

# ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ВАРИАНТОВ МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМНОГО КОМПРОМИССА В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Г.И. Алгазин

*В работе рассматривается применение теоретико-игрового подхода для сравнительного анализа структурных вариантов механизмов системного компромисса, иллюстрацией которого служит модель стимулирования напряженных производственных заданий.*

В работах автора [1, 2] проведена разработка структурных вариантов механизмов системного компромисса (СВМСК), представляющих собой комплекс математических моделей для исследования конфликтов в социально-экономических системах с несовпадающими интересами и неполной, асимметричной информированностью участников о множествах выбора решений. Проведено ранжирование СВМСК по критериям центра и подсистем на основе доминирования результатов одного из участников, в ряде случаев выделены структурные варианты более выгодные для обоих участников. Вместе с тем, как показал опыт работы с этими моделями, сравнительный их анализ является далеко незавершенным.

В настоящей работе для сравнительного анализа СВМСК используется теоретико-игровая концепция. Его иллюстрацией будет служить известная модель иерархических игр [3], интерпретируемая в работах [2, 4] как модель стимулирования напряженных производственных заданий.

В нижеприведенной таблице даны результаты расчета по модели стимулирования напряженных производственных заданий отдельных вариантов механизмов межуровне-

вого взаимодействия, в качестве вариантообразующих которых выступают стратегии обмена информацией участников (центра, подсистемы, среды) и стратегии распределения полномочий между центром и подсистемой (производителем) в процессе поиска эффективных компромиссных решений.

Выбор стратегий делегирования является исключительной прерогативой центра, ему же принадлежит право первого хода.

Стратегии делегирования определяют последовательное ослабление вмешательства центра в деятельность подсистем и представлены спектром  $z$ -стратегий с абсолютным приоритетом центра в выборе решений,  $h$ -стратегий с элементами децентрализации (когда выбор решения предоставляется нижнему уровню, но при этом его цели предварительно согласовываются с центром), смешанных  $s$ -стратегий, сочетающих централизованный и децентрализованный подходы (когда критерии выбора решений задают одновременно центр и подсистемы).

Особенностью стратегии  $s_1$  по сравнению с  $s_2$  является то, что центр предварительно оценивает поведение подсистем по имеющейся у него информации.

Стратегии обмена информацией (коллективный выбор)

		1	2	3	4	5
Стратегии делегирования (выбор центра)	$z$					
	$h$	47,8; 0	47,8; 0	32,4; 9,2	11,7; 11,1	11,7; 11,1
	$s_1$	36,6; 5,6	47,8; 0	32,4; 9,2	23,4; 18,2	31,2; 16,6
		18,0; 4,8	30,0; 10,0	19,7; 8,0	18,4; 16,2	26,2; 19,0
	$s_2$	19,5; 7,3	30,6; 8,9	20,0; 9,8	17,9; 17,4	25,3; 20,2

Стратегии обмена информацией характеризуют коллективный выбор центра и подсистемы. В таблице они обозначены цифрами от 1 до 5 и предполагают следующие схемы (коалиции участников) предварительного до принятия решения взаимодействия по обмену информацией:

1 – между средой и центром («среда → центр»);

2 – между средой и подсистемой, а также подсистемой и центром («среда → подсистема → центр»);

3 – между подсистемой и центром («подсистема → центр»);

4 – обмен отсутствует;

5 – между средой и подсистемой («среда → подсистема»).

При этом коалиция участников по обмену информацией образуется, если в ней участвует не менее двух любых участников. Вариант 4 означает отсутствие коалиции.

Все участники априори (до обмена) имеют различную информированность о множествах выбора решений. Самой полной информацией располагает среда, наименее информированным является центр. Акт обмена информацией между участниками влечет полное устранение различий в их информированности. Стрелкой обозначено направление обмена информацией.

При перечисленных предположениях по расчетной модели получены оценки критериальных показателей участников, которые в таблице (платежной матрице) представлены парами чисел и понимаются как выигрыши центра и подсистемы, соответственно.

Теоретико-игровой анализ СВМСК начнем с рассмотрения  $z$  – стратегии. Здесь и далее при анализе полагается, что центр и подсистема являются активными участниками обмена, а среда относится к пассивным. Активность участников предполагает учет их интересов при выборе стратегии обмена. В конфликте центр и подсистема ведут себя рационально, любой из них вправе выбрать более выгодный для себя вариант обмена без другого участника. Для центра лучшими являются стратегии обмена информацией (образования коалиций по обмену информацией) 1 («среда→центр») и 2 («среда→подсистема→центр») с результатом центра 47,8 и подсистемы – 0. Для подсистемы лучшими являются стратегии 4 (отсутствие обмена) и 5 («среда→подсистема») с результа-

том центра 11,7 и подсистемы – 11,1. При этом подсистеме не выгодно взаимодействовать с центром, так как результаты этого взаимодействия центр использует исключительно в своих собственных интересах. Но варианту коалиции 4 центр может противопоставить вариант 1, аннулирующий вариант 4, а варианту 5 – опять тот же вариант 1, так как вместе они образуют вариант 2 с результатом (47,8; 0). Опять варианту 3 центр, очевидно, предпочтет вариант коалиции 1 без подсистемы. Таким образом, в жестких централизованных системах подсистемы не могут реально отстаивать свои интересы и при образовании более выгодных для себя коалиций по обмену информацией.

В механизмах условной централизации  $h$  центру наиболее выгоден вариант 2 (47,8; 0), а подсистеме вариант 4 (23,4; 18,2). Очевидно, что подсистема не согласится с вариантом, в котором она участвует в обмене информацией со средой и центром. Тогда центру целесообразно перейти к варианту 1 (36,6; 5,6), при этом он блокирует лучший для подсистемы вариант 4. Тогда подсистема якобы может отреагировать угрозой варианта 5 (31,2; 16,6), но в сочетании с вариантом 1 он дает худший для нее вариант 2 (47,8; 0). Таким образом, у подсистемы нет хорошего ответа на вариант 1 с результатом (36,6; 5,6) и она вынуждена с ним согласиться. Общий вывод уже отличается от прежнего: центр не может рассчитывать на оптимальный для себя вариант (47,8; 0) и вынужден сделать некоторые уступки подсистеме.

Если центр выбирает смешанную стратегию  $s_1$ , то для него лучшим будет второй вариант коалиции участников обмена информацией («среда→подсистема→центр»). Однако на этот вариант не пойдет подсистема, так как без центра она имеет результат 16,2 и 19,0 (соответственно, для 4 и 5 вариантов), что больше чем 10,0. Центр же без подсистемы может рассчитывать на 18,0 и 18,4 (1 и 4 варианты), т.е. меньше чем 26,2. Таким образом, вариант 5 будет являться приемлемым компромиссом для обеих сторон.

Аналогично при стратегии центра  $s_2$  компромиссным будет также вариант 5 («среда→подсистема»).

**Вывод.** Несмотря на то, что теоретически подсистемы имеют равные права с центром по выбору стратегии обмена информацией, реально же их возможности существенным образом зависят от стратегий делегирования центра.

## ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ВАРИАНТОВ МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМОГО КОМПРОМИССА В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Чем выше централизация, тем уже эти возможности.

Остановимся также на анализе выбора решений в данном модельном примере в рамках игры  $\Gamma_1$ , полагая, что выбор стратегии обмена информацией предоставляется подсистеме. Если центр выбирает  $z$ -стратегии, то при условии, что подсистема будет максимизировать свой выигрыш, гарантированный выигрыш центра составит 11,7, если  $h$ -стратегии, то – 23,4, если  $s_1$ , то – 26,2, если  $s_2$ , то – 25,3. Поэтому наилучшим гарантированным результатом для центра будет 26,2. Таким образом, решением данной игры является состояние (26,2; 19,0), соответствующее стратегии делегирования  $s_1$  и коалиции по обмену информации вида «среда→подсистема».

Рассмотрим другой модельный пример применения подобного теоретико-игрового анализа, когда в образовании коалиции участвуют не три, а два участника. За основу этого примера возьмем известную игру «Семейный спор» [5]. Пусть таблица выигрышей в такой игре выглядит следующим образом.

		Стратегии ЖЕНЫ	
		Футбол	Театр
Стратегии МУЖА	Футбол	2; 1	0; 0
	Театр	-1; -1	1; 2

Муж с женой выбирают, как провести воскресный вечер – пойти на футбол или в театр. Муж предпочитает футбол, а жена театр, но проведение вечера врозь не нравится обоим.

Возможные варианты образования коалиций – совместный отдых, отдельный отдых (коалиция не состоялась). Тогда модифицированная игра, основанная на данных предыдущего примера и учитывающая коллективный выбор супругов, будет представлена следую-

щей таблицей выигрыша (первая цифра в каждой паре опять определяет выигрыш мужа, вторая цифра – выигрыш жены).

		Коллективные стратегии	
		Совместный отдых	Раздельный отдых
Стратегии МУЖА	Футбол	2; 1	0; 0
	Театр	1; 2	-1; -1

Позиционная игра  $\Gamma_1$  при первом ходе мужа для исходной и модифицированной игры дает один и тот же исход (2; 1). Вместе с тем, равновесными по Нэшу в исходной игре являются состояния (2; 1) и (1; 2), а в модифицированной игре только состояние (2; 1). При этом последнее состояние равновесия является более сильным, чем равновесие по Нэшу, так как первый столбец модифицированной таблицы выигрышей невыгодно менять ни одному из супругов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алгазин Г.И. Математические модели системного компромисса: Монография. Барнаул: Изд-во АГУ, 1999. – 133 с.
2. Алгазин Г.И. Математические модели межуровневого системного компромисса в эколого-экономических приложениях. Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – 39 с.
3. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Математика конфликта и сотрудничества. М., 1973.
4. Алгазин Г.И., Оскорбин Н.М. Применение моделей системного компромисса для анализа и оптимизации производственных систем (на примере стимулирования напряженных производственных заданий) // Известия АГУ. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2002. №1 (23).–С. 46 - 52.
5. Саати Томас Л. Математические модели конфликтных ситуаций. М.: Сов. Радио, 1977.–304 с.