



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.43

Дата поступления: 25.02.2022

рецензирования: 30.03.2022

принятия: 27.05.2022

Проблемы и возможности применения теории антагонистических игр при анализе экономических систем различного назначения

Ф.Ф. Юрлов

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Российская Федерация
E-mail: ffyurlov@gmail.com

С.Н. Яшин

Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Российская Федерация
E-mail: jashinsn@yandex.ru

А.Ф. Плеханова

Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Российская Федерация
E-mail: docplekhanova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7820-5634>

М.Ю. Маркитанов

Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Российская Федерация
E-mail: mikhail.markitanov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-3473>

Аннотация: В организационно-экономических задачах, связанных с принятием решений на различных уровнях иерархии в различных хозяйственных системах, часто возникают конфликтные ситуации. Отличительная особенность любого конфликта в том, что интересы его сторон взаимно противоположны, то есть экономический результат (выигрыш) одного участника конфликта равен проигрышу другого участника. С помощью конфликтных ситуаций могут быть описаны противодействие конкурентов друг другу на рынке олигополии, борьба за ресурсы между различными заинтересованными сторонами, взаимоотношения налоговых органов с недобросовестными налогоплательщиками и некоторые другие ситуации. В статье рассматриваются вопросы практического применения теории антагонистических игр к задачам выбора эффективных решений в экономике, анализируются методологические особенности данной теории, формулируются основные проблемы, которые возникают при использовании антагонистических игр в организационно-экономических задачах, разбираются некоторые практические примеры, при которых использование данной теории может быть целесообразно. Отдельное внимание уделено решению расчетных задач, экономической интерпретации таких терминов теории игр, как «стратегия», «выигрыш», «критерий эффективности». В качестве основного итога работы следует отметить, что, несмотря на серьезную ограниченность, теория антагонистических игр может найти применение в экономических задачах, однако ее использование сопряжено с целым рядом трудностей и проблем.

Ключевые слова: конфликт; конфликтные ситуации; антагонистические игры; принцип гарантированного результата; равновесие; цена игры; олигополия.

Цитирование. Юрлов Ф.Ф., Яшин С.Н., Плеханова А.Ф., Маркитанов М.Ю. Проблемы и возможности применения теории антагонистических игр при анализе экономических систем различного назначения // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2022. Т. 13, № 2. С. 223–234. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-2-223-234>.

Информация о конфликте интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Юрлов Ф.Ф., Яшин С.Н., Плеханова А.Ф., Маркитанов М.Ю., 2022

Феликс Федорович Юрлов – заслуженный деятель науки РФ, академик РАЕН, доктор технических наук, профессор кафедры «Цифровая экономика», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 603950, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

Сергей Николаевич Яшин – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления, Нижегородский национальный исследовательский университет имени Н.И. Лобачевского, 603000, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Ленина, 27.

Анна Феликсовна Плеханова – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита, Нижегородский национальный исследовательский университет имени Н.И. Лобачевского, 603000, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, проспект Ленина, 27

Михаил Юрьевич Маркитанов – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и государственного управления, Нижегородский национальный исследовательский университет имени Н.И. Лобачевского, 603000, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Ленина, 27.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 25.02.2022

Revised: 30.03.2022

Accepted: 27.05.2022

Problems and possibilities of applying the theory of antagonistic games in the analysis of economic systems for various purposes

F.F. Yurlov

Nizhny Novgorod State Technical University
n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russian Federation
E-mail: ffyurlov@gmail.com. ORCID:

S.N. Yashin

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, Russian Federation
E-mail: jashin@iee.unn.ru. ORCID:

A.F. Plekhanova

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, Russian Federation
E-mail: docplekhanova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7820-5634>

M.Yu. Markitanov

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, Russian Federation
E-mail: mikhail.markitanov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-3473>

Abstract: In organizational and economic tasks related to decision-making at various levels of the hierarchy in various economic systems, conflict situations often arise. A distinctive feature of any conflict is that the interests of its parties are mutually opposed, that is, the economic result (winning) of one participant in the conflict is equal to the loss of the other participant. With the help of conflict situations, one can describe the opposition of competitors to each other in the oligopoly market, the struggle for resources between various interested parties, the relationship of tax authorities with unscrupulous taxpayers, and some other situations. The article discusses the practical application of the theory of antagonistic games to the problems of choosing effective solutions in the economy, analyzes the methodological features of this theory, formulates the main problems that arise when using antagonistic games in organizational and economic problems, analyzes some practical examples in which the use of this theory can be appropriate. Special attention is paid to the solution of computational problems, the economic interpretation of such game theory terms as «strategy», «win», «efficiency criterion». As the main result of the work, it should be noted that: 1. Despite the fact that the theory of antagonistic games is currently developed mainly as a purely mathematical model, it may well find application in solving practical economic problems, in particular, for the oligopoly market. 2. Using the methods of the theory of antagonistic games to select optimal solutions in conflict situations encounters a number of difficulties, among which the most important are:

- determination of the set of strategies of the participants in the conflict;
- the correct choice of the criterion on the basis of which the conflict situation is analyzed;
- establishing the relationship between the optimality criterion and the strategies of the participants;

- formation of an efficiency matrix based on the values of this criterion for each combination of strategies of the participants in the conflict;
- search for equilibrium situations;
- study of the possibility of a multi-criteria choice in the context of a conflict of interest.

3. The most widely used when choosing effective solutions in a conflict of interest is the principle of a guaranteed result, which is the easiest way to determine the equilibrium strategies of the participants.

Key words: conflict; conflict situations; antagonistic games; guaranteed result principle; equilibrium; game price; oligopoly.

Citation. Yurlov F.F., Yashin S.N., Plekhanova A.F., Markitanov M.Yu. Problems and possibilities of applying the theory of antagonistic games in the analysis of economic systems for various purposes. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2022, vol. 13, no. 2, pp. 223–234. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-2-223-234>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

© Yurlov F.F., Yashin S.N., Plekhanova A.F., Markitanov M.Yu., 2022

Felix F. Yurlov – honored scientist of the Russian Federation, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Doctor of Technical Science, professor of the Department of Digital Economy, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24, Minina Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation.

Sergey N. Yashin – Doctor of Economics, professor, head of the Department of Management and Public Administration, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 27, Lenin Avenue, Nizhny Novgorod, 603000, Russian Federation.

Anna F. Plekhanova – Doctor of Economics, professor of the Department of Finance and Credit, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 27, Lenin Avenue, Nizhny Novgorod, 603000, Russian Federation.

Mikhail Yu. Markitanov – Candidate of Economics, associate professor of the Department of Management and Public Administration, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 27, Lenin Avenue, Nizhny Novgorod, 603000, Russian Federation.

Введение

Почему возникает необходимость рассмотрения проблем применения теории антагонистических игр при анализе систем различного назначения в экономике на данном этапе развития? Этому вопросу посвящена настоящая работа авторов статьи. Анализ существующей научной литературы и собственные исследования позволили сделать определенные выводы о возможностях применения указанной теории и возникающих при этом ограничениях.

Теория антагонистических игр, основоположником которой считается Дж. фон. Нейман [1], несмотря на ее огромную значимость, явно недостаточно находит применение при решении реальных задач в сфере экономики. Во многом это обусловлено преимущественно математическим характером ее научных исследований. Большинство исследований в области ее применения [2–6] имеет в основном математический характер без достаточного рассмотрения вопросов ее применения к решению практических экономических задач. И хотя такой подход имеет важное значение для реализации данной теории, требуются значительные усилия для ее применения на практике. Особенно это относится к задачам анализа экономических систем различного назначения [7–9].

Исходя из выше изложенного в настоящей работе рассматриваются проблемы и возможности применения теории антагонистических игр в экономике при анализе систем различного назначения.

1. Постановка задачи выбора эффективных решений при использовании теории антагонистических игр

Выбор эффективных решений в ситуациях, когда внешняя среда характеризуется наличием участников, интересы которых являются антагонистическими [10; 11], осуществляется с использованием теории антагонистических игр [8]. В качестве базиса для определения возможностей применения рассматриваемой теории в настоящей работе приводится краткий анализ ее исходных положений. Далее осуществляется их развитие.

В теории антагонистических игр [1; 12] решения принимаются на основе матрицы эффективности взаимодействующих сторон, представленной в виде таблицы 1. Интересы сторон являются антагонистическими, то есть результат, достигаемый одной из конфликтующих сторон, равен по величине и противоположен по знаку результату, которого добивается вторая сторона. Это условие обычно формулируют в виде правила: «выигрыш одного участника конфликта всегда равен проигрышу другого».

Таблица 1 – Матрица эффективности взаимодействующих сторон. Общий вид.
Table 1 – Matrix of effectiveness of interacting parties. General view.

X \ Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _M
X ₁	K _{1,1}	K _{1,2}	...	K _{1,M}
X ₂	K _{2,1}	K _{2,2}	...	K _{2,M}
...
X _N	K _{N,1}	K _{N,2}	...	K _{N,M}

В данной матрице введены следующие обозначения:

- X_i – варианты действий (стратегии) первого участника конфликта;
- Y_j – варианты действий (стратегии) второго участника;
- K_{i,j} – показатель эффективности взаимодействующих сторон, который является функцией X_i и Y_j.

Анализ указанной матрицы дает возможность выявить особенности определения эффективности выбора оптимальных решений в условиях антагонизма участников. С этой целью определяются основные этапы построения указанной матрицы.

2. Методология

К основным этапам формирования матрицы эффективности, представленной в виде таблицы 1, и выбора эффективных решений каждым участником относятся следующие.

1. Определение заинтересованных сторон (ЗС) взаимодействующих при проведении различных мероприятий (при выходе на рынок сбыта продукции, при реализации инвестиционной политики, при реструктуризации предприятий и т. п.) [13]:

$$ЗС = \{ЗС_i\}, i=1,n.$$

В качестве участников ЗС_i могут выступать: промышленные предприятия, научно-исследовательские организации, высшие учебные заведения, государственные органы разных уровней управления и др.

2. Формулирование целей анализа каждым участником:

$$Ц = \{Ц_j\}, j=1,M.$$

Цели анализа Ц могут представлять: повышение конкурентоспособности анализируемых объектов, рост относительной доли рынка, устранение конкурентов, улучшение экономических показателей и т.п.

3. Формирование средств достижения целей (стратегий, способов и т. п.) каждым участником. Набор средств достижения целей первого участника (ЗС₁):

$$X = \{X_i\}, i=1,N.$$

Набор средств достижения целей второго участника (ЗС₂):

$$Y = \{Y_j\}, j = 1, M.$$

4. Определение показателей эффективности K принимаемых решений каждой стороной конфликта (ЗС).

5. Определение зависимости критерия эффективности от стратегий сторон K(X, Y).

6. Выполнение условия антагонизма участников взаимодействующих сторон (игроков – в терминах теории игр). Условие антагонизма записывается в виде

$$K_1(x, y) = -K_2(x, y).$$

7. Значения критерия эффективности определенные на предыдущем шаге, сводятся в матрицу эффективности взаимодействия сторон по образцу табл. 1.

8. Выбор принципа оптимальности при выборе решений. В качестве такового в теории антагонистических игр обычно выступает принцип гарантированного результата, который для первого и второго участников формулируется в виде

$$K_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} K(x, y),$$
$$K_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} K(x, y).$$

К отличительным особенностям (по сравнению с принятием решений в условиях неопределенности внешней без учета антагонистических интересов участников) можно отнести следующие:

– в качестве факторов, характеризующих внешнюю среду, выступают действия участников (стратегии, тактика и т. п.), которые имеют антагонистические интересы по отношению к каждому из них. Это является коренным отличием принятия решений от ситуаций, когда внешняя среда характеризуется той или иной неопределенностью и описывается набором неуправляемых факторов;

– по иному может формироваться набор управляемых факторов X_i, Y_j в конфликтных ситуациях и при наличии неопределенности внешней среды. При наличии антагонизма интересов конкурентов, как правило, отсутствует возможность управления действиями конкурентов. Эти действия обычно направлены на снижение эффективности конкурирующих систем и хозяйствующих субъектов (уменьшение доли рынка, снижение имиджа компаний, снижение конкурентоспособности конкурирующих предприятий и т. п.).

Располагая матрицей эффективности (табл. 1), можно осуществить выбор эффективного решения с помощью различных принципов оптимальности. В качестве основного принципа оптимальности в теории антагонистических игр традиционно применяют принцип гарантированного результата. В случае двух участников первый участник располагает набором стратегий

$$X = \{X_i\}, i=1, N$$
$$Y = \{Y_j\}, j=1, M$$

Постановка задачи исходит из того, что каждому из участников конфликта известен набор стратегий другого участника, однако он не знает, какую конкретно стратегию примет его противник. То есть первый участник конфликта знает множество стратегий $\{Y_j\}$, но не знает стратегии Y_{opt} , которую второй участник выберет, руководствуясь своими принципами оптимальности. Аналогично второй участник располагает информацией о множестве стратегий $\{X_i\}$, но не знает конкретной стратегии X_{opt} , которую выбирает первый участник.

Функция эффективности первого участника конфликта может быть записана в виде

$$K_1 = f(X_i, Y_j),$$

а функция эффективности второго участника –

$$K_2 = \varphi(X_i, Y_j).$$

Сущность антагонизма интересов состоит в том, что выигрыш одного из них в точности равен проигрышу другого, то есть при любых i и j выполняется соотношение

$$K_1(X_i, Y_j) = -K_2(X_i, Y_j).$$

При дискретном изменении критерия эффективности и конечном числе стратегий участников для выбора оптимального решения строятся матрицы эффективности (по образцу табл. 1) для каждого участника. В случае антагонизма участников, как мы только что видели, может использоваться единственная матрица.

На следующем шаге необходимо выбрать принцип оптимальности $G(X, Y)$, с помощью которого участники конфликта выбирают оптимальное решение. В качестве $G(X, Y)$ в антагонистических играх рекомендуется использовать принцип гарантированного результата.

Принцип гарантированного результата для первого участника конфликта записывается в виде:

$$K_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} K(x, y).$$

Для второго конкурента данный принцип формулируется следующим образом:

$$K_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} K(x, y).$$

Здесь: $\max_{x \in X} \min_{y \in Y} K(x, y)$ – нижняя цена игры, $\min_{y \in Y} \max_{x \in X} K(x, y)$ – верхняя цена игры.

3. Ход исследования

3.1. Анализ проблем применения антагонистических игр в экономике

3.1.1. Проблема ограничений на возможность применения теории антагонистических игр

Основная проблема принятия оптимальных решений при использовании теории антагонистических игр заключается в том, что она имеет ограниченное применение для реальных экономических задач [7; 8; 14; 15]. Это обусловлено тем, что она может быть использована, только когда участники (в частности, конкуренты) имеют прямо противоположные, антагонистические интересы.

Основное условие антагонизма интересов состоит в том, что выигрыш одного из участников в точности равен проигрышу другого. В явном виде данное условие выполняется, например, при анализе рынка олигополий с двумя участниками. В данном случае в качестве выигрыша одного из участников (конкурентов) и проигрыша другого выступает относительная доля рынка этих участников. В общем случае интересы различных взаимодействующих сторон не являются антагонистическими, хотя они и не совпадают.

Например, в борьбе за рынки сбыта компании не всегда ставят экономические задачи. Они могут носить инновационный, социальный экологический и иной характер. Очевидно, что в большинстве случаев нельзя считать антагонистическими отношения государственных органов управления и промышленных предприятий, научных заведений, вузов и т. п. И хотя интересы субъектов, принимающих решение, в общем случае не совпадают, они не являются и антагонистическими. В данных ситуациях необходимо прибегать к иным подходам к выбору эффективных решений, например к методам выбора оптимального решения в условиях неопределенности внешней среды или к модели неантагонистических игр. В частности, может быть использована теория игр с несколькими участниками с несовпадающими интересами.

Несмотря на вышеизложенные соображения, теория антагонистических игр может найти и находит применение при решении различных прикладных задач. Однако для этого требуется дальнейшее развитие указанной теории преимущественно в прикладном плане. По мнению авторов настоящей работы, необходимость этого в настоящее время назрела.

3.1.2. Проблема применения теории антагонистических игр только при наличии двух участников

Данная проблема значительно сужает возможности использования данной теории при решении актуальных задач в сфере экономики. При анализе систем различного назначения приходится учитывать несколько заинтересованных сторон. В настоящее время учет сторон, заинтересованных в деятельности хозяйствующих субъектов, является обязательным условием их функционирования. Результаты выполнения данного условия отображаются в годовых отчетах компаний различных отраслей экономики. С этой целью проводится значительная работа по выявлению сторон, заинтересованных в деятельности анализируемых компаний. В общем случае перечень заинтересованных сторон может быть значительным. К ним относятся: государственные органы разных уровней управления, контролирующие органы в сфере экологии, конкуренты, местное население, средства массовой информации и т. п. При этом требуется учитывать особенности отраслей экономики, которым они относятся. Например, применительно к компаниям и организациям атомной отрасли исключительно важное значение имеют показатели безопасности АЭС. Поэтому при проектировании и строительстве атомных электростанций приходится учитывать мнение местного населения, которое в ряде случаев может быть определяющим.

Особенно это относится к созданию АЭС с учетом того, что значительная доля отечественных проектов осуществляется ГК «Росатом» за рубежом. В ряде случаев некоторые из заинтересованных сторон могут иметь прямо противоположные (антагонистические) интересы.

3.1.3. Проблема применения единственного показателя эффективности принимаемых решений

Исходя из того, что анализ эффективности систем различного назначения осуществляется с использованием множества показателей возникает проблема применения теории антагонистических игр. Эта проблема обусловлена исходным положением указанной теории, в соответствии с которым выбор оптимальных решений осуществляется путем применения единственного показателя (выигрыша одного участника и, соответственно, проигрыша другого).

При решении реальных задач анализа эффективности принимаемых решений возникает необходимость применения теории многокритериального выбора. Проблема многокритериального выбора эффективных решений различными предприятиями и организациями, заключается в том, что решения приходится принимать по совокупности показателей, относящихся к разным, несводимым друг к другу, группам технических, экономических, инновационных и иных показателей. Указанные критерии чаще всего взаимосвязаны и являются противоречивыми, т. е. улучшение значения одного показателя приводит к ухудшению других. Скажем, улучшение значений инновационных показателей нередко приводит к снижению экономической эффективности анализируемых вариантов. В силу этого оптимальные решения, принимаемые на основе разных критериев, не совпадают.

Возникает необходимость согласования решений, оптимальных по каждому из критериев в отдельности.

Таким образом, при использовании теории антагонистических игр возникает проблема применения многокритериального подхода для выбора оптимальных решений. При этом имеется возможность формирования комплексного показателя эффективности путем объединения имеющихся частных показателей.

Однако в данном случае потребуются обоснование применения такого показателя для выполнения условия равенства выигрыша одного из участников и проигрыша другого.

3.1.4. Проблема определения интересов и стратегий каждого из участников антагонистических игр

Как уже отмечалось выше, участники антагонистических игр не располагают информацией о возможных действиях (стратегиях) друг друга. При этом им известны наборы стратегий, которые может применить противоположная сторона (участник конфликта). При решении реальных задач выбора оптимальных решений каждым из участников возникают трудности решения указанной задачи. В данном случае потребуется дополнительный анализ с использованием значительного объема информации.

3.1.5. Проблема установления зависимости показателей эффективности решений, принимаемых участниками от стратегий этих участников

Как уже отмечалось выше, при использовании теории антагонистических игр формируется матрица эффективности $//K(x,y) //$. Здесь X – стратегии первого участника, Y – стратегии второго участника. В данном случае при формировании указанной матрицы возникает проблема формирования зависимости $K(x,y)$.

Из проведенного анализа формируются характерные особенности применения теории антагонистических игр, к которым можно отнести:

- строгий антагонизм взаимодействующих участников;
- наличие только двух участников;
- применение теории при условии, что выигрыш одного из участников (в частности конкурентов) в точности равен проигрышу другого;
- применение только единственного принципа оптимальности, применяемого для выбора эффективных решений.

В качестве примеров возможного применения теории антагонистических игр рассматриваются следующие примеры:

- конкуренция на рынке олигополистов;
- использование теории при сравнительной оценке отечественных и зарубежных компаний;
- оценка эффективности проектов, выполняемых за рубежом;
- определение эффективности отечественных конкурирующих компаний.

3.2. Возможности применения теории антагонистических игр в экономике

3.2.1. Конкуренция на рынке олигополистов

Пример 1. Анализируется рынок олигополистов, представленный двумя конкурентами K_1 и K_2 . В качестве управляемых факторов (стратегий) конкурентов выступают объемы производства, цены на реализуемую продукцию, варианты ценовой или сбытовой политики, рекламы и т. п. Обозначим эти стратегии условно через $X = \{X_i\}$ и $Y = \{Y_j\}$. Эффективность решений, принимаемых конкурентами

тами, будем оценивать с помощью показателя относительной доли рынка ОДР. Если рынок поделен между олигополистами полностью, то какой процент рынка дополнительно выиграет себе один конкурент, точно такой же процент рынка уступит ему второй. Так выполняется условие антагонизма.

Для выбора эффективных решений формируется матрица эффективности, представленной в табл. 2.

Таблица 2 – Матрица эффективности для рынка олигополии
Table 2 – Efficiency matrix for the oligopoly market

	Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _M
X					
X ₁		ОДР _{1,1}	ОДР _{1,2}	...	ОДР _{1,M}
X ₂		ОДР _{2,1}	ОДР _{2,2}	...	ОДР _{2,M}
...	
X _N		ОДР _{N,1}	ОДР _{N,2}	...	ОДР _{N,M}

В данном случае при использовании принципа гарантированного результата выигрыши участников определяются следующим образом

$$\text{ОДР}_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} \text{ОДР}(x, y),$$

$$\text{ОДР}_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} \text{ОДР}(x, y).$$

Рассмотрим пример расчета (табл. 3)

Таблица 3 – Матрица эффективности для рынка олигополии
Table 3 – Efficiency matrix for the oligopoly market

	Y	Y ₁	Y ₂	Y _M	Min ОДР
X					
X ₁		10	-2	-4	-4
X ₂		6	3	-5	-5
X ₃		-8	4	2	-8
X ₄		3	-9	7	-9
Max ОДР		10	4	7	

Гарантированный выигрыш первого конкурента

$$\text{ОДР}_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} \text{ОДР}(x, y) = -4.$$

Гарантированный выигрыш второго конкурента

$$\text{ОДР}_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} \text{ОДР}(x, y) = 4$$

В рассмотренном примере нижняя цена игры не равна верхней цене игры, и, следовательно, ситуация не является равновесной. В теории игр фон Нейманом доказывается, что для обеспечения ситуации равновесия в общем случае необходимо использовать смешанные стратегии участников игры.

Пример 2. Наличие антагонистических интересов налогоплательщиков и государственных налоговых органов. В данном случае возникает конфликт между двумя сторонами: А – государственная налоговая инспекция; В – налогоплательщик с определенным годовым доходом, налог с которого составляет N.

Каждая из сторон использует собственный набор стратегий. Стратегии налоговых органов $Y = \{Y_j\}, j=1, M$. Стратегии налогоплательщиков $X = \{X_i\}, i=1, N$. Считается, что интересы налогоплательщиков и налоговых органов прямо противоположные (антагонистические). В частности это относится к ситуациям с нерадивыми налогоплательщиками. Выигрыш налоговых органов В, который является проигрышем налогоплательщиков, зависит от стратегий налоговых органов и налогоплательщиков, т. е.

$$B = V(x,y).$$

Для принятия решений обеими сторонами составляется матрица эффективности // $H(x,y)$ //. Матрица эффективности налогообложения будет иметь вид, представленный в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица налоговых поступлений в бюджет
Table 4 – Matrix of tax revenues to the budget

X \ Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _M
X ₁	H _{1,1}	H _{1,2}	...	H _{1,M}
X ₂	H _{2,1}	H _{2,2}	...	H _{2,M}
...
X _N	H _{N,1}	H _{N,2}	...	H _{N,M}

Рассмотрим количественный пример (табл. 5).

Таблица 5 – Матрица налоговых поступлений в бюджет
Table 5 – Matrix of tax revenues to the budget

X \ Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃	MinH
X ₁	8	3	4	3
X ₂	6	5	7	5
X ₃	4	7	6	4
X ₄	3	10	2	2
Max H	8	10	7	

Гарантированный выигрыш первого участника

$$H_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} H(x,y) = 5,$$

оптимальная стратегия первого участника (налоговой службы) соответствует X₂.

Гарантированный выигрыш второго участника

$$H_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} H(x,y) = 7,$$

оптимальная стратегия второго участника (недобросовестного налогоплательщика) соответствует Y₃. Оптимальные решения участников конфликта не совпадают, а значит, в данной задаче нет ситуации равновесия.

3.2.2. Многокритериальный выбор оптимальных решений в конфликтных ситуациях с антагонистическими интересами участников

Рассмотрим случай, когда оба участника конфликта пользуются при выборе оптимальных решений двумя критериями, причем в отношении обоих наблюдается конфликт интересов [16]. Это означает, что первому участнику конфликта требуется оба критерия Э и Е максимизировать, а второму участнику эти же критерии минимизировать.

Составим матрицы эффективности для критериев Э и Е (соответственно, табл. 6 и табл. 7)

Для выбора эффективных решений используется принцип гарантированного результата. Тогда показатели эффективности первого участника конфликта будут выглядеть так:

$$Э_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} Э(x,y),$$

$$Е_{\Gamma_1} = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} Е(x,y).$$

Таблица 6 – Матрица эффективности для показателя Э
Table 6 – Efficiency matrix for the indicator Э

X \ Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _M
X ₁	Э _{1,1}	Э _{1,2}	...	Э _{1,M}
X ₂	Э _{2,1}	Э _{2,2}	...	Э _{2,M}
...
X _N	Э _{N,1}	Э _{N,2}	...	Э _{N,M}

Таблица 7 – Матрица эффективности для показателя E
Table 7 – Efficiency matrix for indicator E

X \ Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _M
X ₁	E _{1,1}	E _{1,2}	...	E _{1,M}
X ₂	E _{2,1}	E _{2,2}	...	E _{2,M}
...
X _N	E _{N,1}	E _{N,2}	...	E _{N,M}

Для второго участника гарантированная эффективность по обоим критериям имеет вид

$$\mathcal{E}_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} \mathcal{E}(x, y),$$

$$E_{\Gamma_2} = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} E(x, y).$$

Оптимальные стратегии каждого из участников конфликта, определяемые по критерию Э, могут не совпадать с аналогичными стратегиями, определяемыми по критерию E. Это дополнительно затрудняет как поиск оптимального варианта, так и поиск равновесных стратегий. Для того чтобы устранить конфликт критериев, можно рекомендовать использовать комплексные показатели.

Однако в задачах данного типа имеется и еще одна трудность. Если представить себе многокритериальную задачу в условиях неопределенности внешней среды достаточно просто, то подобрать два несводимых друг к другу критерия, по которым одновременно выполнялось бы условие антагонизма интересов, при этом чтобы оба эти критерия были важны для обоих участников конфликта – это серьезная проблема, требующая дальнейшего исследования.

Результаты и выводы

1. Несмотря на то что теория антагонистических игр в настоящее время проработана преимущественно в качестве чисто математической модели, она вполне может найти применение в решении практических экономических задач, в частности для рынка олигополии.

2. Использование методов теории антагонистических игр для выбора оптимальных решений в конфликтных ситуациях встречает целый ряд трудностей, среди которых важнейшие:

- определение множества стратегий участников конфликта;
- правильный выбор критерия, на основе которого анализируется конфликтная ситуация;
- установление зависимости между критерием оптимальности и стратегиями участников;
- формирование матрицы эффективности на основе значений этого критерия для каждого сочетания стратегий участников конфликта;
- поиск ситуаций равновесия;
- исследование возможности многокритериального выбора в условиях конфликта интересов.

3. Наиболее широкое применение при выборе эффективных решений в условиях конфликта интересов находит принцип гарантированного результата, с помощью которого проще всего определить равновесные стратегии участников.

4. Изучение возможностей для практической реализации методов антагонистических игр в экономических задачах требует дальнейших исследований, в частности, серьезную проблему представляет собой реализация на практике принципа многокритериальности в конфликтных ситуациях.

Библиографический список

1. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. Москва: Наука, 1970. 983 с.
2. Маркитанов М.Ю. О необходимости уточнения понятия конфликтных ситуаций в экономике // Актуальные аспекты экономики, менеджмента и образования: материалы Российской научно-практической конференции; НГТУ. Нижний Новгород, 2011.
3. Яновская Е.Б. Антагонистические игры // Проблемы кибернетики. Москва, 1978. Вып. 34. С. 221–246.
4. Воробьев Н.Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры. Москва: Наука, 1984. URL: <https://bookree.org/reader?file=1347930>.
5. Берж К. Общая теория игр нескольких лиц. Москва: Физматлит, 1961. URL: <https://knigogid.ru/books/1882004-obschaya-teoriya-igr-neskolkih-lic/toread>.
6. Боненбласт Х., Карлин С. Об одной теореме Вилля // Бесконечные антагонистические игры. Москва: Физматлит, 1963. С. 489–496.
7. Юрлов Ф.Ф. [и др.] Методы и модели в экономике и финансовой деятельности. Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021.
8. Юрлов Ф.Ф., Яшин С.Н., Плеханова А.Ф. Выбор эффективных решений в конфликтных ситуациях с учетом интересов стейкхолдеров // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 3. С. 137–146. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-3-137-146>. EDN: <https://www.elibrary.ru/tercip>.
9. Сигал А.В. Применение теории антагонистических игр для принятия решений в экономике // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Экономика и управление». 2013. Т. 26 (65), № 1. С. 137–148. URL: <http://sn-ecomanager.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/04/014sigal.pdf>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25135918>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vebhct>.
10. Friedman A., Miles S. Stakeholders: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press, 2006. 360 p. URL: <https://readli.net/stakeholders-theory-and-practice>.
11. Петров М.А. Теория заинтересованных сторон: пути практического применения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2004. № 2. С. 51–67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9166498>. EDN: <https://www.elibrary.ru/hspjcd>.
12. Силкина Г.Ю. Теория принятия решений и управление рисками: модели конфликтов, неопределенности, риска. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2003. 74 с. URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/344.pdf/download/344.pdf>.
13. Плеханова А.Н., Юрлов Ф.Ф. Выбор эффективных решений в экономике с учетом интересов стейкхолдеров // Сборник трудов научной школы заслуженного деятеля науки РФ, академика РАН, доктора технических наук, профессора Ф. Ф. Юрлова. Нижний Новгород, 2019. С. 76–85.
14. Найт Ф. Риск, неопределенность и прибыль. Москва: Дело. 2003.
15. Самойлова Е.С. Взаимосвязь стейкхолдерства с конкурентными преимуществами организации // Инновационная наука. 2016. № 3-1. С. 202–204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25684029>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vqbdgr>.
16. Юрлов Ф.Ф., Яшин С.Н., Лапаев Д.Н., Плеханова А.Ф. Многокритериальная оценка экономического состояния инновационной деятельности промышленных предприятий: учебное пособие. Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2009. 192 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26186094>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wbaugp>.

References

1. John von Neumann, Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior. Moscow: Nauka, 1970, 983 p. Available at: <https://institutiones.com/download/books/806-teoriya-igr-economichescoe-povedenie.html>. (In Russ.)
2. Markitanov M.Yu. On the need to clarify the concept of conflict situations in the economy. In: Contemporary aspects of economics, management and education: materials of the Russian research and practical conference. Nizhny Novgorod, 2011. (In Russ.)

3. Yanovskaya E.B. Antagonistic games. In: *Problems of cybernetics*. Moscow, 1978, issue 34, pp. 221–246. (In Russ.)
4. Vorobiov N.N. Fundamentals of game theory. Noncooperative games. Moscow: Nauka, 1984. Available at: <https://bookree.org/reader?file=1347930>. (In Russ.)
5. Berzh K. General theory of games of several persons. Moscow: Fizmatlit, 1961. Available at: <https://knigogid.ru/books/1882004-obschaya-teoriya-igr-neskolkih-lic/toread>. (In Russ.)
6. Bonenblast Kh., Karlin S. On one of Will's theorems. In the collection: *Endless antagonistic games*. Moscow: Fizmatlit, 1963, pp. 489–496. (In Russ.)
7. Yurlov F.F. [et al.] Methods and models in economics and financial activity. Nizhny Novgorod: NGTU im. R.E. Alekseeva, 2021. (In Russ.)
8. Yurlov F.F., Jashin S.N., Plekhanova A.F. Choosing effective solutions in conflict situations taking into account the interests of stakeholders. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 3, pp. 137–146. DOI: <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-3-137-146>. EDN: <https://www.elibrary.ru/tepcip>. (In Russ.)
9. Sigal A.V. Application of antagonistic game theory to decision making in economics. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya «Ekonomika i upravlenie»*, 2013, vol. 26 (65), no. 1, pp. 137–148. Available at: <http://sn-ecomanager.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/04/014sigal.pdf>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25135918>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vebhct>. (In Russ.)
10. Friedman A., Miles S. Stakeholders: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press, 2006, 360 p.
11. Petrov M.A. Stakeholder theory: ways of practical application. *Vestnik of Saint Petersburg State University. Management*, 2004, no. 2, pp. 51–67. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9166498>. EDN: <https://www.elibrary.ru/hspjcd>. (In Russ.)
12. Silkina G.Yu. Decision making theory and risk management: models of conflicts, uncertainty, risk. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2003. Available at: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/344.pdf/download/344.pdf>. (In Russ.)
13. Plekhanova A.F., Yurlov F.F. Choosing of effective solutions in the economy, taking into account the interests of stakeholders. In: *Collection of works of the scientific school of the Honored Scientist of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Yurlov F.F.* Nizhny Novgorod, 2019, pp. 76–85. (In Russ.)
14. Knight F.H. Risk, Uncertainty and Profit. Moscow: Delo, 2003. Available at: <https://howtotrade.biz/books/17-%20-%20Risk-%20neopredelennost-%20i-%20pribyl.pdf>. (In Russ.)
15. Samoylova E.S. The relationship of stakeholdership with the competitive advantages of the organization. *Innovation Science*, 2016, vol. 3-1, pp. 202–204. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25684029>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vqbdgr>. (In Russ.)
16. Yurlov F.F., Yashin S.N., Lapaev D.N., Plekhanova A.F. Multi-criteria assessment of the economic state of innovation activity of industrial enterprises: textbook. Nizhny Novgorod: NGTU im. R.E. Alekseeva, 2009, 192 p. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26186094>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wbaugp>. (In Russ.)