Курзенев В. А., Моторина И. Ю.

Игровые модели поведения участников при банкротстве организации

Курзенев Владимир Анатольевич
Северо-Западный институт управления — филиал РАНХиГС (Санкт-Петербург)
Профессор кафедры экономики и финансов
Доктор технических наук, профессор
kurzenev@szags.ru

Моторина Ирина Юрьевна
СПб ГКУ «Централизованная бухгалтерия администрации Калининского района», Санкт-Петербург
Заместитель директора
cbkalin@cbkalin.gugov.spb.ru

РЕФЕРАТ
В статье рассмотрены возможные варианты применения элементов теории игр для анализа поведения участников при банкротстве организации. Исследованы модели на основе биматричных игр, а также предложены модели с использованием игр в расширенной форме.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
банкротство (несостоятельность), коррупционное поведение, целевая функция, стратегия, статистическая игра, динамическая игра, «дерево игры»

Kurzenev V. A., Motorina I. Yu.

Game Models of Behavior of Participants at Bankruptcy of the Organization

Kurzenev Vladimir Anatolyevich
North-West Institute of Management — branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Saint-Petersburg, Russian Federation)
Professor of the Chair of the Economy and Finance
Doctor of Science (Technical Sciences), Professor
kurzenev-va@szags.ru

Motorina Irina Yurevna
SPb SPI “The Centralized Accounts Department of Administration of Kalininsky District”, St. Petersburg
Deputy Director
cbkalin@cbkalin.gugov.spb.ru

ABSTRACT
In the article, possible options of application of elements of game theory for the analysis of behavior of participants at bankruptcy of the organization are considered. Models based on bimatrix games are investigated, and models with use of games in an expanded form are offered.

KEYWORDS
bankruptcy (insolvency), corrupt behavior, objective function, strategy, statistical game, dynamic game, “the tree of the game”

1. Введение. Постановка задачи

Задача прогноза финансовой несостоятельности предприятия (банкротства) имеет своей целью выявить необходимость принятия своевременных мер по оздоровлению экономической деятельности, однако возможно и умышленное банкротство, создаваемое в интересах присвоения денежных средств и имущества предприятия. В интересах общества необходимо выявлять, а следовательно, и создавать условия, при которых некорректное поведение участников процесса — умышленное банкротство — было бы им невыгодным. Для этого требуется провести качественный анализ мотивов и моделей поведения различных участников взаимоотношений, возникающих при банкротстве предприятий. Поскольку налицо несовпадение интересов участников, то для описания возникающих ситуаций наиболее подходящим является формализм теории игр [2; 5].

Основными участниками игр, связанных с банкротством предприятий, являются: менеджмент (М), топ-менеджмент или собственники (ТМ/С), кредиторы (К), регулирующие и контролирующие органы (РКО) и арбитражные управляющие (АУ). Стратегии участников определяются на основе анализа преследуемых целей участников. Можно выделить ряд основных мотивов игроков при выборе стратегий [1; 3]. Так, менеджмент заинтересован в большом времени существования организации; собственник стремится к получению максимально возможных дивидендов или прочих источниках доходов от организации (в ряде случаев топ-менеджеры могут отождествляться с собственниками); ТМ/С заинтересованы в максимальном объеме денежных средств для собственных нужд; кредиторам наиболее выгодны стратегии, обеспечивающие максимальные проценты по выдаваемому кредиту; регулирующие и контролирующие органы заинтересованы в снижении коррумпированности взаимоотношений прочих участников; арбитражные управляющие в общем случае заинтересованы в оптимизации управления хозяйственной деятельностью должника в целях максимального удовлетворения требований кредиторов организации-банкрота (однако АУ может руководствоваться собственными интересами при проведении процедуры банкротства).

Банкротство может возникать через привлечение «невозвратных» кредитных средств, либо через вывод денежных средств. В общем случае можно рассматривать единую модель как совокупность взаимосвязанных игровых моделей при допущении рациональности игроков. Сложность этих моделей зависит от допущений об информированности игроков. Наиболее простыми моделями, позволяющими сделать выводы о существовании равновесных стратегий в играх, являются модели на основе: статических игр с полной информацией, иерархических игр с коррупционным поведением и динамических игр с полной информацией.

2. Модели на основе статических игр

Рассмотрим следующие модели на основе статических игр с полной информацией
1) Игра первая: ТМ/С – М. Ее суть отражена в табл. 1.

При указанных значениях целевых функций, с помощью процедуры доминирования можно определить, что равновесными по Нэшу в чистых стратегиях будут «умышленное банкротство — минимизировать затраты».

Однако значения целевых функций могут быть другими, поэтому в более общем варианте можно записать игру в виде матрицы 2×2, как указано в табл. 2.

Решение такой игры известно в смешанных стратегиях [5]. Лучший ответ первого игрока на произвольную стратегию второго игрока $(q,\ 1 - q)$ можно получить из решения неравенств

$$(p - 1)(Aq - \alpha) \geq 0$$

$$p(Aq - \alpha) \geq 0,$$

где $A \equiv a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}$, $\alpha \equiv a_{22} - a_{12}$.

Таблица 1

			Менеджер	
			Максимизировать затраты	**Минимизировать затраты**
Собственник	Развивать предприятие	На дальнюю перспективу	(2, 2)	(3, 0)
		На ближайшую перспективу	(3, 1)	(2, 1)
	Банкротить предприятие	Реальное банкротство	(1, 0)	(1, 1)
		Умышленное банкротство	(3, 0)	(3, 1)

Таблица 2

		Менеджер	
		Максимизировать затраты	**Минимизировать затраты**
Собственник	Развивать предприятие	(a_{11}, b_{11})	(a_{12}, b_{12})
	Банкротить предприятие	(a_{21}, b_{21})	(a_{22}, b_{22})

Лучший ответ второго игрока на произвольную стратегию первого игрока $(p, 1 - p)$ можно получить из решения неравенств:

$$(q - 1)(Bp - b) \geq 0,$$

$$q(Bp - \beta) \geq 0,$$

где $B \equiv b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}$, $\beta \equiv b_{22} - b_{13}$.

Для систем неравенств, с очевидностью должны выполняться условия:

$$0 \leq p \leq 1,$$

$$0 \leq q \leq 1.$$

Для достижения равновесия необходимо одновременное выполнение всех указанных неравенств. Это значит, что множество равновесий совпадает с пересечением множеств наилучших ответов игроков.

Обычно для каждой системы рассматривают по три случая

1) $$p = 1,\ Aq \geq \alpha;$$

2) $$0 < p < 1,\ Aq = \alpha;$$

3) $$p = 0,\ Aq \leq \alpha$$

и, соответственно,

1) $$q = 1,\ Bp \geq \beta;$$

2) $$0 < q < 1,\ Bp = \beta;$$

3) $$q = 0,\ Bp \leq \beta.$$

Кроме того, возможны различные случаи в зависимости от соотношений A и α, а также B и β. Анализ каждой системы неравенств позволяет определить множество наилучших ответов игроков. Поэтому сначала строятся множества наилучших ответов игроков, а затем множество равновесий как их пересечения. В зависимости от значений элементов матрицы, множество равновесий может иметь сильный разброс.

В [5] отмечены некоторые качественные особенности существующих равновесий для такой биматричной игры:

а) Существует единственное равновесие Нэша в смешанных стратегиях, если

$$q^* = \frac{\alpha}{A} \in (0,1),\ p^* = \frac{\beta}{B} \in (0,1),$$

где q^* — означает равновесие. Например, игра типа «Орел и Решка». Если же хотя бы одно из них не принадлежит $(0, 1)$, то равновесий в смешанных стратегиях не существует;

б) Существует единственное равновесие Нэша в чистых стратегиях, например, игра типа «ДЗ», когда либо $p^* = 1$, $p^* = 0$, либо $q^* = 1$, $q^* = 0$, либо p^* и $q^* = 1$.

в) Существует три равновесия Нэша – два в чистых стратегиях и одно в смешанных, например, игра типа «Семейный спор»;

г) Существует два равновесия Нэша в чистых стратегиях, например при $a_{12} = a_{22}$ и $b_{12} = b_{22}$;

д) Число равновесий Нэша в чистых стратегиях не превосходит двух;

е) Существует континуальное множество равновесий Нэша в смешанных стратегиях.

Для случаев а)–в), когда число равновесий нечетно, при небольших изменениях элементов матриц число равновесных ситуаций сохраняется. При четном числе равновесий этого не происходит.

2) Игра вторая: ТМС — РКО.

Первый игрок— это лицо, заинтересованное в банкротстве (руководство предприятия), а второй игрок — контролирующий орган. Пусть в условных единицах доход предприятия (без нарушения) $r > 0$, а «дополнительный доход» при умышленном банкротстве (необнаруженном нарушении) составляет $s > 0$. При обнаружении нарушения на нарушителя накладываются штрафные санкции $g > 0$. Второй игрок – контролирующий орган выбирает проверку с затратами на аудит $c > 0$ и выявляет нарушения с вероятностью q (невыявление описывается вероятностью $(1 - q)$. Если первый игрок совершил нарушение, но оно не обнаружено, то проверяющий несет ущерб $l > 0$. Тогда игру в нормальной форме можно записать в виде табл. 3 [4].

Можно ввести очевидное допущение $c < ql$. Стратегия НП («Нарушать и Проверять») не является равновесной по Нэшу. В смешанном расширении существуют равновесия, которые зависят от соотношений для «дополнительного» дохода.

Таблица 3

		Контролирующий орган	
		Проверять	**Не проверять**
Собственник – топ-менеджер	Нарушать (банкротить предприятие)	$[-qg + (1 - q)(r + s); -(c + (1 + q)l)]$	$(r + s; -l)$
	Развивать предприятие	$(r; -c)$	$(r; 0)$

Если $s < s_1 = \frac{q}{1-q}(g+r)$, то существует единственное смешанное равновесие Нэша

$$X^* = \left(\frac{c}{ql}, \frac{ql-c}{ql}\right), \; Y^* = \left(\frac{s}{q(g+r+s)}, 1-\frac{s}{q(g+r+s)}\right)$$

с выигрышами игроков $u_1 = r$, $u_2 = -\frac{c}{q}$.

Если $s > s_1$, то существует единственная равновесная стратегия (НП) со значениями функций выигрыша

$$u_1 = -qg + (1-q)(r+s), \; u_2 = -(c + (1+q)\lambda).$$

При $s = s_1$ равновесной является любая смешанная стратегия первого игрока с чистой стратегией «проверка» второго. Выигрыши будут соответственно:

$$u_1 = r, \; u_2 = -(c + (1+q)\lambda).$$

Следовательно, в рассматриваемой модели в первой и третьей ситуации реализация умышленного банкротства для собственника невыгодна.

3) Игра третья: ТМС — К.

В первом приближении такую игру можно записать в виде биматричной игры в общем виде, как показано в табл. 4.

Если с помощью процедуры доминирования удается привести эту запись к матрице 2×2, то дальнейший анализ аналогичен анализу в первой игре.

Если же этого сделать нельзя, то для нахождения равновесий Нэша можно использовать геометрический подход. Пусть второй игрок – кредитор применяет смешанную стратегию, а первый игрок – собственник применяет чистые стратегии, тогда для второго игрока можно записать соответствующие выигрыши:

$$u_1(q) = b_{11}q = b_{12}(1-q) = b_{12} = (b_{11} - b_{12})q;$$
$$u_2(q) = b_{22} + (b_{21} - b_{22})q;$$
$$u_3(q) = b_{12} + (b_{22} - b_{32})q.$$

Далее, легко построить графики этих линейных функций на плоскости qu с учетом ограничения $q \in [0; 1]$ и найти точки пересечения графиков.

Если $u_1(q) = u_2(q)$, то $q = \frac{b_{12} - b_{22}}{b_{12} + b_{21} - b_{11} - b_{22}}$, а соответствующее значение «выигрыша» второго игрока будет

$$u = \frac{b_{11}b_{22} - b_{21}b_{12}}{b_{11} + b_{22} - b_{21} - b_{12}}.$$

Таблица 4

		Кредитор	
		Востребовать долг	**Реструктурировать долг**
Собственник	«Погашать» кредит	(a_{11}, b_{11})	(a_{12}, b_{12})
	Умышленное банкротство	(a_{21}, b_{21})	(a_{22}, b_{22})
	Банкротство	(a_{31}, b_{31})	(a_{32}, b_{32})

Если $u_1(q) = u_3(q)$, то $q = \dfrac{b_{11}b_{22} - b_{21}b_{12}}{b_{11} + b_{22} - b_{21} - b_{12}}$, а соответствующее значение «выигрыша» будет

$$u = \frac{b_{11}b_{32} - b_{31}b_{12}}{b_{11} + b_{32} - b_{31} - b_{12}},$$

а если $u_2(q) = u_3(q)$, то $q = \dfrac{b_{22} - b_{32}}{b_{22} + b_{31} - b_{21} - b_{32}}$, и «выигрыш» принимает значение

$$u = \frac{b_{21}b_{32} - b_{31}b_{22}}{b_{21} + b_{32} - b_{31} - b_{22}}.$$

Далее, исключается из рассмотрения точка пересечения $u_i(q) = u_{\mathrm{j}}(q)$, соответствующая

$$\min_{0<q<1}\left\{\frac{b_{11}b_{22} - b_{21}b_{12}}{b_{11} + b_{22} - b_{21} - b_{12}}, \frac{b_{11}b_{32} - b_{31}b_{12}}{b_{11} + b_{32} - b_{31} - b_{12}}, \frac{b_{21}b_{32} - b_{31}b_{22}}{b_{21} + b_{32} - b_{31} - b_{22}}\right\},$$

и рассматриваются наилучшие ответы первого игрока при различных значениях q в точках ломаной, состоящей из отрезков прямой, соединяющих крайние точки $(u(q = 0), u(q = 1))$ и оставшиеся две точки пересечения.

На каждом из промежутков $[0, q_1^*)$, (q_1^*, q_2^*), $(q_2^*, 1]$ ищется наилучший ответ первого игрока и равновесия Нэша. Здесь значения q_1^* и q_2^* соответствуют двум оставшимся точкам пересечения. Таким образом, смешанные стратегии второго игрока есть $(q_{1,2}^*, 1 - q_{1,2}^*)$.

Одна из чистых стратегий первого игрока, входящая в минимальную комбинацию, оказывается несущественной. Поэтому для определения смешанных стратегий первого игрока несущественную стратегию из рассмотрения обычно исключают.

4) Игра четвертая АУ — РКО.

По аналогии со второй игрой в качестве модели можно рассматривать биматричную игру 2×2 в тех же обозначениях. Пусть в условных единицах доход предприятия (без нарушения) $r > 0$, а «дополнительный доход» при умышленном банкротстве (необнаруженном нарушении) составляет $s > 0$. При обнаружении нарушения на нарушителя накладываются штрафные санкции $g > 0$. Второй игрок – контролирующий орган выбирает проверку с затратами на аудит $c > 0$, и выявляет нарушения с вероятностью q и не выявляет с вероятностью $1 - q$. Если первый игрок совершил

Таблица 5

		Контролирующий орган	
		Проверять	**Не проверять**
Арбитражный управляющий	Нарушать (банкротить предприятие)	$[-qg + (1 - q)(r + s);$ $-(c + (1 + q)\lambda)\ ]$	$(r + s; -l)$
	Развивать предприятие	$(r; -c)$	$(r; 0)$

нарушение, но оно не обнаружено, то проверяющий несет ущерб $l > 0$. Тогда игра в нормальной форме записывается, как указано в табл. 5 [4].

Тогда решение игры, выводы при тех же ограничениях полностью аналогичны вышерассмотренной игре 2.

Однако вышепредложенные модели представляются довольно упрощенными, хотя и адекватными для частных ситуаций. Для создания игровых моделей, отражающих более общие ситуации, можно использовать игровые модели на основе формализма динамических игр с полной и неполной информацией. Простейшими из них являются иерархические игры Штакельберга, например, для описания игры типа ТМ/С – М.

На языке иерархических игр можно описать и взаимодействие участников с коррупционным поведением [1]. При этом основной проблемой является адекватное описание целевых функций участников процесса. В [1] сделана попытка выполнить такое описание в общем виде. Подробный анализ конкретных ситуаций с нахождением решений игровых ситуаций и соответствующих выводов по предотвращению коррупционного поведения составляет предмет отдельного исследования.

Если рассматривать умышленное банкротство как элемент коррупционного поведения, то для формулировки общей проблемы банкротства предприятий с использованием игровых моделей наиболее логичным является применение игр в расширенной форме. В этом случае самостоятельной задачей является построение «дерева» игры. На основе динамических игр с полной информацией можно построить множество стратегий поведения игроков и провести первичный, качественный анализ некоторых игр.

3. Модели на основе динамических игр

Построим «дерево» игры и рассмотрим некоторые из игр с полной информацией.
1) Первая игра: ТМ/С – К.

Рассматривается игра со стратегиями поведения, которые могут привести к банкротству организации. Кредитор действует лишь на первых этапах игры: соглашается или не соглашается на сговор, дает или не дает кредит, дает кредит под высокий процент или под низкий. В дальнейшем он может лишь при нарушении условий кредитного договора отозвать кредит или повысить процентную ставку (также повышение ставки возможно при повышении ключевой ставки рефинансирования Банка России) (см. табл. 6 и рис. 1).

Результаты такой игры, помимо рис. 1, отражены также в табл. 7.

Исход «банкротство» возможен в случае, если дальнейшее существование организации без кредитных средств невозможно, или если руководством организации умышленно совершаются действия, направленные на банкротство. Если банкротство наступает после того, как организация взяла кредит под низкий процент, то велика вероятность, что данное банкротство фиктивное, поскольку банк был непредвзят (либо вступил в сговор о банкротстве с помощью не связанных с манипуляцией процентами методами), и организация могла нести бремя кредита с низким процентом.

В ветвях, в которых K и TM/C вступили в сговор, и банком был выдан кредит под высокий процент, важным является вопрос соответствия умыслов игроков. Если умысел общий (довести организацию до банкротства), то высокий процент дается с целью поспособствовать банкротству, в таком случае вероятность отказа TM/C в получении кредита мала. Отказ возможен, лишь если K взял взятку и не выполнил условия в части утверждения процентной ставки, либо ему заплатили лишь за дачу кредита, а об условиях кредитования конкретной договоренности не было.

Таблица 6

Стратегии ТМ/С и К

№ п/п	Обозначение стратегии	Стратегия
1	A	«договариваться» — сговор
2	B	«не договариваться»
3	C	«дать» кредит
4	D	«не дать» кредит
5	E	высокий процент по кредиту
6	F	низкий процент по кредиту
7	G	«брать» кредит
8	H	«не брать» кредит
9	I	полный отказ от кредитования
10	J	обратиться в другой банк
11	K	дальнейшее существование организации
12	L	банкротство

Таблица 7

Условные выигрыши К и ТМ/С в зависимости от стратегий

	Выигрыш К	Выигрыш ТМ/С
AEGK	0,6	0
AEGLA	*1,6*	*1,4*
AEGLB	*0*	*1,4*
AEHIK	0	0,4
AEHIL	*0*	*0,9*
AEHJ	–	–
AFK	0,6	0,9
AFLA	*1,1*	*0,9*
AFLB	*0*	*0,9*
BCEGK	0,5	0
BCEGLA	*1,5*	*1,5*
BCEGLB	*0*	*1,5*
BCEHIK	0	0,5
BCEHIL	*0*	*1*
BCEHJ	–	–
BCFK	0,5	1
BCFLA	*1*	*1*
BCFLB	*0*	*1*
BDIK	0	0
BDIL	*0*	*0,5*
BDJ	–	–

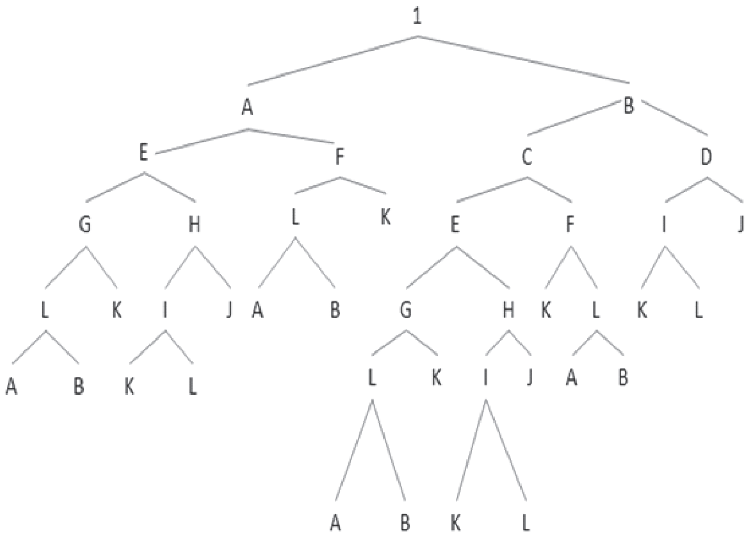

Рис. 1. Игра ТМ/С и К

Анализируя схему стратегий и выделяя те информационные множества, которые имеют исходом банкротство, можно отметить следующее:

а) в ситуациях AEGLA и AEGLB имеет место умысел, при этом в случае AEGLA ТМ/С решает «поделиться» с К, и оба игрока имеют равные выигрыши, в случае AEGLB ТМ/С договаривался исключительно о получении кредита, но умысел обанкротить предприятие является его личным;
б) в случаях AFLA и AFLB либо ТМ/С и К могли договориться обанкротить предприятие не с использованием манипуляций процентной ставкой, либо коррупционное поведение исключительно у ТМ/С, либо топ-менеджеры неправильно рассчитали допустимый кредитный портфель. Если «договариваются» уже на этапе банкротства, то будет получен равный выигрыш, либо ТМ/С решает не «договариваться» и получает больший выигрыш по итогам банкротства;
в) в ситуациях BCEGLA и BCEGLB имеет место умысел банка или ТМ/С, в случае BCEGLB – умысел на банкротство ТМ/С;
г) при реализации серии стратегий BCFLA и BCFLB, вероятнее всего, наличие либо внутреннего коррупционного элемента, либо обстоятельства объективно складываются для организации неблагоприятным образом;
д) в группах стратегий BCEHIL, AEHIL и BDIL, скорее всего, организация нуждалась в кредитовании, и к банкротству привели либо обстоятельства, либо коррупционное поведение топ-менеджмента, которое и привело предприятие к потребности получать кредит. При этом, если имело место коррупционное поведение, то выигрыш ТМ/С выше, чем при несостоятельности под воздействием внешних факторов.

2) Вторая игра: К – АУ – ТМ/С.

Пусть рассматривается игра со стратегиями поведения на этапе антикризисного управления организацией. Предположим, у организации-банкрота есть в наличии «интересный» актив, который желает получить К путем занижения его стоимости по результатам оценки АУ. К предлагает АУ вступить в сговор, предлагая взятку или часть актива. ТМ/С заинтересован в выводе актива или в том, чтобы была указана завышенная стоимость актива для покрытия им обязательств перед кредитором. АУ заинтересован в получении актива аффилированным с ним юридическим или физическим лицом. При наличии противоположных интересов у К и ТМ/С для АУ появляется риск, что его коррупционные действия будут обнаружены. На первом этапе АУ на основе сопоставления сумм ожидаемых выигрышей от выбранных стратегий выбирает сторону, с которой будет сотрудничать, либо выбирает отказ от сговора (см. табл. 8, 9, рис. 2).

Предложенная методика качественного анализа путем построения цепочек стратегий в динамической игре может быть применена для анализа коррупционного элемента во взаимоотношениях руководства организаций с контролирующими органами, однако банкротство в качестве итога подобного коррупционного взаимодействия является частным и довольно редким случаем на практике.

Таблица 8

Стратегии АУ, ТМ/С и К

№ п/п	Обозначение стратегии	Стратегия
1	A	Сговор с К
2	B	Сговор с ТМ/С
3	C	Действие в собственных интересах
4	D	Отказ от коррупционного поведения
5	E	Отсутствие дальнейших действий (не давать взятку третьей стороне)
6	F	Дать взятку ТМ/С за молчание
7	G	Дать взятку К за молчание
8	H	Дать взятку ТМ/С и К за молчание
9	I	«Сдать» АУ
10	J	«Не сдавать» АУ (брать взятку)

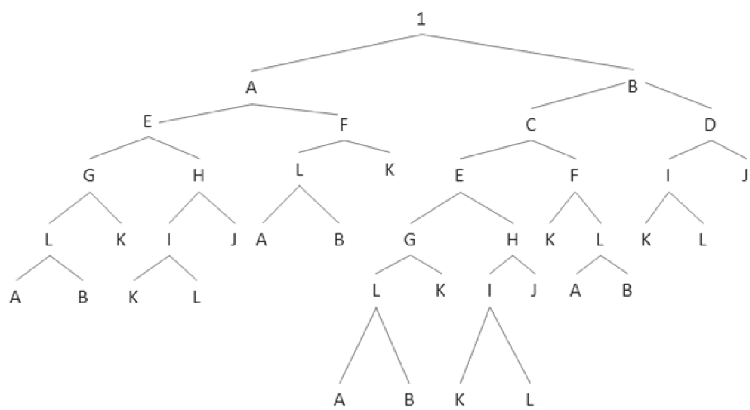

Рис. 2. Игра АУ, ТМ/С и К

Таблица 9

Условные выигрыши АУ, ТМ/С и К в зависимости от стратегий

	Выигрыш ТМ/С	Выигрыш К	Выигрыш АУ
AEI	0,5	1	−2
AEJ	0	1	1,5
AFI	0,5	−1	−2
AFJ	0,5	1	1
BEI	1	0,5	−2
BEJ	1	0	1,5
BGI	−1	0,5	−2
BGJ	1	0,5	1
CEI	0,5	0,5	−2
CEJ	0	0	2
CFI	0,5	0	−2
CFJ	1	−0,5	1,5
CGI	0	0,5	−2
CGJ	−0,5	1	1,5
CHI	0,5	0,5	−2
CHJ	0,7	0,7	0,7
D	0	0	0

4. Выводы

Таким образом, финансовую несостоятельность предприятий можно анализировать, используя формализм теории игр. В статье предложен комплекс простых моделей с применением аппарата биматричных игр для наиболее характерных ситуаций. Модели позволяют проводить анализ действий и определять оптимальные стратегии поведения участников при банкротстве предприятий для различных значений функций полезности.

Предложена методика качественного анализа и выбора поведенческих стратегий для нескольких участников в условиях многоходовых действий. Основу методики составляют игры в расширенной форме. Дальнейшие исследования поведения участников банкротства в условиях неопределенности связаны с усложнением рассмотренных моделей на базе как стратегических статических игр с неполной информацией, так и динамических игр с неполной информацией.

Литература

1. *Курзенев В.А., Глухих И.Ю.* Игровой подход при анализе банкротства предприятия // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики. Материалы VII Международной научно-практической конференции. Санкт Петербург, 2014. С. 28–29.

2. *Колокольцов В. Н., Малафеев О. А.* Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 624 с.
3. *Курзенев В. А., Глухих И. Ю.* Анализ умышленной несостоятельности предприятий // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Т. I. Санкт Петербург, 2016. С. 34–37.
4. *Мазалов В. В.* Математическая теория игр и приложения: учеб. пособие. СПб. : Лань, 2010. 448 с.
5. *Печерский С. Л., Беляева А. А.* Теория игр для экономистов. Вводный курс : учеб. пособие. СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2001. 342 с.

References

1. Kurzenev V. A., Glukhih I. Yu. *Game approach in the analysis of bankruptcy of the enterprise* [Igrovoi podkhod pri analize bankrotstva predpriyatiya] // State and business. Modern problems of economy. Materials of the VII International scientific and practical conference [Gosudarstvo i biznes. Sovremennye problemy ekonomiki. Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii]. St. Petersburg, 2014. P. 28–29. (rus)
2. Kolokoltsov V. N., Malafeev O. A. *Mathematical modeling the multiagent systems of the competition and cooperation (Game theory for all)* [Matematicheskoe modelirovanie mnogoagentnykh sistem konkurentsii i kooperatsiyu (Teoriya igr dlya vsekh)]: Tutorial. SPb. : Lan, 2012. 624 p. (rus)
3. Kurzenev V. A., Glukhih I. Yu. *Analysis of deliberate insolvency of the enterprises* [Analiz umyshlennoi nesostoyatel'nosti predpriyatii] // State and business. Modern problems of economy. Materials of the VIII International scientific and practical conference. V. I. [Gosudarstvo i biznes. Sovremennye problemy ekonomiki. Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. T. I.]. St. Petersburg, 2016. P. 34–37. (rus)
4. Mazalov V. V. *Mathematical game theory and applications* [Matematicheskaya teoriya igr i prilozheniya]: Tutorial. SPb. : Lan, 2010. 448 p. (rus)
5. Pechersky S. L., Belyaeva A. A. *Game theory for economists. Introduction course* [Teoriya igr dlya ekonomistov. Vvodnyi kurs]. Tutorial. SPb. : Publishing house of the European University in St. Petersburg [Izdatel'stvo Evropeiskogo universiteta v Sankt-Peterburge], 2001. 342 p. (rus)