

ОЦЕНКА И МИНИМИЗАЦИЯ РИСКА В КОНКУРЕНТНЫХ ПРОЦЕССАХ АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ТИПА

© 2020 Д. Е. Орлова, О. Е. Шугай, С. И. Сигарев

Воронежский институт ФСИИ России (Воронеж, Россия)

Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)

Выявляются особенности конкурентных процессах антагонистического типа. С использованием теории марковских процессов разрабатывается математическая модель оценки риска в этих процессах. Дается пример расчетов. Показано, что задача минимизации риска в конкурентных процессах антагонистического типа сводится к задаче игры двух лиц с нулевой суммой.

Ключевые слова: конкуренция, антагонизм, риск, модель.

Введение. Антагонистической конкуренцией называются процессы, для которых противоречия выражаются не только в стремлении победить конкурента, но и в несовместимости целей сторон [1]. Отметим особенности этих процессов, существенные с точки зрения их математического моделирования, оценки и минимизации рисков. Во-первых, антагонистичность приводит к структурному упрощению конкурентной борьбы: интересы сторон в этом случае определены, задачи ясны, вариации допустимы лишь в способах и приемах достижения целей. Во-вторых, антагонистичность придает конкурентной борьбе определенности относительно возможных вариантов ее исхода. В таких процессах типы конечных состояний (исходов) определены заранее: выигрыш одной из сторон (соответственно, проигрыш других), либо не выигрыш и не проигрыш всех сторон – ничья. В-третьих, процесс конкуренции с антагонизмом развивается по симметричной многошаговой схеме «мера-контрмера» [2]. При этом каждое действие приносит некоторые (частные) выигрыши или проигрыши конкурирующим сторонам, из которых уже складывается конечный результат. Заметим, что при таком обмене «ударами» каждая из сторон должна располагать такими способами действий, на которые другая сторона имеет возможность ответить адекватными действиями, то есть должен соблюдаться принцип баланса сил

или взаимной управляемости [3]. В противном случае одна из сторон будет заведомо иметь преимущество, и исход конкуренции становится очевидным. В-четвертых, естественной мерой риска в конкурентных процессах антагонистического типа служит соотношение между выигрышем и проигрышем конкурирующих сторон за определенный временной интервал. В-пятых, в условиях антагонизма главным фактором, определяющим конечный результат конкурентной борьбы, выступает время. Запоздывание в действиях и несвоевременное реагирование на поведение конкурента влечет за собой неминуемый проигрыш даже при благоприятных начальных условиях и оптимальных управленческих решениях.

Цель статьи заключается в разработке математической модели оценки и минимизации риска в конкурентных процессах антагонистического типа с учетом отмеченных выше свойств.

Оценка риска. Введем показатели, характеризующие возможные состояния рассматриваемого процесса и соответствующие им меры риска: $P_1(t)$ – вероятность того, что к моменту времени t сторона «1» упредит сторону «2» (риск проигрыша стороны «2»); $P_2(t)$ – вероятность того, что к моменту времени t ни одной из сторон не удастся упредить другую сторону (ничья); $P_3(t)$ – вероятность того, что к моменту времени t сторона «2» упредит сторону «1» (риск проигрыша стороны «1»). Причем, будем исходить из того, что для каждого момента времени сумма этих вероятностей равна единице. Для наглядности представим рассматриваемый процесс в виде графа, показанного на рисунке. Вершины графа соответствуют ве-

Орлова Дарья Евгеньевна – Воронежский институт ФСИИ России, адъюнкт,
Шугай Оксана Евгеньевна – Воронежский институт ФСИИ России, адъюнкт, oks-shugaj@mail.ru.
Сигарев Станислав Игоревич – Воронежский государственный технический университет, аспирант.

роятностным оценкам уровней рисков сторон $P_i(t)$, а дуги – вероятностям p_{ij} перехода процесса из состояния i в состояние j ($i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}$). Пусть справедливы следующие допущения: а) $p_{ij} > 0$ и не зависят от t ; б) $P_i(t + 1)$ зависит только от $P_j(t)$ и не зависит от $P_i(t - 1)$, $P_i(t - 2)$, $P_i(t - 3)$ и т.д.; в) $\sum_{j=1}^3 p_{ij} = 1; i = \overline{1,3}$; г) переходы из одного состояния в другое осуществляются в строго определенные моменты времени $t = 0, 1, 2, \dots, T$, интервалы между которыми постоянные.

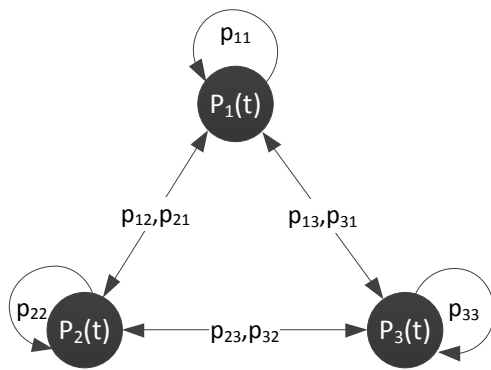


Рисунок. Граф процесса конкуренции с антогонизмом

При сформулированных допущениях рассматриваемый процесс можно рассматривать как марковский, а его математическим представлением может служить система уравнений следующего вида [3]:

$$P_i(t+1) = \sum_{j=1}^3 p_{ij} P_j(t), \quad i = \overline{1,3}. \quad (1)$$

Задавшись начальными состояниями $P_i(0)$ и вероятностями переходов p_{ij} можно определить значения $P_i(t)$ в любой дискретный момент времени t , пользуясь формулой:

$$P_i(t) = \sum_{j=1}^3 p_{ij} P_j(t-1), \quad i = \overline{1,3}. \quad (2)$$

Пусть, например, начальные риски равны: $P_1(0) = 0,3$, $P_2(0) = 0,3$ и $P_3(0) = 0,4$,

$$a) p_{ij} = \begin{pmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.6 & 0.2 \\ 0.6 & 0.1 & 0.4 \end{pmatrix}. \quad \text{Определим уровни}$$

рисков сторон за три шага противоборства. Используя формулу (2), нетрудно найти значения величин P_1 , P_2 и P_3 в моменты времени $t = 1, 2, 3$:

$$P_1(1) = 0,28; P_2(1) = 0,35; P_3(1) = 0,37; \\ P_1(2) = 0,28; P_2(2) = 0,37; P_3(2) = 0,35; \\ P_1(3) = 0,28; P_2(3) = 0,37; P_3(3) = 0,35.$$

Содержательно: за три шага конкурентной борьбы риск проигрыша второй стороны снизился на 2 %, вероятность ничьи возросла на 7 %, а риск проигрыша первой стороны уменьшился на 5 %. Таким образом, тренд моделируемого процесса состоит в снижении риска проигрыша сторон и в повышении вероятности ничейного исхода.

Как уже отмечалось, в противоборствах с антагонизмом стороны, имея ясную цель, осознанно выбирают способы ее достижения с учетом как возможной, так и фактической реакции противника. При этом они стремятся воспрепятствовать друг другу в своевременном и достоверном получении информации, необходимой для принятия управленческих решений, применяя различные приемы и способы [4,5]. В результате процесс противоборства переходит в информационную сферу и возникает проблема учета информационной защищенности сторон. Поскольку участники противоборства действуют в расчете на выигрыш, то для описания информационной части процесса следует использовать модель (2), но с заменой содержательной трактовки $P_i(t)$ и p_{ij} . Заметив, что процесс борьбы в информационной сфере развивается между смежными состояниями основного процесса, приходим к вложению цепей Маркова, что формально выражается в том, что переходные вероятности в (2) не задаются, а рассчитываются:

$$p_{ij}(\tau) = \sum_{j=1}^3 v_{ij} p_{ij}(\tau-1); \quad i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}; i \neq j, \quad (3)$$

где v_{ij} ($i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}$) – переходные вероятности информационного процесса; τ ($\tau = 1, 2, \dots$) – дискретные моменты времени информационного процесса, выбираемые так, чтобы его продолжительность не превышала шага основного процесса.

Минимизация риска. Рассмотрим, как, пользуясь описанной выше моделью, можно сформулировать и решить задачу минимизации риска.

Свяжем величины $P_1(t)$, $P_2(t)$ и $P_3(t)$ с некоторым показателем $D_i(t)$, $i = 1, 2, 3$, характеризующим величину дохода сторон, а величины p_{ij} зададим как функции $p_{ij}(u, v)$ от управлений первой (u) и второй (v) стороны. Последнее означает, что если сторона «1» реализует управление $u \in U$, а сторона

«2» - управление $v \in V$, то переходная вероятность p_{ij} составит величину $p_{ij}(u, v)$.

Управления u и v будем называть марковскими, если их выбор сторонами в момент t зависит только от значений величин $P_1(t)$, $P_2(t)$ и $P_3(t)$ и не зависит от предшествующих состояний и ранее выбранных управлений. Пусть все стратегии марковские. Тогда поиск оптимальных управлений на каждом шаге процесса можно осуществлять на основе критерия минимакса (максимина) [6]. В нашем случае это означает, что оптимальными для сторон будут управления, для которых справедливо соотношение:

$$\left[\max_u \min_v \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 p_{ij}(u, v) D_i(t-1) \right] = \left[\min_u \max_v \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 p_{ij}(u, v) D_i(t-1) \right]. \quad (4)$$

Таким образом, задача минимизации риска в процессах антагонистического типа свелась к задаче игры двух лиц с нулевой суммой [6].

Заключение. Моделирование различных вариантов конкурентных процессов с антагонизмом позволило выявить следующие закономерности, касающиеся риска в процессах этого типа. Во-первых, упреждение конкурента влечет за собой снижение риска для упреждающей стороны. Иными словами – риск в условиях антагонизма может быть компенсирован упреждением конкурента в действиях. При этом наблюдается прямо пропорциональное повышение эффективности опережающей стороны и соответствующее снижение эффективности за-

паздывающего конкурента. Во-вторых, многошаговый конкурентный процесс с антагонизмом характеризуется определенным временем памяти. Причем риск на первых шагах процесса значительно слабее сказывается на конечном результате, чем риск на заключительных шагах. Это обстоятельство необходимо учитывать при распределении риска по ходу процесса: чем ближе к завершающей фазе подходит процесс конкуренции с антагонизмом, тем менее оправданным становится риск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садовский, В. Н. Карл Поппер, Гегелевская диалектика и формальная логика. Вопросы философии. – 1995. – № 1. – С. 139-148.
2. Новосельцев, В. И. Системная теория конфликта. – М: Майор, 2011. – 346 с.
3. Risk, Analysis, Assessment and Management / Edited by Jake An-sell and Frank Wharton. – N.Y.: J. Wiley & Sons Ltd., 1992. – 482 p.
4. Балан, В. П. Конфликтология. Уч. пособие для вузов / А. В. Душкин, Новосельцев В.И.; под ред. В.И. Новосельцева. – М: Горячая линия – Телеком, 2015. – 342 с.
5. Балан, В. П. Управление конфликтами. Уч. пособие для вузов / В. П. Балан, А. В. Душкин, В. И. Новосельцев; под ред. В. И. Новосельцева. – М: Горячая линия – Телеком, 2015. – 160 с.
6. Белман, Р. Введение в теорию матриц / Р. Белман; пер. с англ. – М.: Наука, 1969. – 368 с.

RISK ASSESSMENT IN COM RISK ASSESSMENT AND MINIMIZATION IN COMPETITIVE PROCESSES OF AN ANTAGONISTIC TYPE

2020 D. E. Orlova, O. E. Shugay, S. I. Sigarev

Voronezh Institute of the Federal penitentiary service of Russia (Voronezh, Russia)
Voronezh state technical University (Voronezh, Russia)

Features of competitive processes of the antagonistic type are revealed. Using the theory of Markov processes, a mathematical model of risk assessment in these processes is developed. An example of calculations is given. It is shown that the problem of minimizing risk in competitive processes of the antagonistic type is reduced to the problem of playing two persons with a zero sum.

Keywords: competition, antagonism, risk, model.