

1. *Малла С.* Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005.
2. *Дьяконов Ю.К.* Вейвлеты. От теории к практике. М.: СОЛОН-Р, 2002.
3. *Барри Н.К.* Тригонометрические ряды М.: Физматгиз, 1961.
4. *Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking.* \ Editors *Stefan Katzenbeisser, Fabien A.P. Petitcolas*, London: Artech House, 2000.

Поступила 26.01.2009г.

УДК 683.03

Б.В.Дурняк, Т.Равецки

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ, ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ, НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ТЕОРИИ ИГР

В любой коммерческой структуре, которой может быть предприятие, в основном реализуется полный цикл процессов, связанных со всеми видами деятельности, которые предполагают получение заказов на товары или услуги и продажу товаров или предоставление услуг заказчику. В этот цикл входят процессы поиска и взаимодействия с заказчиками, производство товаров или формирование услуг и продажа или передача товаров заказчику или предоставление ему сформированных услуг. Приведенные процессы являются базовыми. Кроме базовых процессов, используется целый ряд процессов, которые являются процессами, обеспечивающими возможность реализации базовых процессов. Такие процессы называются, как правило, процессами вспомогательными или обслуживающими. Процессы происходящие в рамках функционирующего предприятия могут рассматриваться. Как процессы, которые происходят между, как минимум, двумя участниками производственного процесса или двумя заинтересованными сторонами или связанными отдельными процессами. Поскольку каждый отдельный процесс характеризуется несколькими параметрами, значение величины которых определяется, в том числе, сторонами между которыми такой процесс происходит, то модель описывающую взаимодействие таких процессов можно описывать с помощью математических средств теории игр [1].

Особенности игровых моделей представляют собой ряд факторов, которые касаются не столько самого процесса, который происходит, как минимум, между двумя сторонами обмена, сколько факторы, которые определяют получаемые сторонами результаты, благодаря использованию этих процессов. К таким особенностям можно отнести:

- определение способов взаимодействия двух сторон, при которых

достижимые сторонами результаты оказались бы оптимальными,

- определение способов взаимодействия в случае, когда не существует взаимовыгодных условий реализации такого взаимодействия, а выгода может быть достигнута исключительно одной стороной,

- определение способов взаимодействия, когда интересы двух сторон являются противоположными и тогда возникает проблема выявления позитивных и негативных интересов для системы в целом, в рамках которой возник процесс игрового взаимодействия между сторонами,

- в случае существования необходимости реализации взаимодействия между целым рядом участников некоторого процесса, возникают особенности, которые отображают достигнутые каждым из участников результатов обмена соответствующими процессами, которые поочередно инициализируются между каждой очередной парой участников и т.д.

В большинстве случаев, методы теории игр рассматриваются как средства для решения конфликтных ситуаций, возникающих между взаимодействующими сторонами. Поэтому, во многих случаях, теорию игр определяют как теорию конфликтов [2]. Рассмотрим более детально приведенные выше особенности.

Первая особенность редко рассматривается в рамках теории игр, хотя задача достижения взаимовыгодного оптимума двумя взаимодействующими сторонами является достаточно распространенной. Чаще всего такого типа задачи рассматриваются в рамках других моделей, основной проблемой которых является поиск необходимого способа реализации самого процесса взаимодействия. Примером этого случая могут служить транспортные задачи и соответствующие модели их описания. В этом случае существует единственный критерий оптимизации процесса взаимодействия и критерии определяющие интересы сторон не рассматриваются а принимаются связанными с единым критерием организации процесса обмена.

Вторая особенность состоит в том, что оптимальные критерии взаимодействующих сторон не согласованы между собой в силу природы решаемой задачи. В этом случае, необходимо ввести представление о мере выигрыша различных участников и уточнить понятие выигрыша каждого из участников игры соответствующего типа.

Определение 1. Будем считать, что выигрыш у каждой из участвующих в игре сторон определяется общей величиной положительного изменения значений параметров, которые характеризуют соответствующую сторону и участвуют в процессе обмена.

Такого типа игру будем называть игрой с несбалансированным выигрышем. В такой игре могут существовать следующие решения и способы ее реализации:

- режим зависимости величины выигрыша одной стороны от величины уменьшения выигрыша у противоположной стороны,
- режим пороговых ограничений на величину возможного выигрыша за

счет уменьшения возможного выигрыша противоположной стороны.

Первый режим определяет ситуацию, когда средства взаимодействия не позволяют достигнуть проигрыша или нулевого выигрыша у одной стороны, при соответствующих действиях другой стороны, которая стремится получить максимально возможный выигрыш. Второй режим определяет пороги величины возможного выигрыша одной стороны за счет второй проигрывающей стороны.

Третья особенность соответствует наиболее распространенному случаю использования игровых моделей, поскольку она полностью вкладывается в условия существования конфликта или противостояния между взаимодействующими сторонами. В этом случае возможны следующие условия взаимодействия:

- цели двух сторон, участвующих в игре, противоречивы,
- цели двух сторон, участвующих в игре, конфликтны,
- цели сторон не приводимы.

Традиционно, игровые модели рассматриваются в определенной степени в отрыве от среды, в которой они функционируют, особенно формальное их представление. Поэтому, процесс игры представляется при таких условиях, когда участники игры представляют собой отдельные стороны соответствующей модели с собственными интересами. В бизнес структурах игровые модели могут использоваться между различными участниками, но результат ее функционирования может иметь значение для всей среды, которую составляют соответствующие предприятия. Для определения первого условия проведения игры, рассмотрим представление о противоречивых целях участников игры. Противоречивость целей участников игры означает, что выигрыш одного из участников и проигрыш второго участника приведет к потерям в системе, в рамках которой функционирует модель игры. Это означает необходимость в определении и решении следующих задач, которые отображают связь игры с окружением:

- задача устранения противоречия в игре,
- задача масштабирования результатов проведения игры.

Рассмотрим вторую задачу. Естественно принять, что величина выигрыша, кроме максимального и нулевого значения имеет целый ряд промежуточных значений. Примем также, что выигрышем является такая ситуация, когда параметры, характеризующие сторону принимающую участие в игре и используемые при реализации процесса взаимосвязи с противником, изменяются в результате функционирования игры таким образом, при котором такое изменение имеет положительную интерпретацию. Таким образом, выигрыш может изменяться от нуля до своего максимального значения. Выбор единицы измерения величины выигрыша в каждом конкретном случае зависит от предметной области решаемой задачи и принципиально не влияет на базовые закономерности теории игр.

Противоречивость в моделях теории игр возникает в тех случаях, когда

существует возможность создания или когда уже существует такое окружение, для которого цели обеих игроков сформулированные в рамках одной модели игры противоположные, корректные в рамках этой модели и с точки зрения ее формального описания являются допустимыми, но с точки зрения критериев функционирования системы, в рамках которой соответствующая модель используется, являются нецелесообразными или, даже, негативными. Можно было бы утверждать, что такое представление о противоречивости актуально лишь на этапе формирования исходных условий для процесса построения модели. Это имеет место, если на момент формирования некоторой модели игры имеется полная информация о системе в целом, а также если соответствующий игрок не участвует в качестве игрока в другой игре, которая уже инициирована или не участвует в других моделях функционирования производства, которые уже инициированы. Последнее приводит к тому, что условия и параметры участника игры на момент формирования исходных данных не до конца определены. В этом случае, возникает задача распознавания факта возникновения противоречия в игровой модели. При формировании исходных условий, существует возможность определять та или иные пороги результатов функционирования игры, которые можно принять в качестве порогов противоречивости. Чтобы не нарушать принципов игровых моделей, один из которых состоит в существовании неопределенности в получении тех или иных результатов в процессе реализации процесса функционирования модели игры, то такие пороги или критерии противоречивости должны определяться для двух взаимодействующих в рамках такой модели участников игры.

Условие взаимодействия, когда цели двух игроков являются конфликтными, наиболее типично для моделей игр и соответствуют классическому случаю их использования [3], поэтому более детально этот случай рассматривать нет необходимости.

Условия, при которых цели сторон не приводимы, не типично для классического случая использования моделей. Понятие неприводимости целей состоит в следующем. Как и в случае с противоречивостью целей, их неприводимость определяется в рамках всей системы, которая составляет среду функционирования игровой модели. Неприводимость, в данном случае, не означает несоизмеримости величин определяющих значения выигрышей или проигрышей для обоих игроков. Неприводимость означает, что результаты полученные в процессе функционирования игровой модели, в определенном смысле, у одного игрока противоречат условиям функционирования смежных фрагментов из ближайшего окружения этой модели. Такое окружение представляет собой некоторую модель или функциональный элемент, который входит в состав системы в целом и непосредственно по входным данным связан с игровой моделью. В связи с этим, возникает задача устранения выявленной или возникшей

неприводимости. В рамках данной работы не рассматриваются вопросы управления игровой моделью с целью устранения возникшей неприводимости или противоречивости целей в игровой модели.

Четвертая особенность, которая состоит в организации взаимодействия между партнерами в игровой модели, когда партнеров более двух, отображает случай известный в теории позиционных игр, в которых могут принимать участие более двух игроков.

Поскольку модели теории игр и их особенности можно связывать с предметной областью рассматриваемых задач, то коротко проанализируем некоторые примеры из области экономики. В случае производственного предприятия можно сформулировать задачу устойчивого расширенного производства, которая была предложена Нейманом [4]. Производство представляет собой замкнутый цикл. Принимаются следующие обозначения:

- a_{ij} количество j -той продукции используемой в производстве, при применении i -той технологии с единичной интенсивностью $j = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, m$;

- b_{ij} - количество продукции j -го вида, производимой при использовании i -той технологии с единичной интенсивностью $j = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, m$;

- $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ - относительная интенсивность применяемых технологий, что описывается в виде:

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m, \quad x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1;$$

- относительные цены продукции $y = (y_1, \dots, y_n)$, или :

$$y_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1.$$

Система устойчива в интервале времени Δt_i , если значения технологий x и цен y постоянны. Если имеет место:

$$\sum_{i=1}^m b_{ij} x_i \geq \xi \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i, \quad \xi > 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где ξ - показатель расширения производства, то производство считается расширенным на конец Δt_i . Приведенное соотношение (1) в стоимостном выражении запишется в виде соотношения:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m b_{ij} x_i y_j \geq \xi \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i y_j.$$

Сильно увеличивать производство продукции нельзя, поскольку ее перепроизводство снижает прибыль. Тогда, условие ограничения расширения производства запишется в следующем виде:

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} y_j \leq \eta \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j.$$

При учете всех технологий, это соотношение примет вид:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} y_j x_i \leq \eta \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j x_i, \quad \eta > 1, \quad (2)$$

где η - показывает насколько можно расширить производство и называется коэффициентом заинтересованности производства в расширении. Примем, что $a_{ij} > 0$ и введем следующее соотношение:

$$M(x, y) = \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i y_j \right) / \left(\sum_{i=1}^m a_{ij} x_i y_j \right). \quad (3)$$

Необходимо определить оптимальные значения x^0 и y^0 , а также значения показателей ξ и ζ . Технологический процесс должен способствовать увеличению выпуска продукции, а цены должны способствовать уменьшению количества выпускаемой продукции. Тогда из (1) и (2) можно записать следующее соотношение:

$$\xi \leq \min_y M(x^0, y), \quad \xi = M(x^0, y^0), \quad \eta \geq \max_x M(x, y^0), \quad \eta = M(x^0, y^0).$$

Если выполняется условие, что $\xi = \eta$, то можно записать:

$$\xi = \min_y M(x^0, y) = \max_x \left(\min_y f(x, y) \right) = \min_y \left(\max_x f(x, y) \right) = \max_x f(x, y^0) = \eta.$$

Из приведенных соотношений видно, что задача расширения производства может рассматриваться как игра двух игроков с функцией выигрыша (3). Решение игры существует, так как $M(x, y)$ непрерывна и замкнута на множестве интервала $[0, 1]$.

Приведенное выше описание игровой задачи и модели решения такой задачи иллюстрирует достаточно жесткую привязку рассматриваемых параметров и всех переменных, которые участвуют в описании соответствующей задачи, к формальному представлению условий содержащихся в описании предметной области, в которой происходят определенные процессы. При этом, особую роль играют исходные условия, в рамках которых такая задача должна решаться. Естественно, что принятые исходные условия существенно влияют на возможность получения тех или иных решений и на возможность построить разрешимую модель. Поэтому, постановка задачи, пример которой приведен выше, является ключевым элементом с точки зрения его возможности получить корректную модель функционирования соответствующего объекта. В данном случае видно, что полученная модель рассматривается на предмет того, является ли модель игровой или нет, хотя в процессе формирования и постановки задачи четко проявляются две стороны, которые взаимодействуют между собой – это интенсивность производства x_i и цена продукции y_j . В конечном итоге строится центральная компонента игровых моделей, которой является функция выигрыша.

В приведенном примере отсутствует обсуждение такой определяющей компоненты характерной для теории игр, как определение стратегий реализации игры двумя игроками, что, по существу, представляет собой управление процессом взаимодействия между двумя сторонами, который

состоит в инициации процессов воздействия одного игрока на другого. Для иллюстрации случая, когда обсуждение и формирование стратегии проведения игры для двух участников взаимодействия в игровой модели имеет определяющее значение, рассмотрим следующие два примера, предметной областью которых тоже является экономика и деятельность фирм в рыночных условиях. Отличие первого примера от второго состоит в том, что в первом случае в качестве двух сторон участвующих в игровой модели являются две фирмы, которые могут быть описаны с требуемой мерой адекватности, а во втором случае, одной из сторон являются факторы природного характера, о которых может отсутствовать та или иная информация, необходимая для построения игровой модели.

В задаче рассматриваются две фирмы P_1 и P_2 . Имеется два рынка сбыта, которые для второй фирмы приносят доход k_1 и k_2 , соответственно, на единицу затрат. Особенность этой задачи заключается в том, что первая фирма P_1 , в смысле конкурентного участия по отношению к P_2 которая является конкурирующей. Это обуславливается тем, что принимается в качестве исходного условия, что первым реализуется ход в рамках формируемой стратегии участник P_1 , а участник P_2 реализует свою стратегию с учетом результата действий участника P_1 . Естественно предположить, что в действительности могут существовать и другие варианты реализации стратегии поведения P_2 , которые не принимают во внимание действий участника P_1 и т.д. Эти аспекты рассматриваться не будут, поскольку приведенное рассмотрение имеет чисто иллюстративный характер. Стратегии игроков, в данной задаче, представляют собой количество средств x_i , которые выделяет P_1 на первый рынок, поскольку прибыль на рынке принимается непосредственно зависимой от количества вложенных средств, хотя, в действительности, это может не соответствовать в полной мере реальности. В случае принятия описанных выше соглашений, P_1 выделяет на второй рынок количество средств равное $s - x$. Стратегия второй фирмы P_2 аналогичная, она на первый рынок выделяет y средств, а на второй рынок $s - y$ средств. Условия взаимодействия между P_1 и P_2 , которые, в данном случае, являются разновидностью конфликта, состоит в следующем. Фирма вложившая большую часть средств в рынок завоевывает его и получает выигрыш, который пропорциональный избытку ее средств. В этом случае, функция выигрыша для первой фирмы может быть записана в следующем виде:

$$\{[(x \geq y) \rightarrow [M(x, y) = k_1(x - y)]] \& [(x \leq y) \rightarrow [M(x, y) = k_2(y - x)]]\} .$$

В этом случае, P_1 получит выигрыш на втором рынке, который пропорциональный сбыту и описывается соотношением:

$$k_2[s - x - (s - y)] = k_2(y - x) .$$

Функция $M(x, y)$ непрерывна и выпукла по y , при любых x и поэтому игра является игрой класса с выпуклой функцией решений и ее решение описывается следующим соотношением:

$$V = \min_y \max_x M(x, y).$$

Можно записать следующие соотношения:

$$\max_x M(x, y) = \max_{x \geq y} \{k_1(x - y)\};$$

$$\max_{x < y} k_2(y - x) = \max[k_1(s - y), k_2y].$$

Оптимальная стратегия P_2 состоит в том, чтобы выделить на первый рынок сбыта y_0 средств, где

$$y_0 = k_1s / (k_1 + k_2),$$

А на второй рынок выделить количество средств равное:

$$s - y_0 = s - [k_1s / (k_1 + k_2)] = k_2s / (k_1 + k_2).$$

Тогда, цена игры определяется следующим соотношением:

$$V = \max_x M(x, y_0) = k_2k_1s / (k_1 + k_2).$$

Для определения оптимальной смешанной стратегии для P_1 , необходимо определить его чистую стратегию с учетом возможных исходных, предполагаемых условий, касающихся участника P_2 . В этом случае, участник P_1 находится, с точки зрения выбора наилучшей стратегии, в несколько худшем положении по отношению к участнику P_2 , поскольку, ему не известно, какими средствами обладает участник P_2 , которые он может вложить в рынок. Поэтому, принимается условие, что $x \geq y_0$. Тогда, можно записать следующее соотношение:

$$M(x, y_0) = k_1[x - [k_1s / (k_1 + k_2)]] = k_1k_2s / (k_1 + k_2).$$

Следовательно $x_0 = s$, поскольку в условиях задачи принято, что первый игрок P_1 старается вытеснить второго игрока P_2 с рынка. Если $x < y_0$, то можно записать следующее:

$$M(x, y) = k_2(y_0 - x) = k_2[(k_1s / (k_1 + k_2)) - x] = k_1k_2s / (k_1 + k_2).$$

Отсюда получается, что $x_1 = 0$. Таким образом, чистые стратегии для P_1 это $x_0 = s$ и $x_1 = 0$. Но, как уже отмечалось, первый участник не знает сколько средств вложит P_2 в свой рынок после реализации первым участником первого хода. Поэтому, необходимо найти вероятность α выбора стратегии вторым участником в соответствии со следующим соотношением:

$$\alpha M_y(0, y_0) + (1 - \alpha) M_y(s, y_0) = 0.$$

В результате решения этого уравнения, с учетом того, что функции выигрыша M_y должны принимать максимальные значения, получим следующее соотношение:

$$\alpha = k_1 / (k_1 + k_2) .$$

Смешанная стратегия поведения игрока P_1 запишется в виде следующего соотношения:

$$F(x) = [k_1 / (k_1 + k_2)] I_0(x) + [k_2 / (k_1 + k_2)] I_s(x) .$$

Из этого соотношения следует, что стратегия первого игрока состоит в концентрации всех средств на одном из рынков сбыта, а вероятность выбора рынка обратно пропорциональна его значимости.

Из изложенного выше видно, что разновидность способов решения игры и, соответственно, построения игровой модели определяется исходными данными, которые описываются в предметной области задачи, которую необходимо решить, допустимостью введения различных условий и ограничений на способ функционирования участников игровой модели и возможностью интерпретации описания задачи в рамках того или иного математического аппарата или использования, для описания отдельных фрагментов, общей модели игры и процессов ее реализации.

1. *Воробьев Н.Н.* Теория игр. Лекции для экономистов-кибернетиков. Ленинград: ЛГУ, 1974.
2. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.
3. *Оуэн Г.* Теория игр. М.: Мир, 1971.
4. Экономическая кибернетика. \ *Под ред. И.М. Сыроежина*, ч.2, Ленинград: ЛФЭИ, 1973.

Поступила 28.01.2009г.

УДК 683.03

Б.В.Дурняк, Я.Равецки

МЕТОД СИНТЕЗА СРЕДСТВ АНАЛИЗА РЕШЕНИЙ И СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕШЕНИЯ

При использовании систем принятия решений или систем анализа предлагаемых решений, всегда существует задача оценки принятого решения с точки зрения возможности негативных последствий, при использовании решения для управления процессом. Это обусловлено известными причинами, примером которых могут служить факторы, определяющие управляемый процесс, которые в силу объективных причин могут быть