

МЕХАНИЗМЫ ПАРТНЕРСТВА ПРИ КОНКУРЕНЦИИ

Н.В. Аржакова

Научно-производственный комплекс «Атомтехнопром», г. Москва

Рассмотрены механизмы конкуренции предприятий за поставку продукции потребителю. Развита теоретико-игровой подход к описанию взаимодействия потребителя и поставщиков на основе режима поставки и качества продукции. При активном (или пассивном) режиме поставщик выбирает выгодное для потребителя (или самого себя) качество продукции. Найдены достаточные условия долгосрочного партнерства в условиях конкуренции, основанные на доминантных и гибких механизмах функционирования поставщика.

В условиях глобализации усиливается конкуренция во всех отраслях рыночной экономики. Предприятия, производящие определенную продукцию, конкурируют за ее поставку потребителю. Каждый из участников рынка стремится достичь собственных целей в условиях конкуренции. Для исследования возникающих при этом задач традиционно применяются методы теории игр¹. В настоящей работе исследуются рыночные игры потребителя и двух поставщиков-конкурентов, в которых потребитель решает, у кого закупать необходимую продукцию. В свою очередь поставщик может выбирать качественные характеристики поставляемой продукции, не регламентированные потребителем.

Последовательные действия потребителя и поставщиков образуют дерево их игры. Потребитель рассматривается как игрок № 1, а поставщики — как игроки № 2 и 3. В многопериодной игре потребителя и поставщика i -й игрок выбирает свое состояние s_{it} в периоде t , где $i = \overline{1, 3}$, $t = \overline{1, T}$, T — длительность игры, выраженная в периодах. Совокупность этих состояний определяет стратегию i -го игрока $s_i = (s_{i1}, \dots, s_{iT})$. В свою очередь, состояние потребителя $s_{1t} = (y_{1t}, u_{1t})$ определяет как выбор им поставщика (y_{1t}), так и его последующие действия (u_{1t}) в периоде t после получения продукции от поставщика. Если потребитель выбирает поставщика № 1, то $y_{1t} = 1$, если поставщика № 2 — то $y_{1t} = 2$.

¹ Аржакова Н. В. Механизмы безопасного сотрудничества при конфликте интересов // Тр. XIII междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем». — М., 2005. — С. 411—415.

Поэтому $y_{1t} \in Y_{1t} = \{1, 2\}$. При состоянии потребителя $s_{1t} = (y_{1t}, u_{1t})$ его полезность равна $f_{1t}(s_{1t}, s_{2t}, s_{3t})$.

Состояние i -го игрока-поставщика $s_{it} = (y_{it}, u_{it})$ характеризует как режим его функционирования по отношению к потребителю (y_{it}), так и показатель качества поставляемой продукции (u_{it}) в периоде t , $i = 2, 3$. Режим i -го игрока-поставщика $y_{it} \in Y_{it} = \{0, 1\}$. Предполагается, что $u_{it} \in U_{it}$, где U_{it} — множество возможных показателей качества продукции i -го игрока-поставщика в периоде t , $i = 2, 3$. Режим $y_{it} = 1$, при котором поставщик оптимизирует, путем выбора показателя качества продукции u_{it} , полезность потребителя в периоде t , будем называть активным режимом. Режим $y_{it} = 0$, при котором поставщик оптимизирует, путем выбора u_{it} , собственную полезность в периоде t , будем называть пассивным режимом. Состояние i -го игрока-поставщика $s_{it} = (y_{it}, u_{it}) \in S_{it} = Y_{it} \otimes U_{it}$, $i = 2, 3$. Поставщик выбирает режим y_{2t} , качество продукции u_{2t} и полезность $f_{1t}((y_{1t}, u_{1t}), (y_{2t}, u_{2t}), (y_{3t}, u_{3t}))$.

Получив продукцию, потребитель выбирает действие на рынке $u_{1t} \in U_{1t}(u_{2t}, u_{3t})$. Множество $U_{1t}(u_{2t}, u_{3t})$ характеризует рыночные возможности потребителя, зависящие от качества продукции. Оптимальное на этом множестве действие потребителя $u_{1t}^p = \arg \max_{u_{1t} \in U_{1t}(u_{2t}, u_{3t})} f_{1t}((y_{1t}, u_{1t}), (y_{2t}, u_{2t}), (y_{3t}, u_{3t}))$. При состоянии потребителя $s_{1t} = (y_{1t}, u_{1t}^p)$ его полезность равна $f_{1t}((y_{1t}, u_{1t}^p), (y_{2t}, u_{2t}), (y_{3t}, u_{3t}))$, $t = \overline{1, T}$.



Целевые функции игроков 1, 2 и 3 (W_1 , W_2 и W_3 , соответственно) являются функциями выбранных ими стратегий s_1 , s_2 и s_3 :

$$W_i(s_1, s_2, s_3) = \sum_{t=1}^T v_i^{t-1} f_{it}(s_{1t}, s_{2t}, s_{3t}), \quad i = \overline{1, 3}, \quad (1)$$

где $f_{it}(s_{1t}, s_{2t}, s_{3t})$ — полезность i -го игрока в периоде t как функция состояний s_{1t} , s_{2t} и s_{3t} . Решение игры ищется в равновесных стратегиях по Нэшу, определяемых из соотношений:

$$\begin{aligned} W_1(s_1^*, s_2^*, s_3^*) &= \max_{s_1} W_1(s_1, s_2^*, s_3^*), \quad W_2(s_1^*, s_2^*, s_3^*) = \\ &= \max_{s_2} W_2(s_1^*, s_2, s_3^*), \\ W_3(s_1^*, s_2^*, s_3^*) &= \max_{s_3} W_3(s_1^*, s_2^*, s_3). \end{aligned} \quad (2)$$

Будем говорить, что имеет место партнерство i -го игрока-поставщика с потребителем, если последний пользуется только его продукцией: $y_{1t}^* = i$, $\tau = \overline{1, T}$. Предположим, что потребитель пользуется в периоде t продукцией первого поставщика: $y_{1t} = 1$. В этом случае режим последнего $y_{2t} \in Y_{2t} = \{0, 1\}$. Пассивный режим ($y_{2t} = 0$) означает, что первый поставщик выбирает выгодное для себя качество продукции: $u_{2t}^* = \arg \max_{u_{2t} \in U_{2t}} f_{2t}((1, u_{1t}), (0, u_{2t}), s_{3t})$. После этого потребитель определяет множество возможных действий на рынке $U_{1t}(u_{2t}^*, 0)$ и выбирает оптимальное из них: $u_{1t}^* = \arg \max_{u_{1t} \in U_{1t}(u_{2t}^*, 0)} f_{1t}((1, u_{1t}), (0, u_{2t}^*), (y_{3t}, 0))$, $t = \overline{1, T}$. При этом полезность потребителя равна $f_{1t}(s_{1t}, s_{2t}, s_{3t}) = f_{1t}((1, u_{1t}^*), (0, u_{2t}^*), (y_{3t}, 0))$. Пассивный режим функционирования характерен для крупных поставщиков, руководство которых не имеет возможности или не желает анализировать предпочтения и множества возможных состояний каждого потребителя.

Активный режим ($y_{2t} = 1$) означает, что первый поставщик выбирает качество, оптимальное для потребителя. При этом он исходит из того, что, получив продукцию с показателем качества u_{2t} , потребитель определяет множество возможных рыночных стратегий $U_{1t}(u_{2t}, 0)$ и выбирает оптимальное действие на рынке: $\tilde{u}_{1t}(u_{2t}) = \arg \max_{u_{1t} \in U_{1t}(u_{2t}, 0)} f_{1t}((1, u_{1t}), (0, u_{2t}), (y_{3t}, 0))$. При этом полезность потребителя равна $f_{1t}((1, \tilde{u}_{1t}(u_{2t})), (0, u_{2t}), (y_{3t}, 0))$, а оптимальный для него показатель качества $\tilde{u}_{2t} = \arg \max_{u_{2t} \in U_{2t}} f_{1t}((1, \tilde{u}_{1t}(u_{2t})), (0, u_{2t}), (y_{3t}, 0))$. Тем самым определяется состояние потребителя $\tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{2t})$, $t = \overline{1, T}$.

Аналогичным образом рассматривается случай, когда потребитель решает в периоде t воспользоваться

продукцией второго поставщика. При пассивном режиме последний выбирает показатель качества $u_{3t}^* = \arg \max_{u_{3t} \in U_{3t}} f_{2t}((2, u_{1t}), (y_{2t}, 0), (0, u_{3t}))$. Если второй поставщик выбирает активный режим, то показатель качества продукции оптимален для потребителя:

$$\tilde{u}_{3t} = \arg \max_{u_{3t} \in U_{3t}} f_{1t}((2, \tilde{u}_{1t}(u_{3t})), (y_{2t}, 0), (1, u_{3t})), \quad t = \overline{1, T}.$$

Для определенности рассмотрим решение задачи обеспечения партнерства потребителя и второго поставщика. Назовем последнего конкурентоспособным, если $f_{1t}((2, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{3t})), (y_{2t}, 0), (1, \tilde{u}_{3t})) > f_{1t}((1, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{2t})), (1, \tilde{u}_{2t}), (y_{3t}, 0))$ при любых $y_{it} \in Y_{it}$, $i = 2, 3$, $t = \overline{1, T}$. Назовем доминантным механизм функционирования второго поставщика, при котором он вводит в периоде t пассивный режим, если $f_{1t}((2, u_{1t}^*(u_{3t}^*)), (y_{2t}, 0), (0, u_{3t}^*)) > f_{1t}((1, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{2t})), (1, \tilde{u}_{2t}), (y_{3t}, 0))$, и активный режим, если $f_{1t}((1, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{2t})), (1, \tilde{u}_{2t}), (y_{3t}, 0)) \geq f_{1t}((2, u_{1t}^*(u_{3t}^*)), (y_{2t}, 0), (0, u_{3t}^*))$. Будем говорить, что справедлива гипотеза взаимности, если при равных полезностях потребитель выбирает поставщика, предоставляющего ему активный режим.

Теорема 1. Если справедлива гипотеза взаимности, то для партнерства с потребителем, конкурентоспособному поставщику достаточно применить доминантный механизм.

Доказательство. Определим равновесные стратегии игроков s_{iT}^* , $i = 1, 2, 3$, из соотношений (2). Рассмотрим вначале период T . Предположим вначале, что первый поставщик выбирает пассивный режим: $r_{2T} = 0$. Выбор второго поставщика s_{3T} определяется доминантным механизмом его функционирования. В силу конкурентоспособности этого поставщика $f_{1T}(2, u_{2T}, \tilde{u}_{3T}) > f_{1T}(1, \tilde{u}_{2T}, u_{3T})$. Кроме того, $f_{1T}(1, u_{2T}, u_{3T}^*) \leq f_{1T}(1, u_{2T}, \tilde{u}_{3T})$ при любых $u_{iT} \in U_p$, $i = 2, 3$. Если $f_{1T}(2, u_{2T}, u_{3T}^*) > f_{1T}(1, \tilde{u}_{2T}, u_{3T})$ при любых $u_{iT} \in U_p$, $i = 2, 3$, то второму поставщику для победы в конкурентной борьбе достаточно пассивного режима: $r_{3T}^* = 0$. Действительно, потребителю выгодно покупать продукцию второго поставщика (т. е. $r_{1T}^* = 2$). Если же $f_{1T}(1, \tilde{u}_{2T}, u_{3T}) \geq f_{1T}(2, u_{2T}, u_{3T}^*)$ при любых $u_{iT} \in U_p$, $i = 2, 3$, то при активном режиме второго поставщика ($r_{3T}^* = 1$) потребителю также выгодно покупать его продукцию в силу гипотезы взаимности (т. е. $r_{1T}^* = 2$). Таким образом, при доминантном механизме функционирования второго поставщика $r_{1T}^* = 2$.

Заметим, что состояния игроков s_{1T}^* , s_{2T}^* , s_{3T}^* , \tilde{s}_{3T} в периоде T не зависят от состояний s_{1T-1} , s_{2T-1} и s_{3T-1} в предыдущем периоде $T - 1$. Учитывая аддитивность

целевых функций игроков (1), можно повторить процедуру определения их состояний при доминантном механизме функционирования второго поставщика в периоде T , в периодах $T-1, T-2, \dots, 1$. Таким образом, получаем при доминантном механизме $r_{1\tau}^* = 1, \tau = \overline{1, T}$. Но это означает партнерство второго поставщика с потребителем. ♦

Содержательно, что при выполнении условий теоремы 1 второй поставщик регулярно побеждает в конкурентной борьбе благодаря технологическому или иному превосходству, обеспечивающему большие значения полезностей и целевой функции потребителя.

Рассмотрим теперь случай, когда первый поставщик (конкурент) использует только пассивный режим. Такая ситуация характерна для крупных корпораций с многочисленными потребителями, руководство которых, в силу большой занятости, не имеет возможности анализировать полезности и множества возможных состояний каждого из них.

Назовем второго поставщика состоятельным, если $f_{1t}((2, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{3t})), (y_{2t}, 0), (1, \tilde{u}_{3t})) \geq f_{1t}((1, u_{1t}^*(u_{2t}^*)), (0, u_{2t}^*), (y_{3t}, 0))$ при любых $u_{it} \in Y_{it}, i = 2, 3, t = \overline{1, T}$. Назовем гибким механизм функционирования второго поставщика, при котором он использует в периоде t пассивный режим, если $f_{1t}((2, u_{1t}^*(u_{2t}^*)), (y_{2t}, 0), (0, u_{3t}^*)) > f_{1t}((1, u_{1t}^*(u_{2t}^*)), (0, u_{2t}^*), (y_{3t}, 0))$, и активный режим, если $f_{1t}((2, \tilde{u}_{1t}(\tilde{u}_{3t})), (y_{2t}, 0), (1, \tilde{u}_{3t})) \geq f_{1t}((1, u_{1t}^*(u_{2t}^*)), (0, u_{2t}^*), (y_{3t}, 0)) \geq f_{1t}((2, u_{1t}^*(u_{2t}^*)), (y_{2t}, 0), (0, u_{3t}^*))$.

Теорема 2. Если конкурент пассивен, и справедлива гипотеза взаимности, то для партнерства с потребителем состоятельному поставщику достаточно применить гибкий механизм.

Доказательство проводится аналогично доказательству теоремы 1. Определим состояния игроков s_{iT}^* , $i = 1, 2, 3$, в периоде T . Полезность i -го игрока в периоде T равна $f_{iT}(s_{1T}, s_{2T}, s_{3T})$. По условию теоремы, первый поставщик (конкурент) выбирает пассивный режим: $y_{2T} = 0$. При заданном u_{1T} выбор u_{3T} определяется гибким механизмом функционирования второго поставщика. По условию теоремы, $f_{1T}(2, u_{2T}, \tilde{u}_{3T}) \geq f_{1T}(1, u_{2T}^*, u_{3T}), f_{1T}(1, u_{2T}, u_{3T}^*) \leq f_{1T}(1, u_{2T}, \tilde{u}_{3T})$. Если

$f_{1T}(1, u_{2T}^*, u_{3T}) \leq f_{1T}(2, u_{2T}, u_{3T}^*)$, то $y_{3T}^* = 0$ при любых $u_{it} \in U_{it}, i = 2, 3$, и потребителю выгодно сотрудничество со вторым поставщиком (т. е. $y_{1T}^* = 2$). Если же $f_{1T}(1, u_{2T}^*, u_{3T}) > f_{1T}(2, u_{2T}, u_{3T}^*)$ при любых $u_{it} \in U_{it}, i = 2, 3$, то при активном режиме второго поставщика ($y_{3T}^* = 1$) потребителю также выгодно партнерство с ним (т. е. $y_{1T}^* = 2$), в силу гипотезы взаимности. Таким образом, при гибком механизме, $y_{1T}^* = 2$.

Заметим, что состояния игроков $s_{1T}^*, s_{2T}^*, s_{3T}^*, \tilde{s}_{3T}$ в периоде T не зависят от состояний s_{1T-1}, s_{2T-1} и s_{3T-1} в предыдущем периоде $T-1$. Поэтому можно повторить процедуру их определения в периоде T , при гибком механизме функционирования второго поставщика, применительно к периодам $T-1, T-2, \dots, 1$. Таким образом, при гибком механизме $y_{1\tau}^* = 2, \tau = \overline{1, T}$. Но это означает партнерство второго поставщика с потребителем. ♦

Содержательно, что при выполнении условий теоремы 2 второй поставщик выигрывает в конкуренции с первым благодаря анализу и учету полезностей и множества возможных состояний потребителя. Например, первый поставщик — это крупная фирма, работающая в пассивном режиме из-за того, что ее руководство не успевает анализировать предпочтения и множества возможных состояний каждого потребителя. Второй поставщик — это мелкая или средняя фирма, руководство которой гибко меняет режимы функционирования, адаптируясь к поставщику в условиях быстрых изменений. Тогда использование им как пассивного, так и активного режимов обеспечивает победу в борьбе с крупным, но негибким конкурентом. Рассуждая аналогичным образом, можно получить достаточные условия партнерства потребителя и первого поставщика.

Практическая ценность результатов работы состоит в создании методов повышения обоснованности решений в условиях усиления конкуренции на рынке. В частности, разработанный подход и полученные результаты позволяют научно обоснованно решать практические задачи анализа и управления научно-производственным комплексом «Атомтехнопром» при конкуренции на рынке оборудования для атомной энергетики.

☎ (495) 239-49-37

e-mail: arzhakova@atomtechnoprom.ru

□

Уважаемые читатели!

Если вы не успели или забыли подписаться на журнал "Проблемы управления", то через Редакцию Вы можете оформить льготную подписку в любое время и с любого номера (дешевле, чем через каталоги агентств) или приобрести номера журнала за прошедшие годы.

Можно также заказать электронные версии как необходимого вам номера журнала, так и отдельных статей.

Обратитесь в редакцию по тел. (495) 330-42-66 или пришлите заказ по адресу (datchik@ipu.ru) — и подписка будет оформлена за один день. Расходы по пересылке журнала редакция берет на себя. Не забудьте указать свой полный почтовый адрес!

Наш адрес: 117997, Москва, В-342, ГСП-7, Профсоюзная ул., 65, ИПУ РАН, оф. 104.

