

## Позиционная игра преследования как модель конкуренции

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

### Введение

В условиях конкуренции любой производитель товаров или услуг не является изолированным объектом, а взаимодействует с другими аналогичными структурами, стремясь занять ведущее положение на конкретных сегментах мирового рынка путем повышения конкурентоспособности своей продукции. Если уровень потребительских свойств продукции рассматриваемого производителя ниже уровня лидирующей на данном сегменте рынка компании, который считается известной константой, то проблема сводится к решению задачи оптимального управления методами вариационного исчисления и математического программирования, где имеется одна оперирующая сторона, которая, выбирая ту или иную стратегию развития своего производства, стремится как можно быстрее достичь заданного мирового уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции.

На самом деле значения показателей потребительских свойств продукции лидеров мирового рынка не являются постоянными величинами, а целенаправленно изменяются с течением времени в сторону увеличения конкурентоспособности производимых товаров. В связи с этим предлагается рассматривать проблему управления конкурентоспособностью объектов производства как задачу преследования, где имеются не одна, а две оперирующие стороны, каждая из которых (лидирующая и преследующая) имеет возможность выбирать стратегию повышения потребительской привлекательности своей продукции. При этом лидирующий производитель стремится как можно дольше сохранять свое преимущество, а преследователь стремится как можно быстрее ликвидировать свое отставание.

Управляющие воздействия заключаются в распределении определенных ресурсов (денежных, трудовых, материальных, информационных и т.п.), которые используются для улучшения тех или иных показателей потребительских свойств продукции как лидирующего, так и исследуемого производителей. Задача заключается в нахождении такой стратегии распределения ограниченных ресурсов, которая при рациональном расходовании финансовых средств и в кратчайшее время обеспечила бы совпадение или близость показателей конкурентоспособности объектов производства лидирующего и преследующего производителей.

Анализ сформулированной проблемы в качественных терминах не достаточен, что делает актуальным вопрос о формализации и количественном решении задачи управления конкурентоспособностью на основе разработки игровой модели.

### Основная часть

Рассматривается игра преследования, моделирующая конкурентную борьбу двух производителей однотипной продукции, в которой непрерывные процессы повышения конкурентоспособности производимых товаров заменяются последовательностью дискретных шагов, улучшающих показатели

потребительских свойств выпускаемых изделий на основе решения так называемой задачи многошагового выбора распределения финансовых ресурсов.

Пусть потребительские свойства объектов производства (лидирующего  $i = 1$  и исследуемого  $i = 2$  производителей) характеризуются наборами количественных показателей, которые могут изменяться с течением времени и представляют собой компоненты вектор-функций

$$\overline{P}_i(t) = \left\{ P_{ij}(t) \right\}, i = 1, 2; j = \overline{1, (m+n)}.$$

Если компоненты  $P_{ij}(t), i = 1, 2, j = \overline{1, m}$  представляют собой значения показателей, уменьшение которых приводит к увеличению конкурентоспособности продукции (так называемые минимизируемые

показатели), а величины  $P_{ij}(t), i = 1, 2; j = \overline{(m+1), (m+n)}$  соответственно являются значениями показателей, увеличение которых приводит к росту конкурентоспособности (максимизируемые показатели), то в каждый

момент времени  $0 \leq t_k \leq T$  относительные значения потребительских

свойств  $U_{ij}(t), i = 1, 2; j = \overline{1, (m+n)}$  лидирующего и исследуемого объектов производства определяются следующим образом:

$$U_{ij}(t_k) = \begin{cases} \frac{\min_i \{ P_{ij}(t_k) \}}{P_{ij}(t_k)}, & \forall j \in \{ \overline{1, m} \}; \\ \frac{P_{ij}(t_k)}{\max_i \{ P_{ij}(t_k) \}}, & \forall j \in \{ \overline{(m+1), (m+n)} \}. \end{cases}$$

В качестве фазовой координаты, характеризующей состояние объекта производства, используется обобщенный показатель конкурентоспособности [1], формализующий предпочтения потребителей на основе экспертных оценок приоритетов различных потребительских свойств продукции соответственно

лидирующего ( $i = 1$ ) и исследуемого ( $i = 2$ ) производств,

$$K_i(t) = \sum_{j=1}^{m+n} \gamma_j U_{ij}(t_k), i = 1, 2; t_k \in [0, T];$$

где

$$\gamma_j = \frac{\overline{a_j}}{\sum_{j=1}^{m+n} \overline{a_j}}; \overline{a_j} = \frac{\sum_{g=1}^N a_{jg}}{N}; j = \overline{1, (m+n)};$$

$a_{jg}$  - оценка в баллах  $g$  - м экспертом приоритета  $j$  - го показателя;

$N$  - количество экспертов.

Изменение абсолютной величины отдельных показателей потребительских свойств производимой продукции на интервале времени

$\Delta t_k = t_k - t_{k-1}$  формализуется с помощью факторных моделей

$$\Delta P_{ij}(\Delta t_k) = A_{ij} P_{ij}^{\alpha_{ij0}}(t_{k-1}) \prod_{l=1}^4 X_{ijl}^{\alpha_{ijl}}(\Delta t_k), i = 1, 2;$$

$$j = \overline{1, (m+n)}; k = 1, 2, \dots,$$

где

$X_{ijl}(\Delta t_k)$  - объемы финансовых средств, выделяемых в период

$\Delta t_k = t_k - t_{k-1}$  для улучшения  $j$  - го показателя потребительских свойств продукции соответственно лидирующего ( $i = 1$ )

и исследуемого ( $i = 2$ ) производств по  $l$  - му фактору ресурсного обеспечения;

$A_{ij}, i = 1, 2; j = \overline{1, (m+n)}$  - параметры (коэффициенты пропорциональности), отражающие влияние на результирующий показатель не учтенных в модели факторов;

$\lambda_{ijl}, i = 1, 2; j = \overline{1, (m+n)}; l = \overline{0, 4}$  - параметры модели (коэффициенты регрессии), отражающие степень влияния на результирующий показатель каждого выбранного фактора.

В качестве финансируемых факторов принимаются технические, кадровые, инновационные и информационные ресурсы производства.

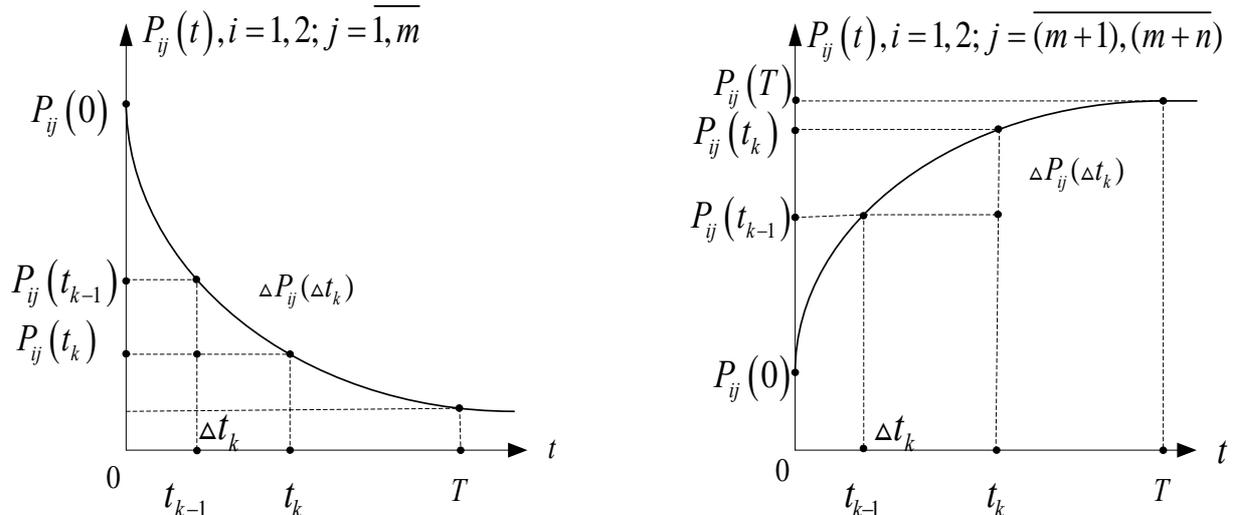


Рис. 1. Динамика абсолютных показателей потребительских свойств объектов производства

В каждый момент времени  $t_k \in [0, T]$  значения минимизируемых  $P_{ij}(t), i = 1, 2; j = \overline{1, m}$  и максимизируемых  $P_{ij}(t), i = 1, 2; j = \overline{(m+1), (m+n)}$  показателей потребительских свойств продукции, качественный характер изменения которых представлен на рис. 1, определяются следующим образом:

$$P_{ij}(t_k) = \begin{cases} P_{ij}(t_{k-1}) - \Delta P_{ij}(\Delta t_k), & \forall j \in \overline{1, m}; \\ P_{ij}(t_{k-1}) + \Delta P_{ij}(\Delta t_k), & \forall j \in \overline{(m+1), (m+n)}. \end{cases}$$

Конкурентная борьба двух производителей однотипной продукции, один из которых лидирует на конкурентном сегменте рынка, а другой стремится достичь его уровня, моделируется многошаговой игрой преследования в пространстве позиций  $\{t_k, K(t_k)\}_{k=1,2,\dots}$ , качественный характер которой показан на

рис. 2, где функции  $K_i(t), i = 1, 2$  отображают изменения во времени конкурентоспособности объектов производства соответственно лидирующего и исследуемого производителей.

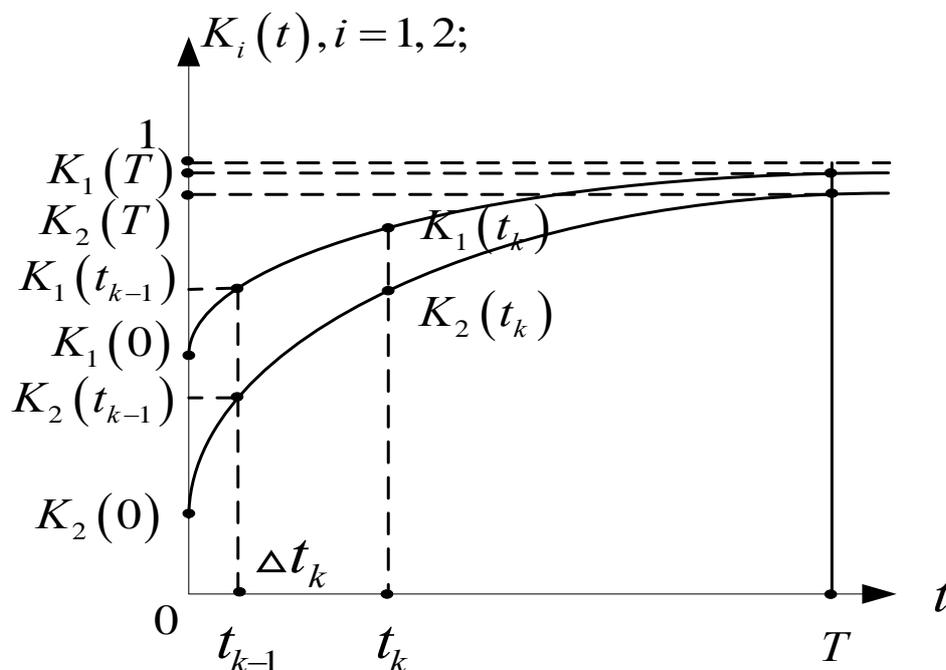


Рис. 2. Динамика обобщенных показателей конкурентоспособности объектов производства

Если принять в качестве условия окончания игры выполнение требования

$$K_1(T) - K_2(T) \leq \epsilon, \epsilon \geq 0,$$

то задача позиционного управления заключается в нахождении оптимальных стратегий финансирования повышения конкурентоспособности объектов производства лидирующего ( $i = 1$ ) и исследуемого ( $i = 2$ ) производителей

$$\overline{X_1}(t) = \{X_{1jl}(\Delta t_k)\}; \overline{X_2}(t) = \{X_{2jl}(\Delta t_k)\}; t \in \{t_1, \dots, t_k, \dots, T\},$$

где:

$$X_{ijl}(\Delta t_k) \geq 0, \Delta t_k = t_k - t_{k1}; i = 1, 2;$$

$$j = \overline{1, (m+n)}; l = \overline{1, 4}; K = 1, 2, \dots,$$

реализующих цену игры

$$T = \max_{X_1(t)} \min_{X_2(t)} \sum_{k=1} \Delta t_k = \min_{X_2(t)} \max_{X_1(t)} \sum_{k=1} \Delta t_k$$

при выполнении условий

$$\sum_{j=1}^{m+n} \sum_{l=1}^4 X_{ijl}^*(\Delta t_k) \leq d_i, i = 1, 2; k = 1, 2, \dots,$$

$$\sum_{j=1}^m \frac{\gamma_j}{\max_i \{P_{ij}(T)\}} [P_{2j}(T) - P_{1j}(T)] + \sum_{j=m+1}^{m+n} \frac{\gamma_j}{\max_i \{P_{ij}(T)\}} [P_{2j}(T) - P_{1j}(T)] \leq \epsilon,$$

где

$$P_{ij}(T) \begin{cases} P_{ij}(0) - A_{ij} \sum_{k=1} P_{ij}^{\alpha_{ijo}}(t_{k-1}) \prod_{l=1}^4 X_{ijl}^{\alpha_{ijl}}(\Delta t_k), \forall j \in \{\overline{1, m}\}; \\ P_{ij}(0) + A_{ij} \sum_{k=1} P_{ij}^{\alpha_{ijo}}(t_{k-1}) \prod_{l=1}^4 X_{ijl}^{\alpha_{ijl}}(\Delta t_k), \forall j \in \{\overline{(m+1), (m+n)}\}. \end{cases}$$

$$i = 1, 2;$$

$$P_{ij}(O) + A_{ij} \sum_{k=1} P_{ij}^{\alpha_{ij^o}}(t_{k-1}) \prod_{l=1}^4 X_{ijl}^{\alpha_{ijl}}(\Delta t_k),$$

$$\forall j \in \overline{(m+1), (m+n)},$$

если заданы в момент времени  $t_o = O$  исходные значения показателей потребительских свойств кооперирующих объектов производства  $P_{ij}(O), i = 1, 2; j = \overline{1, (m+n)}$  и известны предельно возможные темпы финансирования рассматриваемых производств  $d_i, i = 1, 2$ .

### Заключение

Таким образом, проблема обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции сводится к задаче позиционного управления, которая заключается в том, что распределение финансовых средств, определяемое в тот или иной момент времени  $t = t_k$ , является функцией от позиции  $\{t_k, K_1(t_k), K_2(t_k)\}$ , реализовавшейся к этому моменту времени в игре преследования одного объекта производства другим в фазовом пространстве обобщенных показателей конкурентоспособности  $K_i(t), i = 1, 2; O \leq t \leq T$ .

Сформулированная дискретная игра преследования может быть рассмотрена при ограниченных темпах расходования финансовых ресурсов либо как задача о предельном быстродействии с интегральной платой  $\sum_{k=1} \Delta t_k$ , либо как задача с фиксированным временем игры  $T = \sum_k \Delta t_k$  и терминальной платой  $K_1(T) - K_2(T)$ .

Если считать, что обе платы, как интегральная, так и терминальная, зафиксированы, а темпы финансирования лидирующего производства известны, то задача сводится к определению минимального объема финансовых средств, гарантирующих достижение исследуемым производителем уровня конкурентоспособности продукции лидера.

### **Список литературы**

1. Кучмиев В. Г., Лысенко А. И., Сорокина И. А. Игровая модель минимизации коммерческого риска в условиях монополистической конкуренции // Вестник НТУ «ХПИ» Сб. науч. тр. «Системный анализ, управление и информационные технологии».- Харьков: НТУ «ХПИ». – 2002, №8, Т.1.- с. 114-120.