующие бесконечному росту организации. Для того, чтобы организация была способна достаточно гибко реагировать на внутренние и внешние изменения, необходимы механизмы быстрого принятия обоснованных управленческих решений на всех уровнях, что требует сложных механизмов разделения полномочий, обмена информацией, контроля и стимулирования агентов (стремящихся к максимизации собственной прибыли, вообще говоря не совпадающей с целями всей организации). Все это порождает *организационные издержки* на содержание большого количества управляющих агентов, реализующих все вышеуказанные механизмы. Многие авторы отмечают, что при достаточно большом размере рост организации приводит к все более незначительному снижению транзакционных издержек (а зачастую и к их росту при неэффективной иерархии) и к все более значительному возрастанию организационных издержек. В конечном итоге вторая тенденция превалирует над первой, что делает дальнейший рост нецелесообразным. Как отмечено в работе [15]: «Транзакционные издержки мешают рынку вытеснить организацию, а организационные издержки мешают организации вытеснить рынок».

Мы достаточно подробно остановились на мотивах образования экономических организационных систем. Однако схожая

ситуация возникает и в других областях. В этой связи упомянем работу Майерсона (Myerson, 2003, [32]). В ней, в частности, построена базовая модель, в которой агенты используют («собирают») некоторые блага. При этом два агента, планирующие воспользоваться одним и тем же благом, разыгрывают следующую динамическую игру. В каждый момент времени оба агента могут отказаться от блага, в этом случае выигрыш нулевой. Отказаться от блага может только один агент, в этом случае его выигрыш нулевой, выигрыш второго равен объему блага. И, наконец, оба могут не отказаться, в этом случае происходит конфликт, приводящий к ущербу обоим агентам, благо не достается никому и начинается аналогичный этап динамической игры.

В указанной игре двух агентов имеется два равновесия в чистых стратегиях, при которых один игрок «забирает» благо, второй остается ни с чем. Однако, при отсутствии у агентов какой-либо информации друг о друге устанавливается единственное равновесие в смешанных стратегиях – конфронтация, при которой игроки с некоторой вероятностью борются за благо. В этом случае математическое ожидание выигрыша равно нулю, что приводит к нецелесообразности какой-либо деятельности. Таким образом, в базовой модели Майерсона должны быть установлены некоторые законы. Например, агентам присваивается приоритет и благо забирает агент с более высоким приоритетом (стратификация общества), либо агенту выделяется конкретный вид блага, который всегда забирает только он (институт собственности) и т.п. Однако для гарантии выполнения законов необходимо наделение одного из агентов властью, обеспечивающей соразмерное наказание агентов-нарушителей. При росте сообщества выделения одного агента недостаточно, необходимо несколько агентов, над которыми, в свою очередь, должен быть агент с более высокими властными полномочиями. То есть выстраивается иерархия власти.

Кроме упомянутой модели, существует множество моделей общества (часть формализована математически), из которых очевидно необходимость организации агентов с помощью структуры власти. По сути, агенты, наделенные властью, снижают «транзакционные издержки операторов» (в модели Майерсона позволяют вести бесконфронтационное взаимодействие), однако требуют

организационных издержек, препятствующих неограниченному росту сообщества. Аналогичным образом можно моделировать организации в биологическом и прочих сообществах.

Таким образом, *основной причиной образования любой организационной системы (экономической, социальной, биологической) является снижение транзакционных издержек, при этом оптимальный размер организационной системы определяется минимизацией суммы организационных и транзакционных издержек.*

Обычно модель организационной системы определяется конкретной содержательной интерпретацией. Однако, из вышеизложенного очевидно актуальность изучения общих механизмов функционирования организационных систем. Мы остановимся на математических моделях, так как только теоретическое развитие и практическое применение таких моделей способны повысить строгость результатов общественных наук, дать возможность исследования практически важных организационных систем с учетом их сложности и конкретной ситуации. Описываемые математические модели мы будем пояснять, в основном, с экономической точки зрения, хотя совершенно аналогично можно привести прочие содержательные интерпретации.

Можно условно выделить три аспекта, определяющих деятельность агентов в организационной системе.

1. *Функции* организационной системы. Внешние функции определяют ее назначение (сферу деятельности). Это могут быть, например, производимые системой товары/услуги, занимаемые рынки и т.п. Внутренние функции являются следствием внешних и необходимы для их выполнения. Например, функции снабжения, планирования производства и т.п.

2. *Структура* организационной системы. Определяет устойчивые связи – взаимодействие групп агентов, которое может происходить в процессе деятельности системы.

3. *Механизмы взаимодействия* в организационной системе. Процедуры принятия решений, правила (нормы) поведения и полномочия каждого из агентов организационной системы.

Очевидно, что в идеале все указанные аспекты организационной системы должны моделироваться совместно. Однако в силу сложности предмета исследования большинство имеющихся моде-

лей касаются того или иного аспекта и предполагают остальные аспекты заданными или несущественными.

Наиболее значительно от предметной области зависят функции системы. Для построения функций и необходимых взаимосвязей служит так называемое функциональное моделирование – метод иерархической декомпозиции, позволяющий при тщательном подходе охватить большинство функций даже незнакомой системы. Метод применяется уже несколько десятков лет и официально стандартизован [27]. В результате применения функционального моделирования можно выявить все простейшие функции системы и их взаимосвязи (материальные и информационные потоки). Задача оптимизации набора функций по сути является задачей оптимизации технологии. Математические модели решения подобных задач могут рассматриваться, по-видимому, лишь в контексте конкретной предметной области. Мы будем считать *функциональную модель* (функции и их связи) системы заданным извне параметром (изменения функциональной модели будем интерпретировать как изменение «внешней среды»).

Определение механизмов взаимодействия агентов является предметом теории активных систем [1], теории иерархических игр [6, 8, 10], теории контрактов [24, 25, 26, 31]. Однако, несмотря на большое количество работ, до создания исчерпывающей модели механизмов взаимодействия в организационной системе еще весьма далеко [1, 8]. Связано такое положение дел со сложностью и многогранностью предмета исследования.

В смысле математического моделирования наименее исследована структура организационной системы [14, 15]. Тем не менее, имеется ряд работ по оптимизации структуры [2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 16, 17], в том числе с учетом изменения (динамики структуры) [12], а также с учетом совместного решения задачи построения оптимальной структуры и механизмов стимулирования агентов [13]. В настоящее время за рубежом активно развивается теория сетевых игр [21, 22, 23, 28, 29, 30], в которой независимые агенты, максимизируя собственную прибыль, образуют равновесную сеть (граф) – структуру системы, которая обеспечивает максимальную суммарную полезность всех агентов («эффективную экономику»).

Однако даже в области оптимизации иерархий (без учета активности агентов) в настоящее время решены лишь весьма частные задачи [5]. При этом имеется огромное количество работ по менеджменту, в которых сочетается исследование структуры конкретных организационных систем и попытки обобщения и типизации наблюдаемого на практике структурного многообразия. В качестве систематически изложенного обзора подобных работ может служить монография Минцберга (Mintzberg, 1983, русский перевод [11]). Все это свидетельствует об актуальности развития моделей структуры организационной системы.

Все известные автору модели рассматривают структуру организационной системы в виде графа, то есть попарных отношений между агентами. Для того, чтобы установить, насколько корректно подобное допущение, мы далее уточним определение структуры, так как данное выше определение слишком общо.

Отношения операторов, передающих материальные потоки, по-видимому, действительно представимы графом, так как в процессе любой деятельности материальный поток согласно заданным функциям (технологии) передается последовательно от одного оператора к другому, либо делится на части и передается нескольким операторам. Однако, как указано выше, суть организационной системы состоит в координации взаимодействия операторов, то есть под структурой организационной системы можно понимать *структуру обработки информации*. В этом смысле вполне можно представить, что каждое действие (передача решений сверху вниз, передача информации о результатах снизу вверх) выполняется в результате коллективных решений группы агентов. В этом случае отношений между парами агентов уже может быть недостаточно и необходимо исследовать более сложные отношения групп агентов, которые не описываются графом.

Однако очень часто под структурой организационной системы понимают *организационную структуру (структуру властных взаимоотношений, иерархию принятия решений)*. Из самого термина следует, что организационная структура (*оргструктура*) занимает в организации особое место. Именно она позволяет снижать транзакционные издержки агентов (препятствует конфронтации), принимая решения об их взаимодействии, распределении

ресурсов (прибыли) и т.п. Как мы указали выше, структура материальных потоков существует сама по себе в отсутствие организационных систем (например, экономика в этом случае – это набор независимых агентов). Аналогично структура обмена информацией (например, документального сопровождения сделок) также может существовать и в отсутствие организационной системы. А вот иерархия принятия решений, то есть собственно организационная структура, существует только в рамках организационной системы, в которой агенты не являются независимыми, а функционируют совместно. Поэтому в контексте настоящей работы под структурой будем понимать именно оргструктуру, неотъемлемо присущую любой организационной системе.

Опять же, во всех известных автору моделях организационная структура моделируется ориентированным ациклическим графом, в котором ребро от агента  $a$  к агенту  $b$  означает, что  $a$  подчинен  $b$  (или наоборот), то есть  $a$  может принимать только решения, согласованные с решениями (распоряжениями, приказами) агента  $b$ . В этом случае первыми принимают решения агенты высшего уровня, далее принимают решения агенты следующего уровня (все непосредственные начальники которых – агенты высшего уровня – решения уже приняли), и так далее вплоть до операторов [15]. В большинстве моделей рассматривается частный случай оргструктуры – дерево, в котором у каждого подчиненного ровно один начальник и имеется ровно один агент высшего уровня, принимающий решение первым.

В настоящей работе, опираясь на теорию выбора, мы попытаемся исследовать обоснованность описания оргструктуры графом вообще и ациклическим графом в частности.

### **1. Функция выбора независимых агентов в экономике**

Пусть имеется конечное множество экономических агентов  $A$ .<sup>1</sup> Содержательно множество можно интерпретировать, например, как все трудоспособное население.

<sup>1</sup> Ниже в работе используется терминология и обозначения теории игр. Предполагается, что множество  $A$  содержит не менее трех агентов.

Функцией выбора  $C(\cdot)$  назовем отображение, ставящее в соответствие каждому непустому подмножеству  $X \subseteq A$  часть множества  $X$ :  $C : 2^A \rightarrow 2^A, C(X) \subseteq X$ .

Это классическое определение теории выбора (см., например, монографию Айзермана и Алескерова [18]), означающее, что из каждого множества  $X$  функция  $C$  выберет некоторые элементы. В нашей интерпретации будем считать  $X$  замкнутой экономикой (в которой имеются только агенты из  $X$ ). После того, как экономика придет в равновесие, часть ее агентов останутся *независимыми (руководителями)*, то есть будут либо осуществлять деятельность самостоятельно, либо будут агентами высшего уровня в организации. В случае рассмотрения общественных отношений, можно образующиеся в обществе  $X$  «организации» считать государствами, а независимых агентов считать главами государств (либо ветвей власти, если руководителей несколько).

Очевидно, что функция выбора, как и любая модель, не описывает действительность полностью адекватно. В нашей интерпретации возможны, например, ситуации, при которых экономика будет неограниченно долго находиться в неравновесном состоянии (множество независимых агентов постоянно меняется), либо к моменту прихода в равновесие изменится само множество  $X$ . Таким образом, вводя функцию выбора, мы предполагаем, что в любой экономике  $X$  наступит стабильная ситуация, при которой руководители  $C(X)$  смогут принимать решения о деятельности независимо ни от кого, а остальные агенты должны принимать решения, согласующиеся с решениями независимых агентов. Зависимые агенты являются либо операторами, либо начальниками промежуточных уровней. Начальники высшего уровня в организациях и «свободные» агенты, не принадлежащие организациям, остаются независимыми. В частности, отсутствие организаций означает равенство  $C(X)=X$ , то есть полную независимость всех агентов (при рассмотрении общества такое состояние означает анархию).

Ниже, следуя монографии Алескерова и Монжардета (Aleskerov, Monjardet, 2002, [19]) мы введем несколько свойств функции выбора.

Функция выбора удовлетворяет условию *непустоты*, если для любого  $X \neq \emptyset$  выполнено  $C(X) \neq \emptyset$ . В нашем случае это означает, что в любой экономике найдется, по крайней мере, один независимый агент. В противном случае никто не может принять решение первым, каждый вынужден согласовывать решение с кем-то другим, что может привести к невозможности всякой деятельности. Мы будем называть условие непустоты *условием наличия деятельности*.

Функция выбора удовлетворяет условию *единственности*, если для любого  $X \neq \emptyset$  выполнено  $|C(X)|=1$ , то есть в каждой экономике имеется единственная организация с единственным независимым агентом – руководителем высшего уровня.

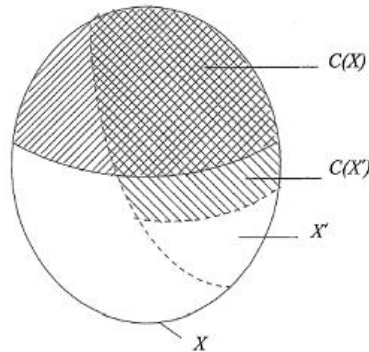


Рис. 1. Условие наследования (источник рисунка [19]).

Функция выбора удовлетворяет условию *наследования* (обозначается Н от Heredity), если для любых  $X' \subseteq X$  выполнено  $C(X') \supseteq C(X) \cap X'$ . То есть при сужении экономики  $X$  до экономики  $X'$  все агенты, которые были руководителями в  $X$ , останутся руководителями также и в  $X'$  (однако могут появиться новые руководители). Условие наследования проиллюстрировано на рис. 1. Содержательно условие можно проинтерпретировать следующим образом. При выбытии части агентов из экономики  $X$  часть организаций могут сократиться или разрушиться, однако оставшиеся в  $X'$

руководители этих организаций по прежнему останутся независимыми агентами, то есть не будут осуществлять деятельность в другой организации на подчиненных ролях («унаследуют» независимость). Однако условие наследования никак не препятствует появлению новых независимых агентов (например, вследствие ухода начальника высшего уровня из экономики или распада организации на независимые части).

Функция выбора удовлетворяет условию *аксиоме выбора Эрроу* (обозначается АСА от Arrow's Choice Axiom, [19]), если для любых  $X' \subseteq X$  выполнены следующие условия:

- а. Если  $C(X) = \emptyset$ , то  $C(X') = \emptyset$ ;
- б. Если  $C(X) \cap X' \neq \emptyset$ , то  $C(X') = C(X) \cap X'$ .

Из второго условия, в частности, следует условие наследования. По сути условие б означает, что в узкой экономике  $X'$  не может появиться ни одного нового руководителя, пока в  $X'$  остается хотя бы один руководитель из широкой экономики  $X$  (при этом все независимые в  $X$  агенты останутся руководителями). Условие АСА проиллюстрировано на рис. 2.

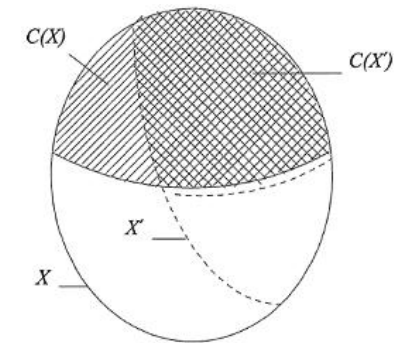


Рис. 2. Условие АСА (источник рисунка [19]).

Функция выбора удовлетворяет условию *согласия* (обозначается С от Concordance), если для любых  $X', X'' \subseteq A$  выполнено условие  $C(X') \cap C(X'') \subseteq C(X' \cup X'')$ . То есть если некоторые агенты в двух (пересекающихся) экономиках являются руководителями, то

они останутся руководителями и в объединенной экономике. В некотором смысле можно назвать условие С условием согласия экономик: если один и тот же агент был способен руководить организацией в обеих экономиках, то он способен руководить организацией и в объединенной экономике (заметим, что при объединении организация может, например, поглотиться организацией другой экономики, однако это поглощение не коснется руководящей роли агента, который мог руководить организациями по отдельности). Условие С проиллюстрировано на рис. 3.

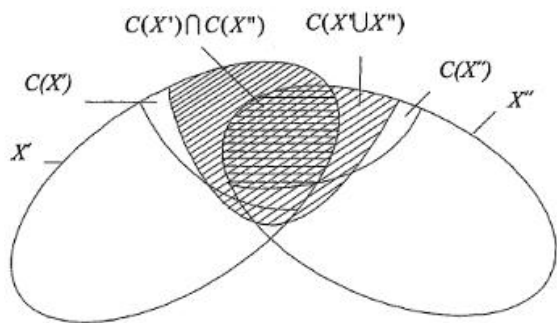


Рис. 3. Условие согласия (источник рисунка [19]).

Функция выбора удовлетворяет условию *удаления* (обозначается O от Outcast), если для любых  $X' \subseteq X$  из условия  $C(X) \subseteq X'$  следует  $C(X) = C(X')$ . То есть при удалении из экономики любых зависимых агентов все множество независимых агентов (руководителей) не изменится. Например, при удалении всей организации, за исключением генерального директора, он «не пойдет работать» в другую организацию, если ему не предложат должность в высшем руководстве. То есть в сузившейся экономике он либо найдет новых подчиненных, либо будет работать самостоятельно. Заметим, что условие АСА налагало гораздо более жесткое требование – чтобы при удалении любых агентов (в частности руководящих!) новых руководителей не появлялось, пока имеется хотя бы один старый. Условие удаления проиллюстрировано на рис. 4.

Отношение между классами функций выбора приведено на рис. 5. Как видно из рисунка, для классов Н, С и О можно подобрать функцию с любым сочетанием принадлежности к этим классам (например, не принадлежит ни одному классу, принадлежит ровно одному, двум выбранным классам и т.п.). Причем ситуация не изменится, если рассматривать функции, удовлетворяющие условию непустоты (наличия деятельности). А вот при условии единственности классы Н и О совпадают и вложены в класс С.

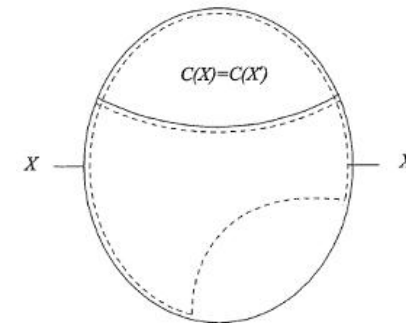


Рис. 4. Условие удаления (источник рисунка [19]).

Самым узким является класс АСА, принадлежащий пересечению всех трех классов Н, С и О (при условии единственности совпадающий с классами Н и О).

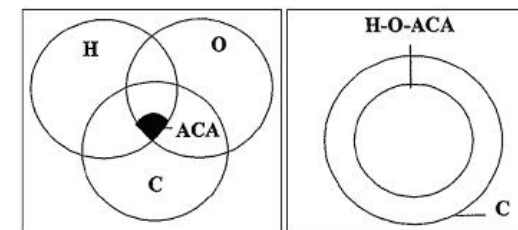


Рис. 5. Отношение между классами функций выбора (слева изображен общий случай, аналогичная ситуация имеет место и при условии непустоты, справа изображена ситуация при условии единственности). Прямоугольник обозначает все множество функций выбора (источник рисунка [19]).

## **2. Бинарное отношение подчинения и условия описания оргструктуры графом**

*Бинарным отношением подчинения* на всем множестве агентов  $A$  назовем подмножество  $P \subseteq A \times A$  пар агентов. Если  $(a, b) \in P$ , то будем называть агента  $a$  *непосредственно подчиненным* агенту  $b$ , а агента  $b$  – *непосредственным начальником* агента  $a$  и записывать  $aPb$ .

Бинарное отношение при исследовании структур обычно называется графом. Граф изображается в виде вершин-агентов и ребер подчинения, направленных от подчиненных к начальнику (иногда наоборот, что не меняет сути дела).

Бинарное отношение подчинения на множестве  $A$  определяет некоторую функцию выбора независимых агентов. Действительно, в экономике  $X \subseteq A$  элемент  $a \in X$  будет независимым тогда и только тогда, когда не существует элемента  $b \in X$  такого, что  $aPb$ , то есть у независимых элементов и только у них в экономике  $X$  не существует начальников (такие элементы называются максимальными для экономики  $X$ ). Вся экономика  $X$  будет состоять из одной или нескольких организаций, определяемых следующим условием: 2 агента из разных организаций не связаны отношением подчинения, а 2 агента одной организации имеют общего подчиненного или общего начальника (при этом имеются ввиду не только непосредственные начальники, но и начальники начальников и т.п., аналогично и с подчиненными).

Как было сказано выше, все известные математические модели оргструктуры описывают ее в виде графа. Насколько обосновано такое допущение? Предположим, что исход формирования любой экономики  $X$  описывается некоторой функцией выбора независимых агентов. Можно показать (см., например, [19]), что любая функция из класса  $H \cap C$  описывается единственным бинарным отношением, и наоборот, любое бинарное отношение описывает единственную функцию из  $H \cap C$ . Таким образом, для того, чтобы структура любой организации в любой экономике описывалась графом необходимо и достаточно выполнения условий наследования и согласия для функции выбора независимых элементов.

То есть, специализация руководителя высшего уровня (независимого агента) должна быть достаточно ярко выражена для того, чтобы руководитель оставался независимым в сужающейся экономике и в объединении двух экономик, в каждой из которых агент был независим. В противном случае найдется организация, структуру подчинения в которой невозможно точно описать графом.

В случае выполнения условий наследования и согласия условия наличия деятельности (непустоты функции выбора) является необходимым и достаточным условием ациклическости оргструктуры любой организации. Доказать это утверждение несложно (см. [19]). Нас интересует содержательная интерпретация. Если оргструктуру любой организации можно описать графом, то при наличии в любой экономике хотя бы одного руководителя (независимого агента), оргструктуру можно описать ациклическим графом. Пример ациклического графа приведен на рис. 6 слева (экономика состоит из двух организаций).

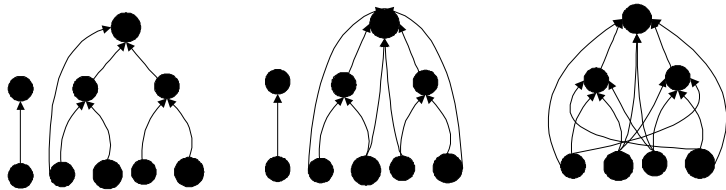


Рис. 6. Ациклический граф (слева), частичный порядок (в середине) и слабый порядок (справа).

Если, кроме условий наследования, согласия и наличия деятельности выполнено условие удаления, то оргструктура представляет собой частичный порядок, в котором выполнено условие транзитивности (из того, что  $a$  подчинен  $b$  и  $b$  подчинен  $c$  следует, что  $a$  подчинен  $c$ ). То есть если из экономики удалить не руководящих агентов, то множество руководителей не изменится за счет транзитивности (руководителям высшего уровня непосредственно подчинены все остальные агенты). Пример частичного порядка приведен в середине на рис. 6. Граф представляет собой транзитивное замыкание изображенной слева иерархии (добавлены соот-

ветствующие ребра). Содержательно условие транзитивности, следующее из условия выхода, требует, чтобы подчиненный моего подчиненного был мне подчинен. В реальных оргструктурах подобные подчинения встречаются редко, так как создают дополнительную нагрузку на управляющие вершины верхнего уровня. Кроме того, условие удаления означает отсутствие управленческой специализации, при которой любой руководитель может управлять любыми подчиненными независимо от специализации их деятельности. Обычно такое условие не выполнено: генеральный директор предприятия зачастую не справится с обязанностями мастера в цехе.

Наконец, при наличии деятельности условие АСА приводит к слабому порядку, то есть к такому разложению на слои, при котором агенты одного слоя не подчинены друг другу, а любой агент более низкого слоя подчинен всем агентам более высоких слоев. Пример такого графа приведен на рис. 6 справа. Такая оргструктура логично следует из требования АСА – пока в сужающейся экономике имеется хотя бы один руководитель исходной экономики, новых руководителей появиться не может. В истории имеются примеры подобной организации общества (индийские касты), однако для современной экономики подобная организация является нонсенсом (как и более широкий класс частичных порядков).

При выполнении условия единственности выполнено равенство  $H=O=ACA$ . Вне этого класса функция выбора не описывается бинарным отношением, а внутри бинарное отношение превращается в полный порядок, в котором каждый агент расположен на своем уровне и ему непосредственно подчинены все агенты более низких уровней (каждый слой слабого порядка состоит ровно из одного агента). Практические примеры подобной оргструктуры привести тяжело.

### 3. Потенциал агента и отношение подчинения

Итак, если функция выбора руководителей удовлетворяет условиям наследования и согласия, то оргструктура описывается отношением подчинения. Каким образом можно задать подобное отношение, исходя из объективных характеристик агента?



*Потенциалом агента* назовем значение функции  $u: A \rightarrow R_+$ , ставящей в соответствие каждому агенту неотрицательное действительное число. Содержательно потенциал можно интерпретировать как стремление агента к власти, способности руководителя и т.п. Предположим, что подчинение агентов определяется потенциалом, то есть  $a$  подчинен  $b$  тогда и только тогда, когда потенциал  $b$  больше потенциала  $a$ :  $u(a) < u(b)$ . В этом случае очевидно, что, выбирая функцию потенциала произвольным образом, мы можем получить лишь слабые порядки, то есть весьма узкий класс оргструктур.

Предположим, что  $u$  – это вектор-функция, то есть агент  $a$  подчинен агенту  $b$  тогда и только тогда, когда  $b$  превосходит его по всем качествам (например, стремлению к власти и способностям руководителя). В этом случае в экономике  $X$  в качестве руководителей выбираются агенты, оптимальные в смысле Парето (то есть лучшие хотя бы по одному качеству). Однако в [19] показано, что в этом случае, варьируя функцию  $u$ , мы можем получить лишь частичные порядки, которые с точки зрения реальных приложений также представляют собой весьма узкий и искусственный класс оргструктур.

В рассматриваемой интерпретации доминирование агента с большим потенциалом не всегда логично. Обычно, для руководства потенциал агента-начальника должен превосходить потенциал подчиненного на некоторую величину. Предположим, что  $a$  подчинен  $b$  тогда и только тогда, когда потенциал  $b$  больше потенциала  $a$  на величину порога  $e(a,b)$ :  $u(b) - u(a) > e(a,b)$ , где  $e(a,b)$  – произвольная функция двух переменных. Очевидно что, подбирая нужным образом потенциал и функцию  $e$  на любой паре агентов, можно получить любой граф. В [19] показано, что варьируя потенциал и функцию  $e(a,b) \geq 0$  можно получить любой ациклический граф (и только такие графы могут быть получены при  $e(a,b) \geq 0$ ). Таким образом, *наиболее интересный с содержательной точки зрения класс оргструктур – иерархии – можно получить, сравнивая разность потенциалов агентов с неотрицательным порогом, зависящим от обоих сравниваемых агентов.*

Если кроме  $e(a,b) \geq 0$  порог удовлетворяет неравенству треугольника  $e(a,c) \leq e(a,b) + e(b,c)$ , то можно получить частичные порядки и только их [19]. Если  $e = const > 0$  или  $e(a,b) = e(a) > 0$ , то, варьируя потенциал и подобный порог, получим соответственно так называемые полупорядки и интервальные порядки [19], которые являются частным случаем частичного порядка. То есть подобные классы функции порога слишком узки для описания отношения подчинения в оргструктурах. В теории выбора построено еще несколько видов функции порога, которые порождают порядки, не представляющие интереса с точки зрения оргструктур (бипорядки при функции  $e(a,b) = e(a)$ , слабые бипорядки, описываемые функцией порога  $e(X)$ , зависящей от контекста (экономики), и некоторые другие порядки [19]).

#### **4. Заключение**

Подведем итоги обсуждения, проведенного в данной работе. Все известные в настоящий момент модели оргструктур организационной системы предполагают описание структуры иерархией (ациклическим графом). *Все возможные структуры подчинения (оргструктуры) любой организации в любой экономике будут описываться иерархиями тогда и только тогда, когда функция выбора руководителей удовлетворяет условиям наследования, согласия и наличия деятельности, при этом подчинение можно описать функцией потенциала агентов и порогом  $e(a,b) \geq 0$ .* Таким образом, основной результат работы по сути состоит в том, что постулат описания оргструктуры иерархией переформулирован в терминах функции выбора руководителей, что может быть удобно для практического обоснования постулата в конкретной предметной области. Если одно из указанных выше условий не выполнено, то моделирование оргструктуры иерархией может быть некорректным.

Если в организации принятие решений происходит не по иерархии, а является результатом баланса интересов группировок (или принятие решения требует циклического согласования), то мы

имеем тенденцию к разрыву организации (блокированию деятельности). Все эти ситуации могут представлять интерес при изучении кризисных ситуаций, в которых организация заходит «в тупик». Возможно, для интерпретации подобных эффектов может быть полезна теория выбора, в которой при нарушении условий наследования или согласия можно построить отношения между группировками (обобщения бинарного отношения).

Таким образом, аппарат теории выбора можно использовать для обоснования вида структуры организационной системы. Однако для решения задач синтеза (выбора наилучшей в смысле некоторого критерия структуры) классов отношений, построенных в теории выбора, явно недостаточно. В частности, на данный момент между частичными и ациклическими порядками не известно ни одного класса бинарных отношений, который имел бы интерпретацию в теории выбора [19]. А именно между этими классами находятся почти все оргструктуры, встречающиеся на практике.

### Литература

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы*. М.: СИНТЕГ, 1999.
2. Воронин А. А., Мишин С.П. *Алгоритмы поиска оптимальной структуры организационной системы* // *АиТ*. 2002. №5. С. 120–132.
3. Воронин А. А., Мишин С.П. *Моделирование структуры организационной системы. Об алгоритмах поиска оптимального дерева* // *Вестн. Волг. ун-та*. 2001. Сер. 1: Математика. Физика. С. 78–98.
4. Воронин А. А., Мишин С.П. *Модель оптимального управления структурными изменениями организационной системы* // *АиТ*. 2002. №8. С. 136–150.
5. Воронин А.А., Мишин С.П. *Оптимальные иерархические структуры*. М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
6. Гермейер Ю.Б. *Игры с противоположными интересами*. М.: Наука, 1976. – 327 с.
7. Губко М.В. *Структура оптимальной организации континуума исполнителей* // *Автоматика и телемеханика*. 2002. №12. С. 116–130.

8. Губко М.В., Новиков Д.А. *Теория игр в управлении организационными системами*. М.: Синтег, 2002. – 148 с.
9. Дементьев В.Т., Ерзин А.И., Ларин Р.М. и др. *Задачи оптимизации иерархических структур*. Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1996.
10. Кукушкин Н.С., Морозов В.В. *Теория неантагонистических игр*. М.: МГУ, 1984. – 104 с.
11. Минцберг Г. *Структура в кулаке: создание эффективной организации*. / Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Каптуревского. – СПб: Питер, 2001. – 512 с.
12. Мишин С.П. *Динамическая задача синтеза оптимальной иерархической структуры* // *Управление большими системами*. Выпуск 3. М.: ИПУ РАН, 2003. С. 55–75.
13. Мишин С.П. *Оптимальное стимулирование в многоуровневых иерархических структурах* // *Автоматика и телемеханика*, №5, 2004. С. 96 – 119.
14. Новиков Д.А. *Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем*. М.: Фонд «Проблемы управления», 1999.
15. Новиков Д.А. *Сетевые структуры и организационные системы*. М.: ИПУ РАН, 2003. – 108 с.
16. Овсиевич Б.И. *Модели формирования организационных структур*. Л.: Наука, 1979.
17. Цвиркун А.Д. *Основы синтеза структуры сложных систем*. М.: Наука, 1982.
18. Aizerman M., Aleskerov F. *Theory of choice*. North-Holland, Elsevier Science B.V., Amsterdam.
19. Aleskerov F., Monjardet B. *Utility maximization, choice and preference*. Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Tokyo: Springer, 2002.
20. Arrow K. *Rational choice function and ordering* // *Economica*, 26. 1959. 121-12.
21. Aumann R., Myerson R. *Endogenous formation of links between players and coalitions: an applications of the shapley value* / In *The shapley value*. Cambridge Univ.Press, 1998, pp.175–191.
22. Belleflamme P., Bloch F. *Market sharing agreements and stable collusive networks*. University of London and GREQAM, 2002.

23. Dutta B., Mutuswami S. *Stable networks* // Journal of economic theory. 1997. No.76. P.322–344.
24. Grossman S., Hart O. *An analysis of the principal-agent problem* // Econometrica. 1983. Vol. 51(1). P. 7–45.
25. Grossman S., Hart O. *Implicit contracts under asymmetric information* // Quarterly J. of Economics. 1982. №1. P. 110–124.
26. Hart O.D., Holmstrom B. *Theory of contracts* // Advances in economic theory. 5-th World Congress. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1987. P. 71–155.
27. *Integration definition for function modeling (IDEF0)* // Processing Standarts Publications, 1993. <http://vernikov.narod.ru/downloads/idef0.pdf>
28. Jackson M.O., van den Nouweland A. *Strongly stable networks*. Caltech and the University of Oregon, 2000.
29. Jackson M.O., Watts A. *The existence of pairwise stable networks* // Seoul journal of economics. 2001. Vol. 14. No. 3. P. 299–321.
30. Jackson M.O., Wolinsky A. *A strategic model of social and economic networks* // Journal of economic theory. 1996. No. 71. P. 44–74.
31. Mas-Collel A., Whinston M.D., Green J.R. *Microeconomic theory*. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1995. – 981 p.
32. Myerson Roger B. *Justice, institutions, and multiple equilibria* // University of Chicago, Economic Department, 2003. <http://home.uchicago.edu/~rmyerson/research/justice.pdf>