

Быков А. Ю.- кандидат технических наук, доцент. Институт экономики и антикризисного управления, aubyikov@mail.ru

Бабанов А. В.– к.э.н., доцент кафедры, Институт экономики и антикризисного управления, Batto@yandex.ru

Bykov Y.U.-Ph.D., assistant professor. Institute of Economics and crisis management, aubyikov@mail.ru

Babanov A.V.Ph.D., Associate Professor, Institute of Economics and crisis management, Batto@yandex.ru

Информационное обеспечение системного управления на основе элементов теории игр

Information Support System Management based on the elements of game theory

Аннотация

Рассматриваются основные схемы информационной поддержки на различных этапах принятия и реализации управленческих решений и возможность применения элементов теории игр в целях поиска альтернатив и оптимальных вариантов.

Ключевые слова: системный подход; информационное обеспечение; управленческое решение; теория игр; оптимизация решений.

Annotation

The basic scheme of information support in various stages of adoption and implementation of management decisions and the possibility of using elements of game theory in order to find the best options and alternatives.

Keywords: system approach; Information Support; administrative decision; game theory; optimization solutions.

Современный руководитель в ходе выполнения управленческих функций включен в сложные *динамические системы*, сам является их важной составляющей и во многом определяет развитие этих систем. При этом работа с информацией сопровождает и пронизывает весь процесс. Как видно из рисунка, управление может быть описано взаимосвязью «цель – решение - исполнение», которая не является однозначной из-за множества путей и информационных потоков, ведущих к одной и той же цели.

Необходимой предпосылкой принятия решения является оптимальный объем и качество обработанной информации. Важное значение имеет также методика анализа информации и синтез, формирующий представления

о возможных решениях. Каждый этап разработки вариантов решения есть комплекс информации по собранному в логическое целое и имеющему определенную целенаправленность конкретному вопросу.

Работая с информацией, руководитель сталкивается, как правило, с двумя трудностями – ее избытком или недостатком. При избытке сложность заключается в умении отыскать сведения, имеющие прямое отношение к данной проблеме. При этом почти всегда существует угроза принятия неправильного, недостаточно обоснованного решения.

Информационные потребности управляющей системы в зависимости от этапа принятия решений различны по содержанию, форме представления и уровню обобщения. *Начальные этапы*, связанные с диагностикой проблемы и формулировкой критериев и ограничений, требуют первичной конкретной информации по проблеме. Необходимы фактографические данные, нормативно-плановые показатели, результаты производственной деятельности, отображающие текущее состояние объекта управления и ретроспективную информацию (о прошлых ситуациях). Причем необходимо, чтобы система систематизировала данные в заданных алгоритмах, агрегировала и предоставляла в удобной для пользователя форме — в виде графиков, таблиц, конкретных показателей и т.п. Широкие возможности в этом отношении создают автоматизированные информационные системы, имеющие мощные базы данных и соответствующее программное обеспечение.

Следующие этапы принятия решений, включающие разработку различных вариантов действий, требуют принципиально иной информационной поддержки. Определение возможных альтернатив осуществляется, во-первых, исходя из стандартных, общепринятых вариантов действий; во-вторых, опираясь на прошлый опыт, который может быть полезным для ситуаций, имеющих тенденцию к повторению; в-третьих, разрабатывая новые решения, основывающиеся на таких методах как моделирование, прогноз, экспертная оценка, консультирование и т.д. Информационная система на данных этапах должна представить набор

практических рекомендаций и вариантов исходя из оценки той или иной альтернативы.

Последующие стадии реализации принятого решения вновь нуждаются в конкретной информации о ходе и результатах внедрения принятых мероприятий. Основными процедурами этих этапов являются доведение решений до конечных исполнителей, собственно исполнение и контроль.

Таким образом, задача информационного обеспечения управления выполняется информационной системой на основе интегрированного подхода за счет комплексного поиска актуальных данных по любой логической цепочке взаимосвязанных управленческих действий .

При решении ряда практических задач исследования операций (в области экономики, политики, экологии и иное) приходится анализировать ситуации, в которых сталкиваются две (или более) враждующие стороны, преследующие сходные или различные цели, причем результат любого мероприятия каждой из сторон зависит от того, какой образ действий выберет противник. Поэтому для оптимизации решений в условиях конкуренции возможно использование методов, используемых *в теории игр*, суть которых состоит в моделировании воздействия принятого решения на конкурентов. Например, если руководство торговой фирмы пришло к выводу, что в случае повышения цен на товары конкуренты не сделают того же, то целесообразно отказаться от решения повысить цены, чтобы не попасть в невыгодное положение в конкурентной борьбе. Консультанты с подготовкой в области игр способны выявить возможности сторон при заключении договоров, разработке ценовой политики, определении лидеров и исполнителей и т.п.

Безусловно, следует указать и на наличие определенных границ применения аналитического инструментария теории игр. В ряде случаев он может применяться при получении дополнительной информации.

Во-первых, это тот случай, когда у предприятий сложились разные представления об игре или когда они недостаточно информированы о

возможностях друг друга. Например, может иметь место неясная информация о платежах конкурента (структуре издержек).

Во-вторых, теорию игр трудно применять при множестве ситуаций равновесия. Эта проблема может возникнуть даже в ходе простых игр с одновременным выбором стратегических решений.

В-третьих, если ситуация принятия стратегических решений очень сложна, то игроки часто не могут выбрать лучшие для себя варианты. Например, на рынок в разные сроки могут вступить несколько предприятий с более сложной реакцией, нежели агрессивная или дружественная.

В рамках настоящей статьи рассматривается схема обоснования решения с применением игровой ситуации с нулевой суммой. Суть этих процессов описана ниже.

На практике часто появляется необходимость согласования действий фирм, объединений и других участников проектов в случаях, когда интересы не совпадают, т.е. возникают ситуации, в которых две (или более) стороны преследуют различные цели, а результаты любого действия каждой из сторон зависят от мероприятий партнера. Такие ситуации относятся к конфликтным: результат каждого хода игрока зависит от ответного хода противника, цель игры – выигрыш одного из партнеров (например, в шашках, домино). Принятие решений в конфликтной ситуации связано с неопределенностью, когда стороны не могут точно предсказать взаимные действия. Несмотря на такую неопределенность, принимать решения приходится каждой стороне конфликта. Необходимость обоснования оптимальных (наилучших) решений в конфликтных ситуациях привела к возникновению теории игр.

Теория игр все шире проникает в практику экономических решений и исследований. Ее можно рассматривать как инструмент, помогающий повысить эффективность управленческих решений. Это имеет большое значение при решении управленческих задач в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте, в торговле.

Стратегия игрока есть совокупность правил, определяющих выбор его действия при каждом личном ходе в зависимости от сложившейся ситуации. Выигрыш или проигрыш или проигрыш сторон оценивается численно, другие случаи в теории не рассматриваются. Стратегии каждого игрока определяют результаты или платежи в игре. Игра называется игрой с нулевой суммой, если выигрыш одного игрока равен проигрышу другого. В противном случае игра называется игрой с ненулевой суммой.

Всюду далее будем рассматривать только игры двух лиц. Игра называется конечной, если у каждого игрока имеется конечное число стратегий. Результаты конечной парной игры с нулевой суммой можно задать матрицей, которая называется платежной матрицей или матрицей игры.

Формальное описание матричной антагонистической игры (игры с нулевой суммой).

1. В игре участвуют два игрока: А и В.
2. Каждый игрок в процессе игры выбирает одну из своих стратегий (действий):

- A_1, A_2, \dots, A_n – стратегии игрока А;
- B_1, B_2, \dots, B_n – стратегии игрока В;
- (A_i, B_j) – ситуация в игре ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$).

3. Будем считать, что ситуация может быть оценена количественно, т.е. интерес каждого из игроков в той или иной ситуации выражается функцией выигрыша (платежа). Обозначим:

$H_A(A_i, B_j)$ – функция выигрыша игрока А ($i = \overline{1, m}$);

$H_B(A_i, B_j)$ – функция выигрыша игрока В ($j = \overline{1, n}$).

Так как рассматривается антагонистическая игра, то должно выполняться условие:

$$H_A(A_i, B_j) = -H_B(A_i, B_j).$$

Выигрыш игрока А равен проигрышу игрока В.

Данная игра может быть записана в виде так называемой матрицы выигрыша одного из игроков (например, игрока А). Платежная матрица включает все значения выигрышей игрока А (или проигрышей игрока В).

Построение матрицы игры. Пусть игрок А имеет m стратегий A_i (строки), игрок В – n стратегий B_j (столбцы). Элементы $a_{ij} = H_A(A_i, B_j)$ – значения функции выигрыша игрока А в ситуации (A_i, B_j) . Для игрока В в этом случае a_{ij} – проигрыш.

Игрок В Игрок А	B_1	B_2	...	B_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Тогда платежная матрица для игрока А имеет вид:

$$H_A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

для игрока В:

$$H_B = \begin{pmatrix} -a_{11} & \dots & -a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ -a_{m1} & \dots & -a_{mn} \end{pmatrix}$$

Всюду далее будем рассматривать платежную матрицу игры игрока А:

$$H = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \text{ – платежная матрица игры.}$$

Следует подчеркнуть, что теория игр является сложной областью знания. Анализ и консультации на основе теории игр из-за их сложности рекомендуются для особо важных проблемных областей, принципиально важных плановых стратегических решений, в том числе при подготовке крупных кооперационных договоров.

Рассмотрим условный **пример решения матричной игры в чистых стратегиях**, в условиях реальной экономики, в ситуации борьбы двух предприятий за рынок продукции региона.

Два предприятия производят продукцию и поставляют ее на рынок региона. Они являются единственными поставщиками продукции в регион, поэтому полностью определяют рынок данной продукции в регионе.

Каждое из предприятий имеет возможность производить продукцию с применением одной из трех различных технологий. В зависимости от условий технологического процесса и качества продукции, произведенной по каждой технологии, предприятия могут установить цену единицы продукции на уровне 10, 6 и 2 денежных единиц соответственно. При этом предприятия имеют различные затраты на производство единицы продукции (табл. 1).

Таблица 1

Затраты на единицу продукции, произведенной на предприятиях (д.е.).

Технология	Цена реализации единицы продукции, д.е.	Полная себестоимость единицы продукции, д.е.	
		Предприятие 1	Предприятие 2
I	10	5	8
II	6	3	4
III	2	1	1

В результате маркетингового исследования рынка продукции региона была определена функция спроса на продукцию:

$$Y = 6 - 0.5 \cdot X,$$

где Y — количество продукции, которое приобретет население региона (тыс. ед.), а X — средняя цена продукции предприятий, д.е.

Данные о спросе на продукцию в зависимости от цен реализации приведены в табл. 2:

Таблица 2

Спрос на продукцию в регионе, тыс. ед.

Цена реализации 1 ед. продукции, д.е.		Средняя цена реализации 1 ед. продукции, д.е.	Спрос на продукцию, тыс. ед.
Предприятие 1	Предприятие 2		
10	10	10	1
10	6	8	2
10	2	6	3
6	10	8	2
6	6	6	3
6	2	4	4
2	10	6	3
2	6	4	4
2	2	2	5

Значения долей продукции предприятия 1, приобретенной населением, зависят от соотношения цен на продукцию предприятия 1 и предприятия 2. В

результате маркетингового исследования эта зависимость установлена и значения показаны в табл.3:

Таблица 3

Долевая зависимость предприятий при реализации продукции

Цена реализации 1 ед. продукции, д.е.		Доля продукции предприятия 1, купленной населением
Предприятие 1	Предприятие 2	
10	10	0,31
10	6	0,33
10	2	0,18
6	10	0,7
6	6	0,3
6	2	0,2
2	10	0,92
2	6	0,85
2	2	0,72

По условию задачи на рынке региона действует только 2 предприятия. Поэтому долю продукции второго предприятия, приобретенной населением, в зависимости от соотношения цен на продукцию можно определить как единица минус доля первого предприятия.

Стратегиями предприятий в данной задаче являются их решения относительно технологий производства продукции. Эти решения определяют себестоимость и цену реализации единицы продукции. В задаче необходимо определить:

1. Существует ли в данной задаче ситуация равновесия при выборе технологий производства продукции обоими предприятиями?
2. Существуют ли технологии, которые предприятия заведомо не будут выбирать вследствие невыгодности?
3. Сколько продукции будет реализовано в ситуации равновесия? Какое предприятие окажется в выигрышном положении?

Решение задачи

1. Определим экономический смысл коэффициентов выигрышей в платежной матрице задачи. Каждое предприятие стремится к максимизации прибыли от производства продукции. Но кроме того, в данном случае предприятия ведут борьбу за рынок продукции в регионе. При этом выигрыш одного предприятия означает проигрыш другого. Такая задача может быть сведена к матричной игре с нулевой суммой. При этом коэффициентами выигрышей будут значения разницы прибыли предприятия 1 и предприятия 2 от производства продукции. В случае, если эта разница положительна, выигрывает предприятие 1, а в случае, если она отрицательна - предприятие 2.
2. Рассчитаем коэффициенты выигрышей платежной матрицы. Для этого необходимо определить значения прибыли предприятия 1 и предприятия 2 от производства продукции.

Прибыль предприятия в данной задаче зависит:

- от цены и себестоимости продукции;
- от количества продукции, приобретаемой населением региона;
- от доли продукции, приобретенной населением у предприятия.

Таким образом, значения разницы прибыли предприятий, соответствующие коэффициентам платежной матрицы, необходимо определить по формуле:

$$D = p \cdot (S \cdot R1 - S \cdot C1) - (1 - p) \cdot (S \cdot R2 - S \cdot C2),$$

где D — значение разницы прибыли от производства продукции предприятия 1 и предприятия 2.

p — доля продукции предприятия 1, приобретаемой населением региона;

S — количество продукции, приобретаемой населением региона;

$R1$ и $R2$ — цены реализации единицы продукции предприятиями 1 и

$C1$ и $C2$ — полная себестоимость единицы продукции, произведенной на предприятиях 1 и 2.

Вычислим один из коэффициентов платежной матрицы. Пусть, например, предприятие 1 принимает решение о производстве продукции в соответствии с технологией III, а предприятие 2 — в соответствии с технологией II. Тогда цена реализации единицы. продукции для предприятия 1 составит 2 д.е. при себестоимости единицы. продукции 1,5 д.е. Для предприятия 2 цена реализации единицы. продукции составит 6 д.е. при себестоимости 4 д.е.

Количество продукции, которое население региона приобретет при средней цене 4 д.е. равно 4 тыс. ед. (таблица 2). Доля продукции, которую население приобретет у предприятия 1, составит 0,85, а у предприятия 2 — 0,15 (табл.3). Вычислим коэффициент платежной матрицы a_{32} по формуле:

$$a_{32} = 0,85 \cdot (4 \cdot 2 - 4 \cdot 1,5) - 0,15 \cdot (4 \cdot 6 - 4 \cdot 4) = 0,5 \text{ тыс. ед.}$$

где $i=3$ — номер технологии первого предприятия, а $j=2$ — номер технологии второго предприятия.

Аналогично вычислим все коэффициенты платежной матрицы. В платежной матрице стратегии A_1 — A_3 — представляют собой решения о технологиях производства продукции предприятием 1, стратегии B_1 — B_3 — решения о технологиях производства продукции предприятием 2, коэффициенты выигрышей - разницу прибыли предприятия 1 и предприятия 2

Таблица 4

Платежная матрица в игре «Борьба двух предприятий»

	B₁	B₂	B₃	Min_j
A₁	0,17	0,62	0,24	0,17
A₂	0,3	-1,5	-0,8	-1
A₃	0,9	0,5	0,4	0,4
Max_i	3	0,62	0,4	

В данной матрице нет ни доминируемых, ни дублирующих стратегий. Это значит, что для обоих предприятий нет заведомо невыгодных технологий производства продукции. Определим минимальные элементы строк матрицы. Для предприятия 1 каждый из этих элементов имеет значение минимально гарантированного выигрыша при выборе соответствующей стратегии. Минимальные элементы матрицы по строкам имеют значения: 0,17, -1,5, 0,4.

Определим максимальные элементы столбцов матрицы. Для предприятия 2 каждый из этих элементов также имеет значение минимально гарантированного выигрыша при выборе соответствующей стратегии. Максимальные элементы матрицы по столбцам имеют значения: 3, 0,62, 0,4.

Нижняя цена игры в матрице равна 0,4. Верхняя цена игры также равна 0,4. Таким образом, нижняя и верхняя цена игры в матрице совпадают. Это значит, что имеется технология производства продукции, которая является оптимальной для обоих предприятий в условиях данной задачи. Эта технология III, которая соответствует стратегиям A₃ предприятия 1 и B₃ предприятия. Стратегии A₃ и B₃ — чистые оптимальные стратегии в данной задаче.

Значение разницы прибыли предприятия 1 и предприятия 2 при выборе чистой оптимальной стратегии положительно. Это означает, что предприятие

1 выиграет в данной игре. Выигрыш предприятия 1 составит 0,4 тыс. д.е. При этом на рынке будет реализовано 5 тыс. ед. продукции (реализация равна спросу на продукцию, таблица 2). Оба предприятия установят цену за единицу продукции в 2 д.е. При этом для первого предприятия полная себестоимость единицы продукции составит 1,5 д.е., а для второго — 1 д.е. Предприятие 1 окажется в выигрыше лишь за счет высокой доли продукции, которую приобретет у него население.

Уточнённая с позиции элементов теории игр информационное обеспечение имеет следующее теоретическое и практическое значение:

1. Даёт комплексное представление об использовании соответствующего инструментария предпочтительно при принятии однократных, принципиально важных плановых стратегических решений, в том числе при подготовке крупных кооперационных договоров;
2. Процесс системного управления является сложным, творческим и динамичным, требует хорошо организованной информационной поддержки с применением различных научных методов и технических достижений ;
3. Рациональным решением в заданных условиях будет пара оптимальных чистых стратегий (А3 и В3).

Список литературы

1. Информационные ресурсы и технологии в экономике: учеб. пособие/ Под ред. проф. Б.Е. Одинцова и проф. А.Н. Романова. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013.
2. Информационные системы в экономике: Учебник. В.Б. Уткин, К.В. Балдин – М.: ИЦ "Академия", 2012
3. Информационные технологии в менеджменте: Учеб. пособие. – 2-е изд., доп.- М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014.
4. Информатика. Базовый курс: Учебник, под ред. Симоновича С.В., Спб.; Питер, 2009.