

А. Е. Земсков

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР СИСТЕМЫ ГОСРЕЗЕРВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье излагается один из возможных подходов к моделированию условий функционирования локальных организационных структур системы Госрезерва Российской Федерации.

A. Zemskov

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF CONDITIONS FOR ORGANISATIONAL STRUCTURES' FUNCTIONING IN THE STATE RESERVE SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article sets out one of the possible approaches to modelling of conditions for local organisational structures' functioning in the State Reserve system of the Russian Federation.

В последнее десятилетие неоднократно констатировалось критическое состояние системы Государственного материального резерва Российской Федерации (СГМР), ставящее под угрозу нормальное функционирование экономики, обеспечение экономической, военной, социально-демографической, экологической и других видов национальной безопасности. Во многом, это объясняется не только состоянием экономики государства, но и недостатками существующей системы резервирования, которая не в полной мере учитывает условия функционирования составляющих ее структур (территориальных управлений,

комбинатов и пунктов ответственного хранения). Не учитывается практика использования материальных резервов для решения текущих задач в экономике, т. е. в случае частичного изъятия запасов для снижения кризисной ситуации или воздействия на рынок с последующим их возмещением, не дожидаясь срока освежения. Однако, исходя из специфики функционирования системы Госрезерва, она не может постоянно снижать кризис в экономике или постоянно стабилизировать рынок, так как эта система с обратной связью и кризис или диспропорции в конъюнктуре рынка, в свою очередь, влияют и на состояние этой системы.

Для организационных структур системы Госрезерва важно, чтобы их развитие всегда было равновесно как в смысле накопления материальных ценностей и обеспечения ими в критических ситуациях хозяйствующих субъектов, так и в смысле понимания развития как изменения состояния системы под воздействием внутренних и внешних условий (возмущений).

В соответствии с определением математической логики под условием понимается совокупность факторов, воздействующих на объект исследования и создающих среду, в которой пребывают и без которых не могут существовать предметы и явления¹.

Исходя из этого, анализ условий функционирования и развития системы Госрезерва должен включать изучение влияния на ее оргструктуры как внешних, так и внутренних факторов и основываться на требованиях экономической безопасности государства. Разработка концепции и оптимизация системы материального резервирования невозможна без создания экономико-математической модели условий функционирования организационных структур СГМР, которая должна отражать не только совокупность влияющих на систему факторов, но и учитывать их случайную природу, а также синхронность и синергетические аспекты воздействия на оргструктуры СГМР. Поэтому для построения такой модели вначале весьма важно выявить основные факторы, влияющие на работу системы Госрезерва, а затем приступить к разработке процедур моделирования их динамичности, стохастичности и синхронности.

Здесь уместно вспомнить закономерность, отмеченную Р. Акоффом: «Как правило, степень понимания явления обратно пропорциональна числу переменных, фигурирующих в его описании»². В связи с этим с точки зрения обеспечения устойчивости функционирования и взаимодействия локальных организационных структур Госрезерва РФ при меняющихся усло-

виях последние могут быть эквивалентированы изменениями требований, предъявляемых к системе материального резервирования. Требования к системе Госрезерва определяют ее основную цель, которая заключается в восполнении ущербов (потерь) хозяйствующих субъектов и объектов военной инфраструктуры от воздействия природных, техногенных, социально-экономических и военно-политических факторов.

Материальный ущерб личности и материальный ущерб хозяйствующего субъекта характеризуются объемом потерь, который можно оценить в натуральных, трудовых и стоимостных измерителях, что позволяет получить количественную оценку ущерба. В то же время ущерб оценивается и с качественной стороны, так как уничтоженные материальные ценности относятся к различному наименованию, номенклатуре, ассортименту. Таким образом, в основе формирования запасов СГМР лежит *требование соответствия их номенклатуры и объемов прогнозируемым потребностям*. Исходя из вышеизложенного, запасы можно разделить в зависимости от назначения составляющих их материальных ценностей на:

- запасы средств и предметов производства, к которым относятся материальные ценности, предназначенные для производственного потребления при ликвидации последствий ЧС и поддержание нормального функционирования отраслей и экономики;
- запасы предметов потребления, которые предназначены для удовлетворения индивидуальных и общественных потребностей людей, возникших при чрезвычайных ситуациях и кризисе в экономике.

На рис. 1 дана классификация запасов материальных ценностей государственного резерва, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и снижения кризисных моментов в экономике.

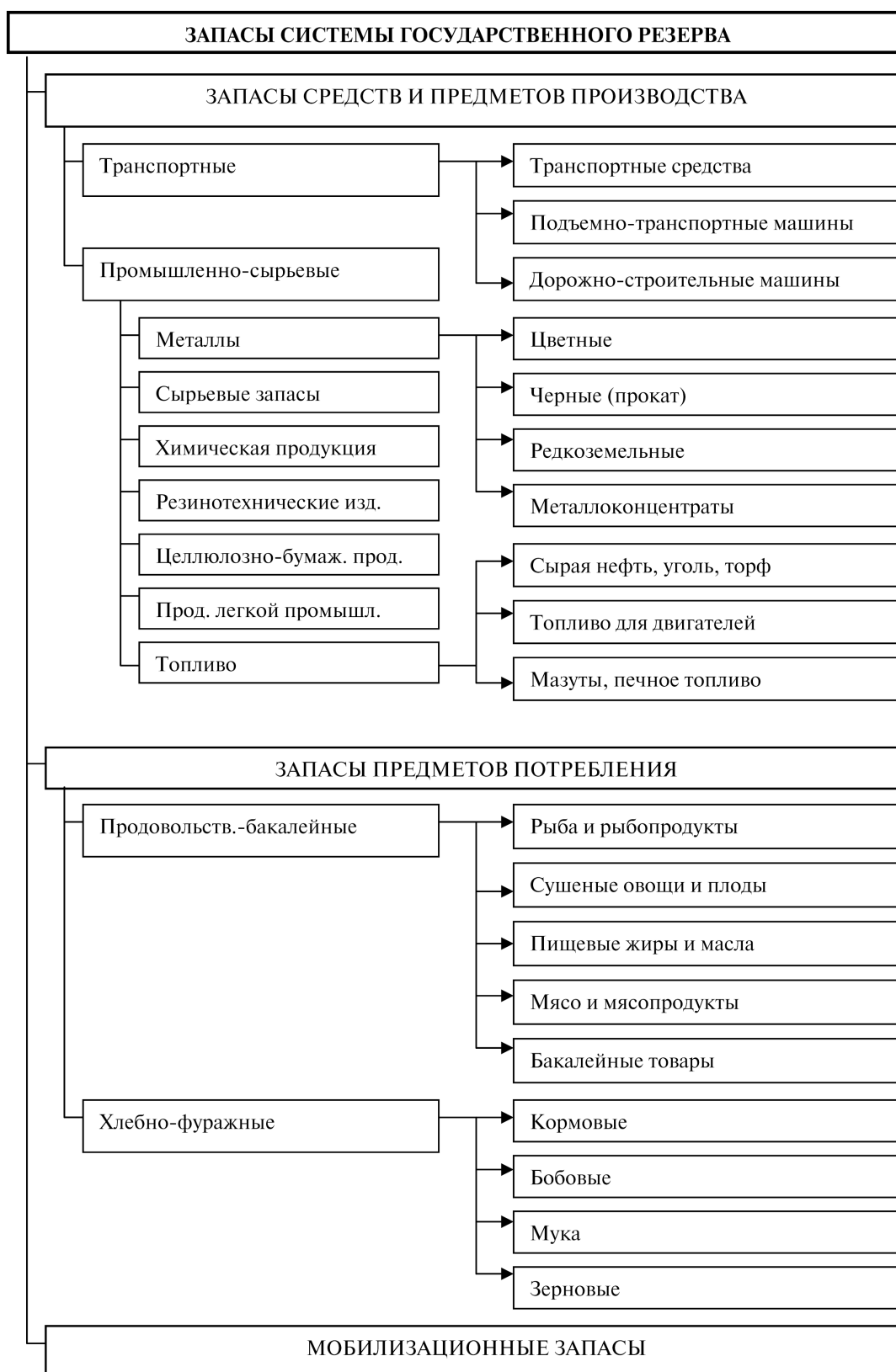


Рис. 1. Классификация запасов материальных ценностей Госрезерва

В приведенной классификации представлена укрупненная номенклатура материальных ценностей, ассортимент которых может изменяться в зависимости от частоты возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий, а также экономической ситуации в стране. Возможна и замена одного вида запаса на другой, более качественный или более дешевый. Номенклатура материальных средств определяет первую группу условий функционирования СГМР, влияющих на ее состав и структуру.

Второй группой факторов, определяющих условия работы системы Государственного резерва, являются требуемые объемы запасов материальных средств. При этом необходимо учитывать:

- соотношения объемов собственного производства к импорту;
- ограничение объемов выпуска в течение ряда лет в связи с ограниченностью ресурсов или нехваткой мощностей;
- сложность производства;
- увеличение потребности в военное время или при чрезвычайных ситуациях;
- влияние на обороноспособность страны;
- влияние на перспективное развитие производства новой техники или развитие новых отраслей промышленности;
- ограничение объемов выпуска в течение ряда лет в связи с ограниченностью ресурсов или нехваткой мощностей;
- сложность производства;
- увеличение потребности в военное время или при чрезвычайных ситуациях;
- влияние на обороноспособность страны;
- влияние на перспективное развитие производства новой техники или развитие новых отраслей промышленности;
- выпуск на ограниченном количестве предприятий, но пользующиеся повсеместным спросом на территории страны;
- сезонность производства с круглогодичным потреблением.

В табл. 1 представлена возможная классификация факторов, влияющих не только на величину запасов материальных ценностей системы Государственного резерва, но и на затраты для ее функционирования.

В связи с этим задача экономико-математического моделирования условий функционирования СГМР состоит в том, чтобы:

- *во-первых*, установить уровень запасов для каждого конкретного сорта размера и вида материальных ценностей;
- *во-вторых*, определить эти запасы для каждого предприятия-производителя (поставщика);
- *в-третьих*, обеспечить возможность формирования системы Госрезерва требуемой оргструктуры и состава с учетом неопределенности структурообразующих факторов (номенклатуры, объемов потребления, производства, транспортировки и поставки материальных средств).

Вопрос моделирования условий функционирования СГМР не может рассматриваться вне связи с задачей оптимизации ее состава и структуры. Соблюдение этого принципа в отношении проектирования оргструктур СГМР (территориального управления, комбината, пункта хранения) возможно на основании моделировании процесса их функционирования как решения некоторой общей задачи, реализация которой в едином блоке (одним структурным подразделением) невозможна. Требуется разбиение общей задачи на подзадачи и создание специализированных подразделений для решения выделенных подзадач. В последующем специализированные подразделения объединяются в единую организационную структуру.

Такой подход дает возможность свести все многообразие условий функционирования СГМР к варьированию векторов общих (b^0) и независимых (b^k) ограничений и коэффициентов (C^k) функционала предлагаемой модели синтеза локальных оргструктур системы Госрезерва.

Таблица 1

Классификация факторов, влияющих на величину запасов материальных ценностей системы Государственного резерва и затраты на ее функционирование

Наименование факторов	Условия, влияющие на величину запасов
1. Факторы потребления	
1.1. Размер и колебания потребления за период	Типы и масштабы последствий ЧС и глубина кризисного состояния экономики
1.2. Нормы потребления	Типы и масштабы последствий ЧС и глубина кризисного состояния экономики
1.3. Номенклатура потребляемых запасов	Характер производимой продукции, степень специализации и унификации материалов
2. Факторы производства	
2.1. Периодичность производства и сроки поставки	Потребность в данных запасах, характер производства и технологического процесса. Условия и сроки получения сырья, полуфабрикатов и т.д.
2.2. Сезонность производства	Возможность производства в отдельные периоды года.
3. Условия транспортировки	
3.1. Величина партии поставки	Вид транспорта. Грузоподъемность транспортных средств, маршрутизации перевозок
3.2. Время транспортировки	Вид транспорта, расстояние перевозки, способ транспортировки
4. Условия поставки	
4.1. Надежность поставки и выпуска	Степень ответственности, материальной заинтересованности и размер санкций за невыполнение условий поставки
4.2. Частота поставки и выпуска	Законодательные акты и нормативные документы, регулирующие взаимоотношение поставщиков, Госрезерва и потребителей
4.3. Наличие комбинатов (мощностей) для гарантийного складского хранения и переработки запасов	Местонахождение объектов Госрезерва и производителей, близость этих объектов, принципы планирования и частичного самофинансирования

При этом в качестве общих ограничений могут выступать номенклатура и объемы запасов материальных средств для территориального управления СГМР, в качестве частных – номенклатура и объемы для комбинатов и пунктов хранения, а в качестве коэффициентов функционала – затраты на создание и функционирование структурных подразделений комбинатов и пунктов хранения.

Формальная постановка задачи по моделированию условий функционирования СГМР состоит в следующем.

Пусть задан вектор $B = \{b^0, b^k, C^k\}$, компонентами которого являются значения общих, независимых ограничений и коэффициентов функционала линейной модели

$$\left. \begin{aligned} & \sum_{k=1}^S C^k X^k \longrightarrow \min \\ & \text{при условиях} \\ & \sum_{k=1}^S A^k X^k = b^0, \quad D^k X^k = b^k \\ & X^k \geq 1, \quad X^k \leq V^k \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где X^k – вектор допустимых вариантов оргструктуры СГМР, создаваемой для решения k -й задачи;

C^k – вектор затрат, связанных с созданием, функционированием, взаимодействием и обеспечением устойчивой работы вариантов оргструктуры СГМР для решения k -й задачи;

D^k – матрица коэффициентов ограничений, характеризующих «вклад» каждого варианта оргструктуры СГМР в выполнение накладываемых на нее ограничений (требований) по решению k -й задачи (накоплению, хранению и обеспечению материальными средствами);

b^k – вектор объемов ограничений (запасов материальных средств), накладываемых на организационную структуру СГМР, создаваемую для решения k -й задачи;

A^k – матрица коэффициентов ограничений, характеризующих «вклад» оргструктуры (комбината, пункта ответственного хранения и др.) СГМР по решению k -й задачи в достижение общих требований, предъявляемых к структуре в целом;

b^0 – вектор ограничений (запасов материальных средств требуемой номенклатуры), накладываемых на структуру СГМР в целом;

V^k – норма управляемости для оргструктуры СГМР (например, территориального управления) по решению k -й задачи;

S – количество задач СГМР, требующих создания структурных подразделений.

Каждая компонента вектора $B = \|b_i\|$, ($i = 1, \dots, n$) характеризует условия функционирования оргструктур СГМР (размер потребления, норму потребления, периодичность производства, сроки поставки материальных средств и т. д., согласно табл. 1) и может принимать различные значения на отрезке $[b_{\min,i}, b_{\max,i}]$, что отражает динамику действующих на систему факторов, вызывающих ее структурные изменения на дискретной шкале времени.

Требуется получить необходимое множество $\{M\}$ случайных сочетаний векторов $\tilde{B} = \|\tilde{b}^0, \tilde{b}^k, \tilde{C}^k\|$ исходного вектора B . При этом необходимо учитывать:

а) совокупность случайных факторов, влияющих на изменения каждого элемента b_j ;

б) синхронность влияния некоторых случайных факторов на элементы вектора B .

Решение этой задачи сводится к следующему.

На *первом этапе* для учета влияния факторов на показатели строится матрица смежности $S = \|s_{ij}\|$, ($i = 1, \dots, n$), ($j = 1, \dots, l$).

В этой матрице

$$S_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й фактор влияет} \\ & \text{на } i\text{-й показатель,} \\ 0 & \text{– при невыполнении этого условия.} \end{cases}$$

Затем определяются матрицы $B_{\max} = \|b_{\max,ij}\|$ и $B_{\min} = \|b_{\min,ij}\|$, где $b_{\max,ij}$ и $b_{\min,ij}$ – максимальное и минимальное возможные значения i -го показателя (размер потребления, норма потребления, периодичность производства и т. д.) от воздействия j -го фактора.

Второй этап заключается в моделировании случайных сочетаний исходного вектора B для каждой компоненты b_i на основе функции плотности распределения случайной величины \tilde{b}_{ij} , $f(\tilde{b}_{ij})$, что позволяет учесть стохастичность условий функционирования СГМР.

Вид закона распределения $f(\tilde{b}_{ij})$ принимается исходя из принципа максимума энтропии³, на основе результатов ранее выполненных исследований⁴ или имеющих интуитивных (эвристических) представлений о характере изменений случайных величин \tilde{b}_{ij} .

Если известен только интервал изменения случайной величины \tilde{b}_{ij} , то принимается равномерный закон распределения. При этом случайная величина \tilde{b}_{ij} определяется по зависимости

$$\tilde{b}_{ij} = b_{\min,ij} + \xi_{ij} (b_{\max,ij} - b_{\min,ij}),$$

где ξ_{ij} – случайное число, распределенное равномерно на отрезке $[0,1]$.

Окончательные значения случайных компонент каждого из векторов B вычисляются с учетом возможности влияния на

каждый b_i -й показатель нескольких случайных независимых факторов:

$$\tilde{b}_i = \sum_{j=1}^l [b_{\min,ij} + \xi_{ij}(b_{\max,ij} - b_{\min,ij})],$$

где l – количество факторов, влияющих по i -й показатель (требование).

Можно построить аналогичные преобразования и для других законов распределения $f(\tilde{b}_{ij})$. Однако все гипотезы о виде распределения не могут считаться достоверными и не исключают проблему неопределенности функционирования, а лишь дают удобный технический прием для ее исследования. На заключительном этапе влияние возможной недостоверности принятых гипотез $f(\tilde{b}_{ij})$ на выбор окончательного варианта локальной оргструктуры СГМР удается снизить.

Полученная посредством достаточного количества реализаций совокупность сочетаний исходных данных $M = \{\tilde{B}_m\}$, ($m = 1, \dots, M$) обладает большой размерностью и требует значительных затрат времени для выполнения последующих оптимизационных расчетов на линейной модели (1). Поэтому целесообразно сократить количество непосредственно рассматриваемых сочетаний до величины $N \ll M$.

Третий этап состоит в формировании из множества сочетаний условий функционирования СГМР – (M) заданного числа однородных групп – (N).

С этой целью каждое сочетание исходных данных (вектор \tilde{B}_m) множества M сравнивается друг с другом посредством определения меры близости случайных значений \tilde{b}_{mi} сравниваемых векторов \tilde{B}_m . Естественно, однородным условиям функционирования СГМР соответствуют близкие значения величин \tilde{b}_{mi} группируемых сочетаний условий $M = \{\tilde{B}_m\}$. Они объединяются в группы таким образом, чтобы теснота связи между сочетаниями условий внутри группы была больше, чем между сочетаниями условий в разных группах.

В качестве меры тесноты связи $d_{mm'}$ используется евклидово расстояние, между двумя сочетаниями условий \tilde{B}_m и $\tilde{B}_{m'}$ в n -мер-

ном пространстве (n – размерность вектора B , т. е. количество учитываемых ограничений):

$$d_{mm'} = \sum_{i=1}^n p_i^2 (\tilde{b}_{mi} - \tilde{b}_{m'i})^2, \quad (2)$$

где \tilde{b}_{mi} и $\tilde{b}_{m'i}$ – численные значения i -й компоненты векторов ограничений (b^0 и b^k) и коэффициента функционала (C^k) в m -й и m' -й реализации модели;

p_i – нормирующий коэффициент i -й компоненты, определяемый нормированием пространства расстояний относительно каждой i -й компоненты.

Процесс группировки условий функционирования начинается с того, что из общего числа сочетаний первые N сочетаний условно принимаются за центры групп и вычисляется (по формуле 2) матрица попарных расстояний между ними $D^N = \|d_{mm'}\|$.

Затем последовательно берется каждое из оставшихся ($M - N$) сочетаний, определяется его расстояние до каждого из первых N сочетаний и выбирается наименьшее из них. Если это расстояние меньше минимального расстояния между первыми N сочетаниями, то рассматриваемое сочетание объединяется в одну группу с тем из них, к которому оно ближе расположено. В противном случае объединяются между собой два близко расположенных из первых N сочетаний, а рассматриваемое сочетание является центром новой группы. Аналогичная проверка выполняется последовательно для всех ($M - N$) сочетаний, после чего они оказываются распределенными по N группам.

В качестве исходных данных для построения устойчивой организационной структуры СГМР на модели (1) используется только по одному вектору \tilde{B}_n ($n = 1, \dots, N$) из каждой сформированной группы.

В действительности, неполнота и неопределенность информации об условиях функционирования СГМР ведет к тому, что заранее неизвестно в каких же условиях (m, m_2, \dots) она будет работать. Поэтому существует опасность выбрать такую орг-

структуру, которая не соответствует будущим реальным условиям деятельности. Удобным методом нахождения решений по развитию СГМР на период прогнозирования условий является известный аппарат платежных матриц⁵, элементами которых являются затраты на обеспечение надежности работы и развития вариантов оргструктуры СГМР во всех группах условий функционирования. Они определяются вычитанием из показателя суммарных затрат (на функционирование и развитие) для рассматриваемого варианта аналогичного показателя по тому варианту оргструктуры, который в этих условиях является оптимальным. В последующем платежная матрица интерпретируется как игра двух лиц с нулевой суммой: стратегии первого игрока — варианты оргструктуры, второго — группы условий функционирования. Задача решения этой игры может быть сведена к эквивалентной задаче линейного про-

граммирования, что позволяет найти минимум цены игры (или минимальные гарантированные затраты на обеспечение функционирования и развития) и определить лучший вариант оргструктуры СГМР.

Предлагаемый способ экономико-математического моделирования условий функционирования и развития системы материального Госрезерва обуславливает возможность проведения оптимизационных расчетов по изменению ее структуры и выбору рациональной схемы размещения материальных ценностей, что позволит минимизировать затраты на формирование и содержание СГМР. Отличительной особенностью и преимуществом данного подхода является то, что задача моделирования условий функционирования СГМР решается одновременно с задачей ее проектирования и определения направлений развития, исходя из целей системы и предъявляемых к ней требований.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Кондаков Н. Н. Логический словарь-справочник. — М.: Мысль, 1975.

² Акофф Р. Искусство решения проблем. — М.: Мир, 1982.

³ Венцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. — 2-е изд., стер. — М.: Наука, 1988.

⁴ Татаркин А. И. и др. Структурная оптимизация и концепция совершенствования управления Госрезервами Российской Федерации. — Екатеринбург, 1999.

⁵ Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. — М., 1970.