

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР В ОПТИМИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Подгора Е. А., Шимко Е. В., Решетняк О. А.

Выполнены исследования применения теории игр в оптимизации хозяйственных решений на современных предприятиях. Исследования позволили выявить суть и социально-экономическую значимость принятия экономически обоснованных хозяйственных решений и определить место и роль решения в процессе управления. Исследованы теоретические подходы к определению понятия теории игр и её критериев и влияние применения теории игр в принятии хозяйственных решений. Сделан вывод о том, что теория игр способна помочь в прикладном маркетинге, управленческом учёте и в выстраивании эффективных тактик и стратегий в менеджменте, позволяя выбрать наилучший путь решения проблемы с учётом представления о других игроках, их возможных поступках, потенциале и ресурсных возможностях, учитывая существующие риски.

Виконано дослідження застосування теорії ігор в оптимізації господарських рішень на сучасних підприємствах. Дослідження дозволили виявити суть і соціально-економічну значимість прийняття економічно обґрунтованих господарських рішень і визначити місце і роль рішення в процесі управління. Досліджено теоретичні підходи до визначення поняття теорії ігор і її критеріїв і вплив застосування теорії ігор в прийнятті господарських рішень. Зроблено висновок про те, що теорія ігор здатна допомогти в прикладному маркетингу, управлінському обліку і у вибудовуванні ефективних тактик і стратегій в менеджменті, дозволяючи вибрати найкращий шлях вирішення проблеми з урахуванням думки про інших гравців, їх можливих вчинках, потенціалі і ресурсних можливостях, враховуючи існуючі ризики.

The studies of the application of game theory to optimize business decisions in modern enterprises. Studies have revealed the nature and the socio - economic importance of the adoption of economically sound business decisions and determine the place and role in the management solutions. Theoretical approaches to the definition of the concept of game theory and its application of the criteria and the influence of game theory in making economic decisions. The conclusion is that game theory can help in applied marketing, management accounting, and in building effective tactics and strategies in management, allowing you to choose the best way to solve the problem of taking into account the submission of the other players, their possible actions, capabilities and resource capabilities, taking into account existing risks.

Подгора Е. А.

канд. техн. наук,  
доц. ДГМА  
eliz\_vetal167@mail.ru

Шимко Е. В.

канд. техн. наук,  
доц. ДГМА  
schimko.elena@yandex.ua

Решетняк О. А.

магистр ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 338.583

**Подгора Е. А., Шимко Е. В., Решетняк О. А.**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР В ОПТИМИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ**

Современная экономика, как в научных исследованиях, так и при решении практических задач, использует сложный математический аппарат. Для принятия оптимального решения в условиях неопределенности в качестве математических средств используется теория игр. Она может привести к вполне продуктивным результатам, надо только знать, как ее применить.

На сегодняшний день экономика Украины находится на этапе нестабильности, страна инвестиционно не привлекательная, а ее продукция не конкурентоспособна, наблюдается увеличение убыточных предприятий. Состояние экономики Украины свидетельствует о низкой эффективности производства на уровне отдельного предприятия – недостаточное обоснование хозяйственных решений и необходимость усовершенствования инструментов их принятия. Сохранение таких тенденций в последующем может привести к негативному влиянию на экономику страны в целом. Наличие и решение указанных проблем существенно связаны с качеством хозяйственных решений, поэтому проблема формирования хозяйственных решений является актуальной.

Современные научные школы предлагают большое разнообразие исследований, посвященных теории и практике принятия решений. Теория обоснования хозяйственных решений находится в сфере научных интересов таких авторов, как: Альберт М., Беспалов Б.А., Витлинский В.В., Еддоус М., Мескон М.Х., Стенсфилд Р., Трояновский В.М., Хедоури Ф., Хобта В.М., Шарапов А.Д., Шегда А.В. и др. [1–6]. Несмотря на различие подходов в исследованиях, наблюдается единство относительно важности обоснования решений в условиях рыночной экономики. В то же время финансово-экономическое состояние предприятий в Украине свидетельствует о том, что как теория, так и практика обоснования хозяйственных решений нуждается в развитии.

Целью данной статьи является исследование применения теории игр в оптимизации хозяйственных решений на современных предприятиях.

Предметом исследования являются критерии теории игр, их практическое использование в условиях современного предприятия.

Поставленная цель обусловила необходимость решения ряда взаимосвязанных задач:

- 1) выявить суть и социально-экономическую значимость принятия экономически обоснованных хозяйственных решений;
- 2) определить место и роль решения в процессе управления;
- 3) исследовать теоретические подходы к определению понятия теории игр и её критериев;
- 4) рассмотреть теоретические основы теории игр, уточнить цель применения на предприятии;
- 5) исследовать влияние применения теории игр в принятии хозяйственных решений.

Теоретической и методологической основой исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых по управленческому и производственному учету, экономическому анализу и менеджменту, как в нашей стране, так и за рубежом.

Вся экономика – это процесс принятия решений в условиях неопределенности. Теория игр, занимающаяся моделированием этого процесса, может служить источником для принятия решений отдельных хозяйствующих субъектов. В экономике теория игр применима

не только для решения общехозяйственных задач, но и для анализа стратегических проблем предприятий, разработок организационных структур и систем стимулирования.

В современной среде функционирования предприятия с ее стремительными изменениями и сложностью принятие решений является одной из самых главных и наиболее трудных функций руководителя. Управленческие решения являются важнейшим элементом процесса управления предприятием. Решение можно рассматривать как продукт управленческого труда, а его принятие – как процесс, ведущий к появлению этого продукта. Во многих случаях от решений, принимаемых руководителями, зависят реальные возможности достижения целей предприятия, ее эффективное функционирование [4].

Современный этап развития теории и практики управления характеризуется значительным изменением и усложнением проблем, которые приходится решать руководителям. Поэтому возникла необходимость подробного изучения процесса принятия решений в различных условиях внутренней и внешней среды функционирования предприятия.

Математическая теория игр является составной частью исследования операций. Она находит широкое применение в различных областях человеческой деятельности, таких, как экономика и менеджмент, промышленность и сельское хозяйство, военное дело и строительство. Задачи исследования операций можно классифицировать по уровню информации по ситуации, которой располагает лицо, принимающее решение. Наиболее сложным уровнем информации о ситуации является уровень неопределённости. Установление принципов оптимального поведения в условиях неопределённости, доказательства существования решений, удовлетворяющих этим принципам, указания алгоритмов нахождения решений и составляют содержание теории игр [3].

Во многих игровых задачах в сфере экономики неопределенность вызвана неосведомленностью в условиях задачи. Так бывает, когда одним из игроков выступает природа. Такая игра будет называться игрой с природой. Для решения данного вида игр применяется ряд критериев: критерии Вальда, максимакса, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа, Байеса. Как правило, исходная информация в играх с природой представляется в виде матрицы, строки которой – это возможные альтернативные решения (стратегии), а столбцы – состояние системы (финансовый результат).

В процессе исследований рассмотрим пример применения теории игр для обоснования оптимального годового объема производства стали электросталеплавильным цехом (ЭСЦ) ПАО «Энергомашспецсталь» («ЭМСС»), находящегося в г. Краматорске Донецкой области.

Для этого применим методику оптимальной стратегии игр с природой для принятия решения по объемам производства продукции на плановый период. В качестве исходных данных используем результаты маркетинговых исследований и опыт предыдущей работы.

Эффективные объемы производства стали для ЭСЦ ПАО «ЭМСС» находятся в интервале от 94 тыс. тонн до 110 тыс. тонн. Для упрощения будем считать, что объем производства стали может изменяться с шагом 4 тыс. тонн относительно к объемам возможного спроса с вероятностью 0,2; 0,4; 0,2; 0,1; 0,1 соответственно.

Себестоимость одной тонны стали в электросталеплавильном цехе ПАО «Энергомашспецсталь» составляет  $C_{1T} = 5648,8$  грн./тонн, оптовая цена 1 тонны стали –  $Ц_{1T} = 9030$  грн./т.

Располагая вышеприведенными данными, построим матрицу прибыли ЭСЦ ПАО «ЭМСС» (табл. 1).

Таблица 1

Матрица прибыли ЭСПЦ ПАО «ЭМСС», т.грн.

Спрос ( $S_i$ )	Предложение ( $P_j$ )				
	$P_1$ 94 тыс.т	$P_2$ 98 тыс.т	$P_3$ 102 тыс.т	$P_4$ 106 тыс.т	$P_5$ 110 тыс.т
$S_1$ 94 тыс.т	$9030 \cdot 94 - 5648,8 \cdot 94$ =317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8
$S_2$ 98 тыс.т	$9030 \cdot 94 - 5648,8 \cdot 98$ =295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6
$S_3$ 102 тыс.т	$9030 \cdot 94 - 5648,8 \cdot 102$ =272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4
$S_4$ 106 тыс.т	$9030 \cdot 94 - 5648,8 \cdot 106$ =250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2
$S_5$ 110 тыс.т	$9030 \cdot 94 - 5648,8 \cdot 110$ =227452	263572	299692	335812	371932
Вероятность, $P_j$	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1

Для выбора оптимального объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС» применим шесть критериев выбора стратегий.

1. Критерия решения Вальда, называемый также максимином. Это критерий консерватизма. Он представляет внешние условия как капризные и недоброжелательные и делает предположение, что закон Мэрфи («если плохое событие может произойти, то оно обязательно произойдет») полностью подтверждается.

Процесс принятия решения по обоснованию объема производства с применением критерия Вальда представлен в табл. 2.

Таблица 2

Применение критерия Вальда для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегии	Финансовый результат, т.грн.					min	max
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$		
$S_1$	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8– $S_1$
$S_2$	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	295237,6	
$S_3$	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4	272642,4	
$S_4$	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2	250047,2	
$S_5$	227452	263572	299692	335812	371932	227452	

Наибольшая прибыль по критерию Вальда достигается при использовании стратегии  $S_1$  с объемом производства 94 тыс. тонн стали.

2. Критерий максимакса. Это критерий крайнего оптимизма.

Применим его по алгоритму, похожему на алгоритм критерия Вальда с той разницей, что выбор происходит не по пессимистическому прогнозу (минимальное значение), а по оптимистическому прогнозу (максимальное значение).

Процесс принятия решения по обоснованию объема производства с применением критерия максимакса представлен в табл. 3.

Таблица 3

Применение критерия максимакса для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегии	Финансовый результат, т.грн.					max	max
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$		
$S_1$	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	371932– $S_5$
$S_2$	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	
$S_3$	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4	344882,4	
$S_4$	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2	358407,2	
$S_5$	227452	263572	299692	335812	371932	371932	

Таким образом, согласно критерия максимакса оптимальной будет пятая стратегия  $S_5$ , которая предусматривает производство 110 тыс. тонн стали.

3. Альфа-критерий решения Гурвица.

Предполагает определение индекса решения –  $d$ , для каждой стратегии, который представляет собой средневзвешенное его экстремальных отдал.

Взвешивающими факторами служат коэффициент оптимизма  $\alpha$ , который применим к максимальной отдаче  $M$ , и его дополнение  $1-\alpha$ , которое применимо к минимальной отдаче –  $m$ .

Этот критерий рекомендует при выборе решения в условиях неопределенности не руководствоваться ни крайним пессимизмом (всегда «рассчитывай на худшее»), ни оптимизмом («все будет наилучшим образом»).

Рекомендуется некое среднее решение с  $\alpha=0,6$ . Исходные данные для применения критерия Гурвица представлены в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные для применения критерия Гурвица

Стратегии	Финансовый результат, т.грн.					min	max
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$		
$S_1$	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8
$S_2$	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	295237,6	331357,6
$S_3$	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4	272642,4	344882,4
$S_4$	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2	250047,2	358407,2
$S_5$	227452	263572	299692	335812	371932	227452	371932
	$1-\lambda$			$\lambda$			
	0,4			0,6			

Процесс принятия решения по обоснованию объема производства с применением критерия Гурвица представлен в табл. 5.

По критерию Гурвица при  $\alpha=0,6$  оптимальной будет стратегия  $S_1$ , что означает производство 94 тыс. тонн стали.

Таблица 5

Применение критерия Гурвица для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегии	min	max	Расчет	max
$S_1$	317832,8	317832,8	$317832,8 \cdot 0,6 + (1-0,6) \cdot 317832,8 = 317832,8$	317832,8– $S_1$
$S_2$	295237,6	331357,6	316909,6	
$S_3$	272642,4	344882,4	315986,4	
$S_4$	250047,2	358407,2	315063,2	
$S_5$	227452	371932	314140	

4. Критерий решений Сэвиджа, называемый также критерием отказа от минимакса.

Исследует убытки, которые представляют собой понесенные потери в результате принятия неправильного решения. В соответствии с этим критерием, если требуется в любых условиях избежать большого риска, то оптимальным будет то решение, для которого риск, максимальный при различных вариантах условий, окажется минимальным. Для применения критерия Сэвиджа вначале строится таблица исходных данных (табл. 6).

Таблица 6

Матрица исходных данных для применения критерия Сэвиджа

Стратегии	Финансовый результат				
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$
$S_1$	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8
$S_2$	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6
$S_3$	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4
$S_4$	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2
$S_5$	227452	263572	299692	335812	371932
max	317832,8	331357,6	344882,4	358407,2	371932

Обоснование объема производства с применением критерия Сэвиджа представлен в табл. 7, в начале которой строится матрица рисков и далее представлен процесс принятия решения.

Таблица 7

Применение критерия Сэвиджа для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегии	Матрица рисков					max	min
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$		
$S_1$	$317832,8 - 317832,8 = 0$	$331357,6 - 317832,8 = 13524,8$	$344882,4 - 317832,8 = 27049,6$	$358407,2 - 317832,8 = 40574,4$	$371932 - 317832,8 = 54099,2$	54099,2	40574,4– $S_2$
$S_2$	22595,2	0	13524,8	27049,6	40574,4	40574,4	
$S_3$	45190,4	22595,2	0	13524,8	27049,6	45190,4	
$S_4$	67785,6	45190,4	22595,2	0	13524,8	67785,6	
$S_5$	90380,8	67785,6	45190,4	22595,2	0	90380,8	

По критерию Сэвиджа оптимальной является стратегия  $S_2$ , что означает производство 98 тыс. тонн стали.

5. Критерий решений Лапласа.

Критерий, который гласит, что если вероятность состояния среды неизвестна, то они должны приниматься как равные. В этом случае выбирается стратегия, характеризующаяся самой предполагаемой стоимостью при условии равных вероятностей. Критерий Лапласа позволяет условие неопределенности сводить к условиям риска. Критерий Лапласа называют критерием рациональности, и он подходит для стратегических долгосрочных решений, как и все вышеназванные критерии.

Процесс принятия решения по обоснованию объема производства с применением критерия Лапласа представлен в табл. 8.

Таблица 8

Применение критерия Лапласа для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегия	Финансовый результат					Расчёт	max
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>		
S <sub>1</sub>	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	1/5(317832,8·5)= 317832,8	S <sub>2</sub>
S <sub>2</sub>	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	1/5(295237,6+ 331357,6·4) = 324133,6	
S <sub>3</sub>	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4	1/5(272642,4+308762,4+ 344882,4·3)= 323210,4	
S <sub>4</sub>	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2	1/5(250047,2+286167,2+ 322287,2+358407,2·2)= 315063,2	
S <sub>5</sub>	227452	263572	299692	335812	371932	1/5(227452+263572+299 692+335812+ 371932)= 299692	

По критерию Лапласа оптимальной является стратегия S<sub>2</sub>, что означает производство 98 тыс. тонн стали.

#### 6. Критерий решений Байеса.

Этот критерий используется, если известна вероятность наступления каждого события: пессимистичного, оптимистичного и консервативного. Теорема показывает, как личный уровень доверия ( $P_j$ ) может кардинально изменить количество наступивших событий. Процесс принятия решения по обоснованию объема производства с применением критерия Байеса представлен в табл. 9.

Таблица 9

Применение критерия Байеса для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Стратегия	Финансовый результат					Расчёт	max
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>		
S <sub>1</sub>	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8	317832,8·0,2+ 317832,8·0,4+ 317832,8·0,2+ 317832,8·0,1+ 317832,8·0,1=317832,8	S <sub>2</sub>
S <sub>2</sub>	295237,6	331357,6	331357,6	331357,6	331357,6	324133,6	
S <sub>3</sub>	272642,4	308762,4	344882,4	344882,4	344882,4	315986,4	
S <sub>4</sub>	250047,2	286167,2	322287,2	358407,2	358407,2	300615,2	
S <sub>5</sub>	227452	263572	299692	335812	371932	281632	
P <sub>j</sub>	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1		

По критерию Лапласа оптимальной является стратегия S<sub>2</sub>, что означает производство 98 тыс. тонн стали.

Сведем все полученные расчеты в сводную табл. 9.

Таблица 9

Результаты выбора стратегий по различным критериям  
для обоснования объема производства стали ЭСПЦ ПАО «ЭМСС»

Критерии принятия решений	Стратегии	Объем производства, тыс.т
Критерий Вальда	$S_1$	94
Критерий максимакса	$S_5$	110
Критерий Сэвиджа	$S_2$	98
Критерий Гурвица	$S_1$	94
Критерий Лапласа	$S_2$	98
Критерий Байеса	$S_2$	98

По данным итоговой табл. 9 имеем, что по двум критериям Гурвица и Вальда решения совпадают в пользу стратегии  $S_1$ , по которой предусматривается минимальный из всех представленных объем выпуска продукции в объеме 94 тыс. тонн. В тоже время по таким критериям, как Байеса, Лапласа и Сэвиджа и коэффициента вариации рекомендуют гораздо больший объем производства – 98 тыс.тонн. По критерию максимакса оптимальная стратегия –  $S_5$ . Поэтому окончательное решение оптимального объема выпуска продукции по критериям теории игр имеет значение 98 тыс. тонн.

#### ВЫВОДЫ

Теория игр способна помочь в прикладном маркетинге, управленческом учёте и в выстраивании эффективных тактик и стратегий в менеджменте, позволяя выбрать наилучший путь решения проблемы с учётом представления о других игроках, их возможных поступках, потенциале и ресурсных возможностях, учитывая существующие риски.

Теория игр используется не так часто. К сожалению, ситуации реального мира зачастую очень сложны и настолько быстро изменяются, что не возможно точно спрогнозировать, как отреагируют конкуренты на изменение тактики предприятия. Тем не менее, теория игр полезна, когда требуется определить наиболее важные и требующие учета факторы в ситуации принятия решений в условиях конкурентной борьбы. Эта информация важна, поскольку позволяет руководству учесть дополнительные переменные или факторы, способствующие повлиять на ситуацию, и тем самым повышает эффективность решения [7].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркуша Н.М. Модели и методы принятия решений в анализе и аудите : учебное пособие / Н.М. Гаркуша, О.В. Цуканова, О.О. Горошанская. – Сумы, СНАУ, 2012. – 231 с.
2. Дульзон А.А. Разработка управленческих решений: учебник / А.А. Дульзон. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 295 с.
3. Петросян Л.А. Теория игр: учебник /Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.В. Шевкопляс. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.
4. Трофимова Л.А. Управленческие решения (методы принятия и реализации): учебное пособие / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2011. –190 с.
5. Долгополова А.Ф. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин // Кант: Экономика и управление. – К., 2013. – № 1 – С. 62–66.
6. Тихомиров С. А. Теория игр в практике управления и управленческих коммуникациях / С. А. Тихомиров // Менеджмент в России и за рубежом. – 2013. – № 1. –С. 33–39.
7. Струков А.В. Использование теории игр в практике принятия управленческих решений / А.В. Струков // Экономист. – К. – № 11. – С. 23–27.