УДК 631.3:658.567.1

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ВТОРИЧНОГО ФОНДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Н. В. АЛДОШИН

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва

Введение

После окончания этапа эксплуатации технические средства подлежат утилизации. В этот момент наступает процесс демонтажа и дальнейшего использования вторичных ресурсов. Источниками пополнения вторичного фонда запасных частей и ремонтного фонда являются детали со списанной техники, имеющие остаточный ресурс. Во всем мире существует рынок вторичного фонда запасных частей.

Для утилизации списанной техники, демонтажа агрегатов и узлов, их разборки, мойки, дефектования деталей создаются специализированные участки. На них принимают в переработку различные технические средства: автомобили, сельскохозяйственную технику и т. д. Организация работ по сбору, выявлению и реализации деталей с остаточным ресурсом позволяет полностью использовать заложенный в деталях ресурс. Таким образом, удается получить существенную экономическую выгоду, а также частично решить проблемы, связанные с охраной окружающей среды. Запасные части вторичного фонда имеют значительно более низкую цену по сравнению с новыми [1]. Цель данной работы состоит в анализе и выборе стратегий и математического аппарата для формирования вторичного фонда запасных частей.

Основная часть

Извлечение компонентов, предназначенных для демонтажа, связана с поиском деталей, узлов и агрегатов, наиболее ценных с точки зрения их реализации. Определяется, какие компоненты могут быть демонтированы без нарушения целостности (они имеют более высокую стоимость) и далее использованы на вторичном рынке. Степень разборки может быть разной. В этом случае затраты труда на разборку и дефектование будут различными, как и финансовые средства, полученные при дальнейшей их реализации [2].

Из полученных при разборке утилизируемой техники компонентов на складском подразделении формируется фонд вторичных запасных частей. При этом оба подразделения, разборочное и складское, могут быть как на одном предприятии, так и на разных, принадлежащих разным владельцам. Понятно, что эффективность работы обоих подразделений связана единым технологическим процессом получения и реализации запасных частей. В данном случае эффективность совместной работы партнеров будет зависеть во многом от правильности выбора стратегии их поведения.

Рассмотрим ситуацию, в которой интересы сторон хотя и не совпадают, но не являются противоположными. Например, два партнера договариваются о совместной реализации одного из двух возможных действий. В нашем случае это бригада, обеспечивающая разборку техники, подлежащей утилизации, дефектование демонтированных изделий, и принимающая решение об использовании получаемых деталей, узлов и агрегатов в качестве вторичного фонда запасных частей. Вторым партнером является складское подразделение, формирующее вторичный фонд запасных и занимающееся его реализацией. Оба партнера могут быть как в одной организации, принадлежащей одному владельцу, так и в разных. Стратегия взаимодействия двух таких партнеров будет различной в зависимости от их собственнической принадлежности.

Рассмотрим случай, когда партнеры относятся к разным организациям. Для выбора стратегий формирования вторичного фонда запасных частей может быть использован математический аппарат биматричных игр. Решением таких игр является одновременный выбор двумя партнерами совместной стратегии действий, которая в том или ином одинаковом смысле удовлетворяла бы обоих. Необходимо найти такую равновесную ситуацию, отклонение от которой одного из партнеров уменьшало бы его выигрыш.

Одной из содержательных форм воплощения представления об оптимальности можно считать понятие равновесия, при котором складывается такая равновесная ситуация, в нарушении которой не заинтересован ни один из партнеров. Именно ситуация равновесия может быть предметом устойчивых договоров между партнерами (ни у одного не будет мотивов к нарушению договора). Кроме того, ситуации равновесия являются выгодными для каждого партнера [3].

Каждый из двух участников имеет следующие возможности для выбора своей линии поведения – партнер «A» может выбрать любую из стратегий $A_1, \ldots, A_m$, партнер «B» может выбрать любую из стратегий $B_1, \ldots, B_n$. При этом всякий раз их совместный выбор оценивается вполне определенно: если партнер «A» выбрал i-ю стратегию A_i, а партнер «B» – k-ю стратегию B_k, то выигрыш «A» равен некоторому значению a_{ik}, а выигрыш «B» некоторому другому значению b_{ik}.

Последовательно перебирая все стратегии партнера «A» и все стратегии партнера «B», формируем две матрицы, соответствующие их выигрышам – платежные матрицы.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \ldots & a_{1k} & \ldots & a_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{i1} & \ldots & a_{ik} & \ldots & a_{in} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & \ldots & a_{mk} & \ldots & a_{mn} \end{bmatrix},$$

где A – платежная матрица игрока «A»;

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \ldots & b_{1k} & \ldots & b_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ b_{i1} & \ldots & b_{ik} & \ldots & b_{in} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ b_{m1} & \ldots & b_{mk} & \ldots & b_{mn} \end{bmatrix},$$

где B – платежная матрица игрока «B».

При выборе партнером «A» i-й стратегии, а партнером «B» – k-й стратегии их выигрыши находятся в платежных матрицах на пересечении i-х строк и k-х столбцов: в матрице A элемент a_{ik}, а в матрице B – элемент b_{ik}.

Если в игре ситуации равновесия нет, то, оставаясь в условиях стратегий, имеющихся у игроков, мы сталкиваемся с неразрешимой задачей. Поэтому при возникновении подобных случаев естественно ставить вопрос о таком расширении первоначального понятия стратегии, чтобы среди ситуаций, составленных из новых, обобщенных стратегий находились в том или ином смысле равновесные. Если такие обобщенные стратегии существуют, то их часто удается представить в виде определенных комбинаций исходных стратегий. А чтобы отличать прежние стратегии от новых, первые называют чистыми, а вторые – смешанными стратегиями.

Весьма плодотворным является представление смешанной стратегии как случайного выбора игроком его чистых стратегий, при котором случайные выборы различных игроков независимы в совокупности, а выигрыш каждого из них определяется как математическое ожидание случайного выигрыша.

В чистых биматричных играх ситуация равновесия существует далеко не всегда. В таких случаях можно воспользоваться переходом к смешанному расширению игры. При этом партнеры могут чередовать свои (чистые) стратегии с определенными частотами: партнер «A» стратегии $A_1, \ldots, A_m$, с частотами $p_1, \ldots, p_m$, где $p_1 \geq 0, \ldots, p_m \geq 0$, $\sum_{i=1}^{m} p = 1$, а партнер «B» стратегии $B_1, \ldots, B_n$ с частотами $q_1, \ldots, q_n$, где $q_1 \geq 0, \ldots, q_n \geq 0$, где $\sum_{i=1}^{n} p = 1$. В смешанных стратегиях равновесная ситуация существует всегда.

При смешанных стратегиях в биматричных играх возникают средние выигрыши партнеров «A» и «B», вычисляемые по следующим правилам:

$$H_A = \sum_{i,k} a_{ik} p_i q_k;$$

$$H_B = \sum_{i,k} b_{ik} p_i q_k. \qquad (1)$$

Стратегия $\{P^*, Q^*\}$ называется ситуацией равновесия в смешанных стратегиях биматричной игры, если для любых P и Q выполняются неравенства:

$$H_A(P, Q^*) \leq H_A(P^*, Q^*); \quad H_B(P^*, Q) \leq H_B(P^*, Q^*). \qquad (2)$$

Выражения (2) можно прояснить так: стратегия $\{P^*, Q^*\}$ является равновесной, если отклонение от нее одного из партнеров при условии, что другой сохраняет свой выбор, приводит к тому, что выигрыш отклонившегося игрока не может увеличиться (а скорее только уменьшится). Таким образом, получается, что при равновесной ситуации отклонение от нее невыгодно самим обоим партнерам.

Рассмотрим ситуацию, когда у каждого из партнеров имеется ровно две стратегии, $m = n = 2$. В биматричной игре (2 × 2) платежные матрицы имеют вид:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix},$$

вероятности – $p_1 = p$, $p_2 = 1 - p$, $q_1 = q$, $q_2 = 1 - q$, а средние выигрыши вычисляются по формулам:

$$H_A(p, q) = a_{11}pq + a_{12}p(1-q) + a_{21}(1-p)q + a_{22}(1-p)(1-q);$$

$$H_B(p, q) = b_{11}pq + b_{12}p(1-q) + b_{21}(1-p)q + b_{22}(1-p)(1-q),$$

где $0 \le p \le 1$; $0 \le q \le 1$.

В биматричной игре, чтобы пара (p, q) определяла равновесную стратегию, необходимо и достаточно одновременное выполнение следующих неравенств:

$$(p-1)(Cq-\alpha) \ge 0;$$

$$p(Cq-\alpha) \ge 0;$$

$$(q-1)(Dp-\beta) \ge 0;$$

$$q(Dp-\beta) \ge 0;$$

$$0 \le p \le 1;$$

$$0 \le q \le 1,$$

где $C = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}$; $\alpha = a_{22} - a_{12}$; $D = b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}$; $\beta = b_{22} - b_{21}$.

Числа C и D могут быть как положительными, так и отрицательными при условии, что C и D не равны нулю, т. е. $CD \ne 0$. Тогда точка равновесия определяется парой $p = \beta / D$, $q = \alpha / C$.

Эти формулы являются весьма примечательными: в равновесной ситуации выбор партнера «A» полностью определяется элементами платежной матрицы партнера «B»

$$p = (b_{22} - b_{21})/(b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22})$$

и не зависит от элементов его собственной платежной матрицы, а выбор партнера «B» в равновесной ситуации полностью определяется элементами платежной матрицы партнера «A»

$$q = (a_{22} - a_{12})/(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})$$

и также не зависит от элементов его собственной платежной матрицы.

Равновесная ситуация для каждого из партнеров определяется не столько стремлением увеличить собственный выигрыш, сколько желанием держать под контролем выигрыш партнера. Если заменить в биматричной игре партнеру «A» матрицу выплат, а партнеру «B» матрицу выплат оставить прежней, то игрок «A» никак не изменит своего равновесного поведения, в то время как партнер «B» изменит свою стратегию на новую. В биматричной игре мы встречаемся с антагонизмом поведения, а не антагонизмом интересов.

Содержательные представления о выгодности и справедливости ситуации многообразны. Мы рассмотрели их проявление через равновесие. Такой подход был обоснован в том случае, когда разборкой техники, подлежащей утилизации, занималась одна организация, а формированием и реализацией вторичного фонда запасных частей – другая. Каждый из них ставил задачу получения выгоды по отдельности, хотя были связаны при этом решением одной задачи.

Существует и иной вариант справедливости, в большей степени, чем равновесие отражающий черты ее выгодности. Это оптимальность по Парето. Ситуация (p^*, q^*) в биматричной игре (2×2) называется оптимальной по Парето, если из того, что

$$H_A(p^*, q^*) \le H_A(p, q); \quad H_B(p^*, q^*) \le H_B(p, q), \tag{3}$$

вытекают равенства $p = p^*$, $q = q^*$.

Смысл выражений (3) в том, что оптимальность по Парето обеспечивает не возможность совместными усилиями увеличить выигрыш одного из партнеров, не уменьшив при этом выигрыш другого. В данной ситуации партнеры, действуя совместно, не могут увеличить выигрыш каждого. Такую оптимальность рационально использовать, когда разборкой техники, подлежащей утилизации и формированием вторичного фонда запасных частей, занимается одна организация, а различные ее подразделения действуют совместно, реализуя общую стратегию.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Для выбора стратегий формирования вторичного фонда запасных частей целесообразно использовать математический аппарат биматричных игр.

2. При выполнении разборочных работ одной организацией, а формированием вторичного фонда запасных частей другой для получения оптимального решения необходимо использовать в биматричных играх равновесную стратегию.

3. При выполнении разборочных работ и формировании вторичного фонда запасных частей в рамках одной организации для получения рациональной стратегии необходимо использовать в биматричных играх оптимальность по Парето.

Литература

1. Алдошин, Н. В. Вторичное использование изделий утилизируемой техники / Н. В. Алдошин // Междунар. науч. журн. – 2010. – № 5. – С. 92–97.
2. Утилизация техники в системе АПК / Н. В. Алдошин [и др.]. – М. : Триада, 2014. – 222 с.
3. Морозов, В. В. Основы теории игр / В. В. Морозов. – М. : Изд. отд. фак. ВМиК МГУ, 2002. – 262 с.

Получено 03.11.2015 г.