ка сбыта, погоней за рекламодателями, что приводит к созданию развлекательной продукции низкого качества, неплохо продающейся. Подобная «информация» не имеет глубоких смыслов, пропагандирует философию потребления, тем самым фабрикуя общественное мнение.

Несомненна тесная взаимосвязь информационно-технологического развития государства и его культуры. Существует информационная культура общества и информационная культура личности.

Первое понятие обозначает достигнутый уровень организации информационных процессов, степень удовлетворения людей в информационном общении. К этому же относится уровень эффективности создания, сбора, хранения, передачи и использования информации, обеспечивающей целостное видение мира. Второе понятие характеризует личность с точки зрения широты знаний, образования и гуманитарного аспекта обучения и воспитания.

Информационное общество при помощи различного вида коммуникаций должно обеспечивать свободный доступ к разнообразной информации во всех сферах жизни - технический, экономической, политической, культурной, широкий обмен мнениями по всем волнующим общество вопросам. В сфере культуры - формирование норм и ценностей, соответствующих гуманистическим потребностям человека.

Существует ли подобное информационное общество? Западные исследователи Д. Белл, Ю. Харбермас, Ж. Бодрийяр и другие пришли к выводу об «информатизации» (термин Ф. Уэбстера) современного образа жизни. Э. Тоффлер, Н. Негропонте, М. Дертузес и другие доказывают существование «информационной модели развития». Ф. Уэбстер сомневается в реальности их выводов, хотя и соглашается с рядом позиций. Несомненна, однако, роль коммуникации, особенно её межкультурной модификации, в сфере жизнедеятельности информационного общества.

По качеству и по количеству, по скорости распространения, по средствам передачи информация достигла пика своего расцвета прежде всего в современном постиндустриальном обществе, получившем название информационного.

Это общество конца 20-го - начала 21-го столетия, выдвигающее на первый план возникновение новых отраслей сферы услуг, снижение его зависимости от промышленного производства, общество, сделавшее акцент на роль знания в производстве, потреблении и досуге.

Как сформулировано Даниэлом Беллом в «Пришествие постиндустриального общества» (1974г), США и многие европейские страны всё более становятся информационными обществами, сосредоточенными на знании и производстве нового знания. Признаком этого процесса является повышение значения высшего образования. Согласно Беллу, знание становиться ключевым источником новшеств и основой социальной организации [4, с. 57].

Таким образом, в постиндустриальном обществе главную роль играет информация. И следует отметить, что в настоящее время наибольшим спросом пользуются люди, которые занимаются созданием, поиском или сохранением информации.

В заключение в качестве примера хочется привести высказывание Бенджамина Дизраэля, который сказал: «Как правило, наибольшего успеха добивается тот, кто располагает лучшей информацией».

**Источники и литература**

1. Почепцов Г.Г. Теории коммуникации. - М.: Рефл-бук, К.: Ваклер, 2003. -656 с.
2. Фрэнк Уэбстер. Теория информационного общества. Пер. с англ. Арапова М. В., Малыхиной Н.В. Под ред. Вартановой Е.Л. - М.: Аспект Пресс, 2004. - 400с.
3. Коммуникация - понятие, виды, их характеристики. Электронный ресурс. Сайт: www.ucheba.ru/referats/25983.html
4. Collins. Большой толковый социологический словарь. - М.: Вече Аст, 1999.-544 с.
5. Гудков Д.Б. Теория и практика межкультурной коммуникации. - М.: ИТДГК Гнозис, 2003. - 288 с.

**Сигал А.В., Линь Сэнь**

# УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМ РИСКОМ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ ИГРЫ, ЗАДАННОЙ В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ ОПРЕДЕЛЁННОСТИ

## Введение

Парная матричная игра с нулевой суммой (антагонистическая игра) является одной из наиболее применяемых в теории и практике экономики теоретико-игровых моделей [1 – 3]. При теоретико-игровом моделировании экономических ситуаций стремятся полностью определить значения всех компонент игры. Но в условиях рыночной экономики не всегда имеется возможность полностью определить значения всех элементов платёжной матрицы антагонистической игры, моделирующей ситуацию принятия экономических решений.

Например, при теоретико-игровом моделировании задачи выбора портфеля оптимальной структуры эффективный портфель активов может быть найден на основании решения антагонистической игры, заданной платёжной матрицей, элементы которой представляют собой наблюдавшиеся значения норм прибыли выбранных активов [4, 5]. Среди рассматриваемых активов могут находиться такие, которые начали обращаться на фондовом рынке относительно недавно. В таких условиях для части активов значения норм прибыли известны не для всех рассматриваемых периодов, а платёжная матрица соответствующей игры известна частично.

**Постановка проблемы**

*Антагонистической игрой, заданной в условиях частичной определённости,* назовём следующую обобщённую модификацию парной матричной игры с нулевой суммой:

1. известно множество $\mathbf{I} = \{1;2;...;k\}$ всех чистых стратегий первого игрока;
2. известно множество $\mathbf{J} = \{1;2;...;n\}$ всех чистых стратегий второго игрока;
3. платёжная матрица $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ задана частично.

Значения элементов $r_{ij}$ – это выигрыши первого игрока в условиях, когда первый игрок применил свою $i$-ю чистую стратегию, а второй игрок применил свою $j$-ю чистую стратегию. При этом каждый раз выигрыш первого игрока совпадает с проигрышем второго игрока.

Рассматриваемая игра может представлять собой статистическую игру, в которой первый игрок является лицом, принимающим решения (**ЛПР**), активно и осмысленно выбирающим свои стратегии, а второй – «природой». «Природа» случайным образом оказывается в одном из своих возможных состояний $j \in \mathbf{J}$. Такую статистическую игру можно считать равносильной парной матричной игре с нулевой суммой, платёжная матрица которой совпадает с функционалом оценивания $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ заданной статистической игры.

Итак, для антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, существуют хотя бы одна пара номеров $i_0 \in \mathbf{I}$, $j_0 \in \mathbf{J}$ таких, что истинное (точное) значение элемента $r_{i_0 j_0}$ матрицы $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ неизвестно.

**Нерешённые части проблемы**

Теории игр и её разнообразным применениям посвящено огромное количество работ, но проблема решения антагонистических игр, заданных в условиях частичной определённости, на настоящее время освещена недостаточно [6 – 10]. Поиск решения антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, осложнён тем, что игроки вынуждены принимать решения в условиях риска и неопределённости.

В пределах теории принятия решений в условиях риска и неопределённости возможны различные концепции поиска решения игры с неполной информацией. Очевидно, одним из естественных методов поиска решения антагонистических игр, заданных в условиях частичной определённости, является корректное приведение такой игры к классической антагонистической игре, заданной в условиях полной определённости. Решение полученной антагонистической игры с полной информацией можно интерпретировать как оптимальное решение исходной антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости.

Способы приведения антагонистических игр, заданных в условиях частичной определённости, к классическим антагонистическим играм могут быть различными. В каждом случае следует учитывать как имеющуюся математическую информацию, так и экономическое содержание исходной ситуации.

**Постановка задачи**

Ситуация принятия решений характеризуется множеством $\{\mathbf{I}, \mathbf{J}, \mathbf{R}\}$, где $\mathbf{I} = \{1;2;...;k\}$ – множество чистых стратегий первого игрока (множество возможных решений **ЛПР**), $\mathbf{J} = \{1;2;...;n\}$ – множество чистых стратегий второго игрока (возможных состояний «природы»), $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ – частично заданная платёжная матрица антагонистической игры (частично заданный функционал оценивания статистической игры). Для антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, требуется найти оптимальные стратегии игроков. Для статистической игры, функционал оценивания $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ который задан частично, требуется найти оптимальное решение **ЛПР**.

Без ограничения общности можно считать, что функционал оценивания $\mathbf{R} = \mathbf{R}_{k\times n} = (r_{ij})$ заданной статистической игры обладает положительным ингредиентом $\mathbf{R} = \mathbf{R}^{+}$, то есть **ЛПР** стремится максимизировать значения оценок принятых решений.

Необходимо классифицировать возможные информационные ситуации подобно тому, как классифицированы информационные ситуации, характеризующие уровень неопределённости выбора «природой» своих состояний [5, 11].

**Классификация информационных ситуаций**

Под *информационной ситуацией* (**ИС**) $\mathbf{I}_l$ будем понимать степень градации, характеризующую неопределённость значений всех неизвестных элементов $r_{ij}$ частично заданной платёжной матрицы $\mathbf{R}=\mathbf{R}_{k\times n}=(r_{ij})$.

Предлагается следующая классификация **ИС** [12, 13]:

$\mathbf{I}_1$ : все неизвестные элементы являются случайными величинами (**СВ**) с известными законами распределения вероятностей;

$\mathbf{I}_2$ : все неизвестные элементы являются заданными функциями одного или нескольких параметров;

$\mathbf{I}_3$ : для всех неизвестных элементов заданы свои ограничения, которым их значения должны удовлетворять;

$\mathbf{I}_4$ : о возможных значениях всех неизвестных элементов нет никакой математической информации;

$\mathbf{I}_5$ : все неизвестные элементы принимают наихудшие для первого игрока (**ЛПР**) значения, которые максимально мешают достижению им своих целей;

$\mathbf{I}_6$ : все неизвестные элементы принадлежат заданному нечёткому множеству [14], т. е. представляют собой заданные нечёткие переменные;

$\mathbf{I}_7$ : смешанная **ИС**.

Заметим, что только в поле **ИС** $\mathbf{I}_4$ нельзя, чтобы были неизвестны значения всех элементов $r_{ij}$ платёжной матрицы $\mathbf{R}=\mathbf{R}_{k\times n}=(r_{ij})$. Действительно, в этом случае формализация антагонистической игры, заданной в условиях полной неопределённости, теряет смысл.

**Возможные методы преодоления неопределённости**

Рассмотрим более подробно решение антагонистических игр, заданных в условиях частичной определённости в поле **ИС** $\mathbf{I}_1$ и в поле **ИС** $\mathbf{I}_4$.

**Пример 1.** Рассмотрим следующую модификацию известной игры «камень – ножницы – бумага» [15]. Каждый из игроков имеет три стратегии: первая – «камень», вторая – «ножницы», третья – «бумага». Оба игрока одновременно называют один из этих трёх предметов. Если они называют один и тот же предмет, то партия заканчивается вничью. В противном случае выигрыш определяется правилами: камень разбивает ножницы, ножницы режут бумагу, а в бумагу можно завернуть камень. Если выиграл первый игрок, то одновременно подбрасывают два игральных кубика, и второй игрок выплачивает ему $x$ условных денежных единиц (УДЕ), где $x$ – сумма очков, выпавших на верхних гранях кубиков. Если выиграл второй игрок, то подбрасывают один игральный кубик, и первый игрок выплачивает ему $y$ УДЕ, где $y$ – количество очков, выпавших на верхней грани кубика.

**Решение.** Очевидно, имеет место **ИС** $\mathbf{I}_1$. Замена неизвестных элементов матрицы $\mathbf{R}=\mathbf{R}_{3\times 3}=(r_{ij})$ их математическими ожиданиями приводит исходную игру к классической антагонистической игре, заданной платёжной матрицей

$$\mathbf{A}=\mathbf{A}_{3\times 3}=(a_{ij})=(\mathbf{M}(r_{ij}))=\begin{pmatrix} 0 & 7 & -3{,}5 \\ -3{,}5 & 0 & 7 \\ 7 & -3{,}5 & 0 \end{pmatrix}.$$

В $\mathbf{A}$ седлового элемента нет: $\alpha=\max_i \min_j a_{ij}=-3{,}5<7=\min_j \max_i a_{ij}=\beta$.

Прежде, чем привести оптимальное решение полученной игры, сформулируем **простейший признак полной смешанности игры** [16]. Пусть для матрицы $\mathbf{A}=\mathbf{A}_{n\times n}=(a_{ij})$ справедливо $\alpha=\max_i \alpha_i=\max_i \min_j a_{ij}<\min_j \max_i a_{ij}=\min_j \beta_j=\beta$, $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}=c$, где $i=\overline{1,n}$, $\sum_{i=1}^{n} a_{ij}=c$, где $j=\overline{1,n}$, $c=const$. Тогда антагонистическая игра, заданная платёжной матрицей $\mathbf{A}=\mathbf{A}_{n\times n}=(a_{ij})$, является вполне смешанной [3], при этом векторы $\mathbf{p}^*=\mathbf{q}^*=\left(\frac{1}{n};\frac{1}{n};\ldots;\frac{1}{n}\right)$ представляют оптимальные смешанные стратегии игроков, а число $V_A^* = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(a_{ij}\cdot p_i^*\cdot q_j^*\right) = \frac{1}{n^2}\cdot\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij} = \frac{1}{n^2}\cdot n\cdot c = \frac{c}{n}$ задаёт значение цены данной игры**.**

Очевидно, справедливы соотношения $\sum_{j=1}^{3} a_{ij} = 3{,}5$, где $i = \overline{1{,}3}$, $\sum_{i=1}^{3} a_{ij} = 3{,}5$, где $j = \overline{1{,}3}$. Поэтому оптимальные смешанные стратегии игроков представляются векторами $\mathbf{p}^* = \mathbf{q}^* = \left(\frac{1}{3};\frac{1}{3};\frac{1}{3}\right)$, а цена игры равна $V_A^* = \frac{3{,}5}{3} = \frac{7}{6}$.

**Пример 2.** Компания оптово-розничной торговли заключила договоры с четырьмя поставщиками однотипной скоропортящейся продукции. Руководству компании требуется определить доли, в которых следует распределить заказы между этими поставщиками с тем, чтобы минимизировать уровень риска срыва поставок данной продукции на планируемый период, если имеются следующие статистические данные за восемь предыдущих периодов:

**Доля $r_{ij}$ (в %) своевременных поставок поставщиков**

| Поставщики | Номер периода | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$ | $j=5$ | $j=6$ | $j=7$ | $j=8$ |
| $i=1$ | 90,3 | 87,78 | 87,78 | 87,36 | 89,88 | 90,3 | 92,82 | _____ |
| $i=2$ | 92,72 | 95,98 | 91,5 | 90,76 | 97,14 | 97,46 | 88,76 | 87,18 |
| $i=3$ | 91,96 | 93,56 | 90,8 | 95,84 | 88,24 | 97,28 | 87,64 | 90,44 |
| $i=4$ | ____ | 86,24 | 87,92 | 89,88 | 91,56 | 91,84 | 93,8 | 95,48 |

**Решение.** Значения $r_{18}$ и $r_{41}$ неизвестны. Очевидно, имеет место **ИС** $\mathbf{I}_4$. Чтобы оценить неизвестные значения элементов $r_{18}$ и $r_{41}$, построим следующие уравнения регрессий $r_{1j} = a_0 + a_1\cdot j + a_2\cdot j^2$, $r_{4j} = b_0 + b_1\cdot j$. Согласно методу наименьших квадратов находим $\hat{r}_{1j} = 92{,}1 - 2{,}635\cdot j + 0{,}395\cdot j^2$, $\hat{r}_{4j} = 83{,}56 + 1{,}48\cdot j$, откуда $\hat{r}_{18} = 96{,}3$, $\hat{r}_{41} = 85{,}04$. С учётом найденных оценок элементов $r_{18}$ и $r_{41}$ исходную антагонистическую игру, заданную в условиях частичной определённости приводим к классической антагонистической игре, заданной матрицей:

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_{4\times 8} = \left(r_{ij}\right) = \begin{pmatrix} 90{,}3 & 87{,}78 & 87{,}78 & 87{,}36 & 89{,}88 & 90{,}3 & 92{,}82 & 96{,}3 \\ 92{,}72 & 95{,}98 & 91{,}5 & 90{,}76 & 97{,}14 & 97{,}46 & 88{,}76 & 87{,}18 \\ 91{,}96 & 93{,}56 & 90{,}8 & 95{,}84 & 88{,}24 & 97{,}28 & 87{,}64 & 90{,}44 \\ 85{,}04 & 86{,}24 & 87{,}92 & 89{,}88 & 91{,}56 & 91{,}84 & 93{,}8 & 95{,}48 \end{pmatrix}.$$

В $\mathbf{R}$ седлового элемента нет: $\mathrm{a} = \max_i \min_j r_{ij} = 85{,}04 < 91{,}5 = \min_j \max_i r_{ij} = \mathrm{b}$.

Приведя полученную игру к паре взаимно-двойственных задач линейного программирования, найдём, что её решение следующий имеет вид:

$$V_R^* = \frac{9419666361}{104366700} \approx 90{,}255,\ \mathbf{p}^* = \left(\frac{46611}{2087334};\frac{1179858}{2087334};\frac{228318}{2087334};\frac{632547}{2087334}\right),$$

$$\mathbf{q}^* = \left(\frac{65926}{4174668};0;\frac{2649185}{4174668};0;0;0;\frac{651512}{34174668};\frac{808045}{4174668}\right).$$

Заказы между имеющимися поставщиками следует распределить в следующих долях: $p_1^*\cdot 100\% = \frac{4661100}{2087334}\% \approx 2{,}233\%$, $p_2^*\cdot 100\% = \frac{117985800}{2087334}\% \approx 56{,}525\%$,

$p_3^*\cdot 100\% = \frac{22831800}{2087334}\% \approx 10{,}938\%$, $p_4^*\cdot 100\% = \frac{63254700}{2087334}\% \approx 30{,}304\%$. При условии, что заказы распределят согласно оптимальной смешанной стратегии первого игрока, доля своевременных поставок на планируемый период составит не менее значения цены игры:

$$V_R^*\% = \frac{9419666361}{104366700}\% \approx 90{,}255\% .$$

**Выводы**

1. Антагонистическая игра, заданная в условиях частичной определённости, является парной матричной игрой с нулевой суммой, матрица которой содержит хотя бы один элемент, истинное значение которого неизвестно.
2. Одним из способов решения антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, является приведение её к одной или нескольким антагонистическим играм, заданным в условиях полной определённости. Для оценки неизвестных значений элементов платёжной матрицы возможно использование методов интерполирования, экстраполирования, регрессионного анализа.
3. Методы решения антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, зависят от имеющей место информационной ситуации, которая характеризует вид и уровень неопределённости значений элементов платёжной матрицы.
4. Можно выделить 7 основных информационных ситуаций, характеризующих уровень неопределённости частично заданной платёжной матрицы.
5. Поиск оптимального решения антагонистической игры, заданной в условиях частичной определённости, может включать решение нескольких полностью определённых антагонистических игр. Для окончательного выбора оптимального решения такой игры может потребоваться применение методов исследования операций, распознавания образов и теории ожидаемой полезности. Кроме того, важно использовать имеющуюся информацию экономического и другого нематематического характера.
6. В ситуации, моделируемой антагонистической игрой, заданной в условиях частичной определённости, применение оптимального решения этой игры позволяет управлять экономическим риском.

**Источники и литература**


1. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение: пер. с англ. – М.: Наука, 1970. – 707 с.
2. Романюк Т. П., Терещенко Т. А., Присенко Г. В., Городкова І. М. Математичне програмування: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1996. – 312 с.
3. Воробьев Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
4. Сигал А. В. Основы современной теории портфеля ценных бумаг: Учебное пособие. – Симферополь: КЭИ КНЭУ, 1998. – 60 с.
5. Економічний ризик: ігрові моделі: Навч. посібник / В. В. Вітлінський, П. І. Верчено, А. В. Сігал, Я. С. Наконечний / За ред. В. В. Вітлінського. – К.: КНЕУ, 2002. – 446 с.
6. Aumann R. J., Maschler M. Game Theoretic Aspects of Gradual Disarmament: Development of Utility Theory for Arms Control and Disarmament // Mathematica Report (a). Princeton, NJ. 1966. Ch. 5.
7. Aumann R. J., Maschler M. Repeated Games with Incomplete Information // Mathematica Report (b). Princeton, NJ. 1967. Ch. 3.
8. Stearns R. E. A Formal Information Concept for Games with Incomplete Information // Mathematica Report (b). Princeton, NJ. 1967. Ch. IV.
9. Ащепков Л. Т., Гуторова С. В., Карпачев А. А., Ли С. Интервальные матричные игры // Дальневосточный математический журнал. – 2003. – Том 4, № 2. – С. 276–288.
10. Блыщик В. Ф. Решение игр с булевыми стратегиями и неполной информацией на основе синтеза ДНФ // Искусственный интеллект. – 2000. – № 2. – С. 9–12.
11. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределённости. – М.: Наука, 1981. – 258 с.
12. Сигал А. В., Блыщик В. Ф. Антагонистическая игра, заданная в условиях частичной неопределённости. // Экономическая кибернетика: Международный научный журнал. – Донецк, ДонНУ, 2005. – № 5 – 6 (35 –36). – С. 47–53.
13. Сигал А. В. Классификация неопределённости задания платёжной матрицы антагонистической игры // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах // Труды Междунар. науч. школы МА БР-2006. – СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2006. – С. 79–84.
14. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближённых решений: пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
15. Линь Сэнь Модификация игры «камень – ножницы – бумага» // Теория и практика экономики и предпринимательства // Материалы IV Междунар. научно-практ. конференции. Алушта, май 2007. – Симферополь, 2007. – С. 89.
16. Сигал А. В. Простейший признак полной смешанности игры // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики Украины // Материалы V Междунар. научно-практ. конференции. Алушта, сентябрь 2006. – Симферополь, 2006. – С. 63–64.