

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНФЛИКТНЫХ СИСТЕМ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Л. В. Жуковская

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, г. Москва

Предложены методы и технология исследования конфликтных микросистем с учетом действия рыночной неопределенности, а также формализация гарантированного по риску решения, обеспечивающего устойчивость (равновесность) системы на микроуровне.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая теория всегда уделяла большое внимание исследованию фирм. В данной работе под фирмами понимаются коммерческие образования (компании, предприятия, организации и т. д.) независимо от их организационно-правовой формы, отраслевой принадлежности и масштабов деятельности. Различные направления экономической теории изучают фирмы, каждое в соответствии со своей методологией.

Институциональная экономическая теория объясняет обусловленность экономических явлений и процессов существующими в обществе институтами: правилами, принципами и нормами поведения. В институциональной экономической теории поведение хозяйствующих субъектов ориентировано на соблюдение институтов и стремление к прибыли. Понятие «стремление к прибыли» тождественно понятию «максимизация прибыли» в условиях постоянной неопределенности и отсутствии изменений.

С другой стороны, развитие фирм как микросистем имеет в своей основе процессы самоорганизации. Фирму можно рассматривать как сложную открытую (по отношению к экономике в целом) микросистему со своим жизненным циклом и чередованием равновесных и неравновесных состояний, периодов подъемов и спадов и т. п. Флуктуации в данной системе возникают под воздействием неопределенности.

Неопределенность можно определить как неполноту или неточность информации об условиях реализации выбранного решения (альтернативы). В экономических системах (как микро-, так и макро-) можно выделить следующие виды неопределенности:

- неопределенности в оценках состояния экономической системы;
- неопределенность относительно будущих флуктуаций как внешних, так и внутренних;
- неопределенности по поводу адекватности самой модели (например, верны ли значения ее параметров).

Экономическая микросистема, как правило, подвергается неожиданным трудно прогнозируемым действиям *как извне* (кроме перечисленных):

- проявление стихийных сил природы;
- различного рода техногенные аварии;
- изменения экономической политики;
- изменение правовой среды;
- возникающие из-за колебаний спроса и предложения скачки спроса на товары, изменение числа и номенклатуры поставок, изменение закупочных цен, срыв поставок;
- недобросовестность, некомпетентность или несостоятельность партнеров, контрдействия конкурентов, терроризм, рэкет;
- появление и внедрение новых технологий, так и *изнутри*:
- поломка, выход из строя, физическое и моральное старение средств производства и объектов инфраструктуры;
- непредусмотренные дополнительные затраты (например, потери сырья и энергии при хранении и транспортировке продукции);
- несчастные случаи на производстве и болезни сотрудников;
- ошибки в управлении персоналом;
- ошибки в маркетинге;
- ошибки планирования и проектирования и т. п.

Неопределенности возникают также и в процессе принятия экономических решений:

- неопределенность в понимании целей управляемого процесса — эти цели отчасти носят субъективный характер, так как формулируются ЛПР (лицом, принимающим решения);
- при построении математической модели сложной открытой микросистемы, так как учесть все множество ограничений (на неконтролируемые и контролируемые параметры), в рамках которых протекает процесс, просто не представляется возможным (при сложившемся уровне и методах научного познания);



- связи между переменными процесса в виде дифференциальных и (или) алгебраических уравнений не всегда возможно представить адекватно самому процессу.

Флуктуации, возникающие под действием как внешних, так и внутренних неопределенностей, могут какое-то время компенсироваться с помощью механизма обратных связей, и система, несмотря на колебания (объема выпуска, положения на рынке, уровня инвестиций и т. д.), остается в границах своего «коридора развития», возвращаясь к равновесию. Но при достижении критических значений возмущающих параметров происходит резкое усиление флуктуаций. Они нарастают, охватывая всю систему, все ее блоки (производство, финансы, сбыт, снабжение, организацию труда и т. д.). Далее возникают два принципиально возможных варианта развития: *первый* — когда система прекращает свое существование, выходя за пределы «коридора своего развития» («поля возможностей»), *второй* — когда система выходит на новую траекторию, выбирая альтернативы в границах нового поля возможностей. При этом кардинально меняется структура, внутренние связи, цели, фактически все основные параметры функционирования фирмы, а сам процесс развития выходит на новый виток. Характеристики описанного процесса существенно зависят от действий управляющего центра фирмы, т. е. от решений, сознательно принимаемых высшим и средним управляющим звеном организации. Также следует учесть, что сложное переплетение неопределенного и сознательного в процессе развития фирмы может определяться, с одной стороны, интенциональным характером (с точки зрения соображений полезности) действий людей на микроуровне, а с другой стороны, — нелинейностью, например, зависимостью от индивидуальных и коллективных взаимодействий и, наконец, ограничением рамками институциональной структуры, которая, в свою очередь, является результатом спонтанного взаимодействия людей (неформальные нормы, правила, стереотипы) и сознательного нормотворчества, закрепленного законом [1].

По мнению Н. Н. Воробьева, «многие явления, если подходить к ним с точки зрения теории игр, проясняются весьма естественно» [2].

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНФЛИКТНЫХ МИКРОСИСТЕМ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Рассмотрим следующий пример. Предположим, что на рынке сбыта присутствуют $N \geq 2$ конкурирующих предприятий, выпускающих однородный бесконечно-делимый товар. Себестоимость единицы товара для i -го предприятия равна $c_i > 0$, $i \in \mathbb{N} = \{1, 2, \dots, N\}$. Если K — общее количество товара на рынке, то цена товара $p = \max\{a - Kb; 0\}$, где постоянная $a > 0$ есть цена при отсутствии товара, постоянная $b > 0$ — коэффициент эластичности. Производственные мощности предприятия считаются неограниченными в этих условиях, и они независимо друг от друга выбирают количество производимого ими товара. Весь произведенный товар продается по цене p . Предполагается, что себестоимость $c_i < a$, $i \in \mathbb{N} = \{1, 2, \dots, N\}$. Цель каждого предприятия состоит в том, чтобы при увеличении объема выпуска товара по-

лучить максимальную прибыль от его продажи. При этом производители должны учитывать возможность появления на рынке импортного товара в размере u , причем о значении u известны лишь возможные границы его изменения.

Один из подходов к решению таких типичных для рынка задач сводится к построению и исследованию математических моделей. Конфликтность данной ситуации заключается в независимом (от других фирм, присутствующих на рынке) выборе каждым ЛПР «своих» стратегий. Конкретно для приведенной конфликтной ситуации такая модель представляется бескоалиционной игрой N лиц при неопределенности, математическая модель которой задается упорядоченным набором

$$\langle \mathbb{N}, \{X_i\}_{i \in \mathbb{N}}, Y, \{f_i(x, y)\}_{i \in \mathbb{N}} \rangle. \quad (1)$$

Поясним каждый из элементов набора (1).

Игроки. Множество порядковых номеров игроков $\mathbb{N} = \{1, 2, \dots, N\}$. В экономических микросистемах роль игроков могут выполнять руководители высшего и среднего звена управления, т. е. те (в рамках институциональной структуры, в которых функционируют данные предприятия), кто может принимать решения и отслеживать их исполнение. В сформулированной выше задаче игроками являются руководители предприятий — продавцы товара в условиях совершенно конкурентного рынка.

Стратегии и неопределенности. Для любого i -го игрока (институционально) определены возможные действия, каждое из которых называется стратегией i -го игрока. В теории игр под стратегией понимается правило, по которому каждому состоянию информированности игрока ставится в соответствие то или иное действие (поведение) из возможных действий (поведений), допустимых при данной информации. В экономических микросистемах стратегией отдельного игрока может быть стратегия прибыли, стратегия роста, стратегии, связанные с внедрением новых технологий, премии, штрафы и другие поощрения и наказания. В рассматриваемом примере стратегией i -го игрока является увеличение объемов выпуска, т. е. количество x_i производимого товара на i -м предприятии (при постоянной отдаче в росте прибыли), а множество таких стратегий есть $X_i = [0, +\infty)$.

В духе синергетических представлений о развитии сложных систем, принцип открытости предполагает, что взаимодействие с внешней средой происходит для всех подсистем, образующих сложную экономическую систему. Элементы этой системы — фирмы, рассматриваемые как микросистемы, обладают открытостью. Это одна из характеристик, свойственных сложным системам. Таким образом, открытость микроэкономической системы требует, чтобы при принятии решений учитывались как внешние, так и внутренние факторы неопределенности (описанные выше), которые существенно влияют на исход игры. Причем зачастую о неопределенностях известны лишь границы изменений, а какие-либо статистические характеристики просто отсутствуют (именно такие неопределенности и рассматриваются в настоящей работе). Отметим, что учет неопределенностей является новым направлением в игровых задачах. Это направление — теория игр при неопределенности —

появилось буквально в последние годы и активно развивается в настоящее время. Практическая ценность таких исследований в том, что необходимость принимать решения, для которых не удастся полностью учесть предопределяющие их условия, а также последующее их влияние, встречается в подавляющем большинстве областей экономики, экологии и социальных наук. При этом отказаться от принятия решения большей частью просто невозможно. В рассматриваемом примере «роль» неопределенности выполняет количество y импортируемого товара, неожиданно появившегося на рынке сбыта, а множество таких неопределенностей Y есть отрезок $[\alpha, \beta]$, где постоянные $\beta > \alpha \geq 0$.

Функции выигрыша. Игра происходит следующим образом. Каждый игрок, исходя из своих соображений (далее об этом подробно), выбирает и применяет свою стратегию $x_i \in X_i$, $i \in \mathbb{N}$. В результате образуется набор стратегий игроков $x = (x_1, \dots, x_N) \in X = X_1 \times \dots \times X_N$, называемый в теории игр *ситуацией*. Независимо от действий игроков реализуется неопределенность $y \in Y$ (может реализоваться любая неопределенность $y \in Y$). На полученных таким образом парах $(x, y) \in X \times Y$ определена функция выигрыша i -го игрока $f_i(x, y)$, значение которой в каждой конкретной паре (x, y) называется *выигрышем* или *исходом* для i -го игрока, $i \in \mathbb{N}$. Набор таких выигрышей — вектор-столбец $f(x, y) = (f_1(x, y), \dots, f_N(x, y))$ — определяет исход всей игры. Не ограничивая общности, будем считать, что цель каждого игрока — добиться возможно большего своего выигрыша.

В рассматриваемой игре ситуацией будет набор количеств произведенных всеми предприятиями товаров — вектор $x = (x_1, \dots, x_N) \in X \subset \mathbb{R}^N$ (\mathbb{R}^N — евклидово N -мерное пространство), множество ситуаций $X = [0, +\infty)^N$ — декартово (прямое) произведение N положительных полуосей $\mathbb{R}_+ = [0, +\infty)$. Функция выигрыша i -го игрока

$$f_i(x, y) = \left[a - b \left(\sum_{i=1}^N x_i + y \right) - c_i \right] x_i, \quad i \in \mathbb{N}, \quad (2)$$

есть его прибыль при производстве i -м предприятием товара в количестве x_i , $i \in \mathbb{N}$, и появлении на рынке импорта в размере y . В самом деле, в функции (2) учтено, что всего в ситуации $x = (x_1, \dots, x_N)$ будет поставлено на рынок количество $K = \sum_{i \in N} x_i + y$ товара, который будет продаваться по зависящей от предложения K цене $p = \max\{a - bK, 0\}$; при $a - b \left(\sum_{i \in N} x_i + y \right) > 0$ доход i -го производителя от продажи будет $x_i \left[a - b \left(\sum_{i \in N} x_i + y \right) \right]$, а его издержки $x_i c_i$, и поэтому прибыль i -го предприятия может быть представлена в виде (2).

Варианты игры. В зависимости от возможности или невозможности совместных действий между фирмами-игроками (закрывающихся в согласованном или несогласованном выборе ситуации) игры подразделяются на бескоалиционные, кооперативные и коалиционные.

В *бескоалиционном варианте* (в теории игр называемом просто «бескоалиционной игрой») каждая фирма

выбирает свою стратегию самостоятельно с целью достичь, возможно, большего своего выигрыша (максимизация прибыли); т. е. рассматривается рыночная структура, которая характеризуется ценовой конкуренцией или конкуренцией за объем продаж между неспособными оказывать какое-либо влияние на рыночную цену фирмами. Таким образом, речь идет о конкурентных рынках.

Кооперативный вариант («кооперативная игра») — противоположный бескоалиционному. Здесь все игроки выбирают свои стратегии совместно и согласованно. Такой тип рыночной структуры характеризуется высокой степенью рыночной власти (способностью воздействовать на рыночную цену посредством регулирования объема предложения) и отсутствием конкуренции. Это — монополия структура.

Коалиционный вариант («коалиционная игра») — все фирмы распределены на попарно непересекающиеся группы (коалиции), внутри которых кооперативный вариант, а между коалициями — бескоалиционный. С позиций экономической теории такой тип рыночной структуры характеризуется стратегическим взаимодействием немногих, обладающих рыночной властью и конкурирующих за объем продаж групп фирм, т. е. — олигополия.

Так как работа посвящена лишь бескоалиционному варианту игры, остановимся на нем более подробно. Впервые понятие равновесного решения бескоалиционной игры (без учета неопределенностей) предложил Дж. Нэш в 1951 г. [3]. Содержательный смысл равновесного по Нэшу решения (ситуации) состоит в том, что в отклонении от этой ситуации отдельный игрок не заинтересован, так как при таком отклонении его выигрыш увеличиться не может, но может и уменьшиться. Однако, наряду с достоинствами, равновесное по Нэшу решение обладает рядом негативных свойств. Поэтому в дальнейшем были введены и другие решения бескоалиционной игры (равновесие по Бержу, равновесие возражений и контрвозражений, активное равновесие), частично «снимающие» недостатки равновесия по Нэшу, но не учитывающие влияние неопределенностей. Впервые такой учет был произведен В. И. Жуковским и А. А. Чикрием [4] и развит на случай динамических игр в монографии В. И. Жуковского [5]. Предложенная там формализация гарантированного равновесия бескоалиционной игры при неопределенности стоит на стыке понятий равновесных решений (из теории бескоалиционных игр) и векторных минимумов (из теории многокритериальных задач), объединение которых основывается на принципе векторного максимина. Однако такой подход рассчитан на «катастрофу» (на реализацию «самой плохой» для всех игроков неопределенности), появление которой, как правило, маловероятно; и приводит к внутренней неустойчивости множества гарантированных равновесий. А с позиций синергетического подхода — к усилению флуктуаций и возможности выхода системы за пределы «коридора развития».

Избегать этих двух недостатков позволяет привлечение вместо принципа максимина соответствующим образом модифицированного принципа минимаксного сожаления. Этому вопросу и посвящена настоящая работа. В ней фактически применен принцип минимаксного



сожаления (принцип Сэвиджа) к формализации гарантированного равновесия бескоалиционной игры при неопределенности.

Формализация бескоалиционной игры при неопределенности. Перейдем к описанию объекта исследования — общей математической модели конфликта, как правило, возникающего в экономике (например, при совершенной конкуренции производителей, продавцов, покупателей — см. приведенный пример). Итак, рассматриваем бескоалиционную игру N лиц при неопределенности

$$\Gamma = \langle \mathbb{N}, \{X_i\}_{i \in \mathbb{N}}, Y, \{f_i(x, y)\}_{i \in \mathbb{N}} \rangle, \quad (3)$$

в которой элементы множества $\mathbb{N} = \{1, 2, \dots, N\}$ называются игроками (целое число $N \geq 2$); элементы x_i заданного множества $X_i \subseteq \mathbb{R}^{n_i}$ — стратегиями игрока i , $i \in \mathbb{N}$; упорядоченные наборы $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_N \subseteq \mathbb{R}^n$ — ситуациями ($n = n_1 + n_2 + \dots + n_N$); неопределенности y являются элементами заданного множества $Y \subseteq \mathbb{R}^m$; каждая из функций $f_i(x, y) : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ называется функцией выигрыша i -го игрока, а ее значение на конкретной паре $(x, y) \in X \times Y$ — выигрышем i -го игрока, $i \in \mathbb{N}$.

«Содержательно» процесс игры Γ состоит в одновременном и самостоятельном (независимом) выборе каждым игроком одной из своих стратегий $x_i \in X_i$, $i \in \mathbb{N}$, и, таким образом, складывается набор стратегий $(x_1, x_2, \dots, x_N) = x$ — конкретная ситуация игры Γ . Независимо от действий игроков в игре реализуется некоторая (опять-таки конкретная) неопределенность $y \in Y$. Значение функции выигрыша $f_i(x, y)$ на сложившейся в результате паре (x, y) определяет исход игры для i -го игрока — его выигрыш. Как и ранее, будем считать, что цель каждого участника конфликта заключается в получении по возможности большего индивидуального выигрыша. При выборе своих стратегий игроки должны учитывать возможность появления в игре любой, заранее непредсказуемой неопределенности $y \in Y$.

После формализации математической модели конфликта основные задачи заключаются в выработке принципов оптимальности, установлении их реализуемости (т. е. установлении существования оптимальных в этом смысле решений) и реализации решений.

Под *решением игры при неопределенности* естественно понимать пару — ситуацию и векторную гарантию, которую игроки себе «обеспечивают» выбором своих стратегий из этой ситуации.

Под векторной гарантией игры (3) при ситуации $x^* \in X$ понимается [6, с. 41] вектор $f^* = (f_1^*, \dots, f_N^*)$ такой, что существует неопределенность $y^* \in Y$, при которой $f_i(x^*, y^*) = f_i^*$, и для каждой неопределенности $y \in Y$ не могут одновременно выполняться строгие неравенства $f_i^* > f_i(x^*, y)$, $i \in \mathbb{N}$.

Таким образом, *векторная гарантия* — это такой набор выигрышей игроков, «порожденный» ситуацией x^* , что при реализации любой неопределенности $y \in Y$ появляющийся другой возможный в игре (3) набор выигрышей $(f_1(x^*, y), \dots, f_N(x^*, y))$ не может быть меньше век-

торной гарантии одновременно по всем компонентам. Виды векторных гарантий для игры (3), их свойства и способы построения изложены в работе [6, с. 42–71].

Постановка задачи. Рассмотрим бескоалиционную игру (3) N лиц при неопределенности (в нормальной форме), где $\mathbb{N} = \{1, 2, \dots, N\}$; стратегии i -го игрока $x_i \in X \subseteq \mathbb{R}^{n_i}$; ситуации

$$x = (x_1, \dots, x_N) \in X = \prod_{i \in \mathbb{N}} X_i \subseteq \mathbb{R}^n, \quad n = \sum_{i \in \mathbb{N}} n_i;$$

неопределенности $y \in Y \subseteq \mathbb{R}^m$; на парах $(x, y) \in X \times Y$ определена функция выигрыша i -го игрока $f_i(x, y)$, $i \in \mathbb{N}$. В игре (3) игрок i стремится выбрать такую свою стратегию $x_i \in X_i$, чтобы достичь возможно большего своего выигрыша (значения $f_i(x, y)$) при условии, что все игроки одновременно выбирают свои стратегии и одновременно реализуется неопределенность $y \in Y$. Подчеркнем еще раз, что:

- выбор своих стратегий всеми игроками производится одновременно, независимо и самостоятельно (в этом состоит «бескоалиционный характер» игры (3)), в результате складывается ситуация $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in X$;
- при выборе своих стратегий игрок вынужден учитывать возможность реализации любой неопределенности $y \in Y$.

С целью формализации гарантированного решения игры (3) (с учетом подхода принципа минимаксного сожаления) каждой неопределенности $y \in Y$ и каждой ситуации $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in X$ поставим в соответствие функцию риска i -го игрока

$$\Phi_i(x, y) = \max_{z_i \in X_i} f_i(x \| z_i, y) - f_i(x, y), \quad i \in \mathbb{N}.$$

Функция $\Phi_i(x, y)$ численно оценивает «сожаление» (риск) i -го игрока о том, что при сложившихся неопределенности $y \in Y$ и стратегиях остальных игроков

$$x_{\mathbb{N} \setminus \{i\}} = (x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_N) \in X_{\mathbb{N} \setminus \{i\}} = \prod_{j \in \mathbb{N} \setminus \{i\}} X_j$$

этот игрок применяет стратегию x_i , а не $x_i^{(i)} = \arg \max_{z_i \in X_i} f_i(x \| z_i, y)$, где $(x \| z_i) = (x_1, \dots, x_{i-1}, z_i, x_{i+1}, \dots, x_N)$.

Набор $(\Phi_1(x, y), \dots, \Phi_N(x, y)) = \Phi(x, y)$ назовем *векторной функцией* риска в игре (3).

Это означает, что в реальной экономической ситуации риск характеризует отклонение полученного (реального) результата деятельности фирмы от ожидаемого (наилучшего). Например, риск недополучения прибыли характеризуется разницей между реально полученной и ожидаемой прибылью.

Естественно предполагать, что каждый игрок по возможности стремится уменьшить свой риск (значение своей функции риска), учитывая наибольшее «противодействие» неопределенности $y \in Y$. Так риск получает как количественную, так и качественную характеристики.

Далее, аналогично игре (3), рассматривается бескоалиционная игра N лиц при неопределенности

$$\langle \mathbb{N}, \{X_i\}_{i \in \mathbb{N}}, Y, \{F_i(x, y)\} \rangle. \quad (4)$$

Водится понятие *гарантированного решения*, которое на содержательном уровне понимается как пара: ситуация (она выбирается игроками) и гарантированный векторный риск, который «обеспечит себе» игроки, следуя своим стратегиям в данной ситуации. В свою очередь, гарантированный векторный риск — это такой набор значений функций риска всех игроков («порожденных» данной ситуацией и специальной неопределенностью), что при реализации любой неопределенности, соответствующий ей векторный риск не может стать больше гарантированного одновременно по всем компонентам. Игроки путем выбора своих стратегий стремятся по возможности этот риск уменьшить (в векторном смысле). При построении пары (ситуация, неопределенность, реализующая гарантированный векторный риск) будем исходить из интуитивных представлений о выгодности, устойчивости и справедливости (как это диктуется общими положениями теории игр [7]).

Таким образом, содержательный смысл предлагаемого подхода состоит в следующем: при имеющейся информации о рынках каждый игрок, оценивая в игре качество своего функционирования, ориентируется не на (как принято) возможно большее значение функции выигрыша (прибыли), а стремится уменьшить разность между наибольшим и получившимся значениями функции выигрыша, т. е. уменьшить свой риск (сожаление), плату за отсутствие необходимой информации. Как раз отсутствие информации и проявилось в том, что игрок применил стратегию, которая не максимизирует его функцию выигрыша (прибыль) при реализовавшейся неопределенности, а минимизирует его функцию риска. В связи с этим исходная игра (3) заменяется на вспомогательную игру (4), отличающуюся тем, что функции выигрыша (прибыли) игроков заменяются на их «сожаления», т. е. на их функции риска. Игроки в такой вспомогательной игре формируют стратегии с целью возможно уменьшить значения своих функций риска.

В экономической теории *микроэкономические риски* можно определить как риски, появляющиеся в процессе потребительского выбора и риски конкретных фирм; т. е. риски при принятии экономических решений на уровне домашних хозяйств и фирм в заданных условиях, а также риски, возникающие при формировании этих условий в результате совместных действий игроков.

В рамках предлагаемого подхода микроэкономические риски определяются как разница между предполагаемым и реализовавшимся результатом деятельности (с учетом неопределенности); т. е. размер такого отклонения результата и есть мера микроэкономического риска.

В общем случае, с позиций синергетики, микрорешения отдельных экономических агентов (фирм), при-

нимаемые на основе предлагаемого подхода, обеспечивают устойчивость (равновесность) системы на микроуровне, т. е. при наличии флуктуаций (отклонений) в системе не происходит усиления флуктуаций вследствие того, что нет ориентации на «катастрофу», а есть стремление достичь «самого хорошего, что может случиться».

Такая формализация гарантированного по риску решения оказалась, на наш взгляд, довольно перспективной. В частности, установлено [8], что если такое решение существует, то игроки, придерживаясь своих стратегий из ситуаций (входящих в решение), «обеспечат себе» нулевой вектор риска, какая бы неопределенность не реализовалась в данной системе. Так как по определению функция риска каждого игрока неотрицательна, но нулевой риск наиболее желателен для каждого игрока.

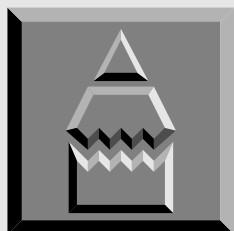
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отметим, что в данной работе мы лишь коснулись совершенно нового подхода к принятию решений в бескоалиционных системах при неопределенности. Причем о неопределенностях известна лишь область возможных значений. Но уже полученные в работе [8] результаты (особенно касающиеся нулевого риска) представляются перспективными. В стороне остались кооперативный, коалиционный и иерархический варианты игры. Возможны и другие подходы к формализации рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Серегина С. Ф.* Роль государства в экономике. Синергетический подход. — М.: Дело и сервис, 2002.
2. *Воробьев Н. Н.* Основы теории игр. бескоалиционные игры. — М.: Наука, 1984.
3. *Nash J. F.* Non-cooperative games // *Ann. Math.* — 1951. — Vol. 54. — P. 286—295.
4. *Жуковский В. И., Чикрий А. А.* Линейно квадратичные дифференциальные игры. — Киев: Наукова думка, 1994.
5. *Жуковский В. И.* Введение в дифференциальные игры при неопределенности. — М.: Междунар. НИИ проблем управления, 1997.
6. *Жуковский В. И.* Кооперативные игры при неопределенности и их приложения. — М.: УРСС, 1999.
7. *Воробьев Н. Н.* Теория игр для экономистов-кибернетиков. — М.: Наука, 1985. — С. 13.
8. *Жуковский В. И., Жуковская Л. В.* Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. — М.: Едиториал УРСС, 2004.

☎ (095) 334-90-09



Подписку на журнал "Проблемы управления" можно оформить с любого месяца в любом почтовом отделении (подписной индекс 38006 в объединенном каталоге "Пресса России"), а также через редакцию (из любого места России, почтовые расходы редакция берет на себя). Отдельные номера редакция высылает по первому же требованию. Стоимость одного номера — 400 руб. без учета НДС.