

SECONDARY USE OF SPARE PARTS SEKUNDÁRNÍ VYUŽITÍ NÁHRADNÍCH DÍLŮ

N. Aldoshin

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia.

Abstract

The last stage of the life cycle of technical means is the utilization. As a result utilization can be reused not only the materials that make up the technique, but also its components and parts, with a residual resource. Considered a situation where the disposable equipment was dismantled components and parts, which in turn were passed to implement. The degree of disassembly of the equipment may be different, while will be different and the complexity of the disassembly operations and financial results. The solution to the problem of determining the equilibrium situation allows to obtain the use of the mathematical apparatus of bimatrix games. The presented method of calculation allows to determine the equilibrium situation on the secondary market of spare parts. When both partners in a single organization, to get a rational strategy used Pareto optimality.

On the example of a very common tractor engine D-240, calculations were made of the elements of payment matrices players "A" and "B". However, prior to calculation of the payment elements of the matrices, there is a necessity of determining prices for the parts and components of engine and also to the Assembly, and the complexity of dismantling the unit and its complete disassembly. Next, the paper defines the indices C , D , α and β , which allow to solve the system of inequalities. Solving the problem using graphical method, it is possible to visually determine the point of equilibrium. In this task they were three. Two of them correspond to the behavior of players in their pure strategies, when all the units are either dismantled and sold in parts or sold in the collection. The third point shows a situation of equilibrium in mixed strategies. When approximately 1/3 of the units are completely disassembled and sold 2/3 in the collection.

Keywords: recycling, dismantling, spare parts, bimatrix games, payment matrix, the equilibrium situation

Аннотация

Последним этапом жизненного цикла технических средств является утилизация. В результате утилизации могут быть повторно использованы не только материалы, из которых состоит техника, но и ее узлы и детали, обладающие остаточным ресурсом. Рассматривается ситуация, когда с утилизируемой техники демонтировались узлы и детали, которые в свою очередь передавались на реализацию. Степень разборки техники может быть различной, при этом различной будет и трудоемкость операций разборки и финансовый результат. Решение проблемы определения равновесной ситуации позволяет получить применение математического аппарата биматричных игр. Представленная методика расчета позволяет определить равновесную ситуацию на рынке вторичных запасных частей. При работе обеих партнеров в одной организации, для получения рациональной стратегии использована оптимальность по Парето.

На примере достаточно распространенного тракторного двигателя Д-240 был произведен расчет элементов платежных матриц игроков «А» и «В». Однако перед тем, как произвести расчет элементов платежных матриц, возникает необходимость определения уровней цен на детали и узлы двигателя, а также на агрегат в сборе, и трудоемкости работ по демонтажу агрегата и его полной разборки. Далее в статье определяются показатели C , D , α и β , которые позволяют решить систему неравенств. Решая задачу графическим методом, можно наглядно определить точки равновесия. В данной задаче их оказалось три. Две из них соответствуют поведению игроков в их чистых стратегиях, когда все агрегаты либо разбираются и продаются по частям либо продаются в сборе. Третья точка показывает ситуацию равновесия в смешанной стратегии. Когда примерно 1/3 часть агрегатов полностью разбирается и 2/3 продаются в сборе.

Ключевые слова:

утилизация, разборка, запчасти, биматричные игры, платежных матрицы, равновесная матрица

ВЕДЕНИЕ

Утилизация технических средств – составная часть глобальной проблемы рационального использования ресурсов, вовлекаемых в процессы производства и потребления. Количество не участвующих в рециклинге отходов является

индикатором совершенства любой технологии. В результате имеют место значительные потери материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Содержащихся в отходах, и одновременно продолжается интенсивное

накопление неиспользованных отходов в окружающей среде.

Проблемы охраны окружающей среды, экологизации технических средств, приобретают основополагающее значение, определяют требования к созданию, использованию и утилизации машин и потребляемых ими ресурсов. В этом случае важнейшее значение имеет технологическая утилизация, позволяющая уменьшить объемы потребления первичных ресурсов, вернуть в сферу использования уже имеющиеся и тем самым снизить нагрузку на природу, сохранить экологию. В результате такой утилизации мы имеем вторичные ресурсы в виде узлов и деталей с остаточной годностью, вторичное сырье для переработки в иные ресурсы, локализованные ресурсы, не влияющие на окружающую среду.

Процесс утилизации имеет не только экологический, но и экономический аспект, включающий создание безотходных процессов и циклов, рециклирование ресурсов позволяет экономить топливно-сырьевые материалы, повышает эффективность экономики.

На данном этапе развития науки и техники, производители не могут создать равномерно изнашиваемые технические средства. В процессе эксплуатации их агрегаты, узлы и детали подвержены различным видам воздействий и нагрузок. Что, в конечном счете, ведет к неравномерности износа автотракторной и сельскохозяйственной техники. Кроме того в процессе ремонтных воздействий на нее, производится замена ряда изделий. Также выводится из эксплуатации аварийная техника, не подлежащая восстановлению. Поэтому в конце срока эксплуатации, техника, как правило, имеет в своем составе как полностью изношенные детали, так и пригодные для дальнейшего использования или восстановления.

Утилизация выбывшей из эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники является сложным и трудоемким процессом, включающим последовательность взаимосвязанных операций. Так, после сбора такой техники и доставки ее в специализированные предприятия по утилизации, необходимо провести ее «осушку», т.е. удаление технологических жидкостей с сортировкой по видам. А также демонтаж и диагностирование снятых узлов и агрегатов с выявлением пригодных к дальнейшему использованию или восстановлению. Детальная разборка и сортировка демонтированных узлов не пригодных для восстановления по видам материалов. Подготовка вторичного сырья к переработке (прессование, измельчение и др.).

При утилизации, выбывшей из эксплуатации техники часть демонтируемых агрегатов, узлов и деталей могут быть повторно использованы в качестве запасных частей. Такие изделия могут достигать 15 % в объеме утилизируемого сырья. Во всем мире существует рынок вторичного фонда запасных частей [1, 2].

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 [3, 4].

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 [5].

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 связано 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 [6, 7].

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 организациях. Стратегия взаимодействия двух таких партнеров будет разной в зависимости от их собственной принадлежности.

МЕТОДИКА

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, при которой в том или ином, но одинаковом смысле удовлетворяло 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 [8].

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

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

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

где А – платежная матрица игрока «А»;

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

В – платежная матрица игрока «В»

При выборе партнером «А» i -й стратегии, а партнером «В» – k -й стратегии их выигрыши находятся в платежных матрицах на пересечении i -х строк и k -х столбцов: в матрице А элемент a_{ik} , а в матрице В – 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 «А» стратегии A_1, \dots, A_m , с частотами p_1, \dots, p_m , где

$$p_1 \geq 0, \dots, p_m \geq 0, \sum_{i=1}^m p_i = 1,$$

а партнер «В» стратегии B_1, \dots, B_n с частотами q_1, \dots, q_n , где $q_1 \geq 0, \dots, q_n \geq 0$,

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1.$$

В смешанных стратегиях равновесная ситуация существует всегда.

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

$$H_A = \sum_{l,k} a_{lk} p_l q_k$$

$$H_B = \sum_{l,k} b_{lk} p_l q_k$$

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

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

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). Тем самым, 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 2×2 – биматричной игре 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

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

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

$$\text{где } 0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1.$$

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

$$(p - 1)(Cq - \alpha) \geq 0,$$

$$p(Cq - \alpha) \geq 0,$$

$$(q - 1)(Dp - \beta) \geq 0,$$

$$q(Dp - \beta) \geq 0,$$

$$0 \leq p \leq 1,$$

$$0 \leq q \leq 1,$$

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

Числа C и D могут быть как положительными, так и отрицательными. При условии, что C и D не равны нулю, то есть $C \cdot D \neq 0$. Тогда точка равновесия определяется парой $p = \beta/D, q = \alpha/C$.

Эти формулы являются весьма примечательными: в равновесной ситуации выбор партнера «А» полностью определяется элементами платежной матрицы партнера «В»,

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

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

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

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 «А» матрицу выплат, а партнеру «В» матрицу выплат оставить прежней, то игрок «А» никак не изменит своего равновесного поведения, в то время как партнер «В» 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 [9].

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

$$H_A(p^*, q^*) \leq H_A(p, q), \quad H_B(p^*, q^*) \leq H_B(p, q) \quad (3)$$

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 [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для того, чтобы определить равновесную ситуацию необходимо прежде всего рассчитать платежные матрицы игроков «А» и «В». То есть определить сумму прибыли, которую получит каждый из игроков. Прибыль игрока «А» будет формироваться от продажи агрегатов, узлов и деталей, годных для дальнейшего использования и от реализации материалов переработки техники (черные и цветные металлы, пластмассы и т.д.). Прибыль игрока «В» будет формироваться от реализации агрегатов и деталей конечным потребителям – владельцам техники. При взаимодействии игроков «А» и «В» возникает ситуация, когда игрок «А» может сделать выбор одной из двух стратегий: демонтировать агрегат и передать его целиком на реализацию игроку «В» или демонтировать агрегат, разобрать его на детали, выполнить дефектовку и уже по частям передать на реализацию игроку «В». В свою очередь игрок «В» также может сделать выбор одной из двух стратегий поведения: брать агрегаты на реализацию в сборе или брать запасные части после разборки и дефектовки агрегата. Оценим платежные матрицы игроков «А» и «В» на примере. В качестве утилизируемого агрегата рассмотрим двигатель Д-240 одного из самых распространенных тракторов на территории Российской Федерации МТЗ-80 «Беларусь» (с заводского конвейера сошли более трех миллионов таких тракторов).

Стоимость нового двигателя составляет в среднем 180000 руб. Перечень основных деталей и цены на них представлены в таблице 1.

Цена на агрегат, демонтированный с утилизируемой техники, существенно ниже цены нового агрегата, зависит это, прежде всего, от износа деталей. Для упрощения расчетов принимаем цену бывшего в употреблении двигателя на уровне 30 % от стоимости нового двигателя. Что касается запасных частей, то после дефектовки и определения остаточного ресурса

цены на них могут быть сопоставимы с ценами на новые неоригинальные детали. Примем допущение, что после разборки и дефектовки агрегата цена на детали составит половину от цены на новые оригинальные запасные части.

Таблица 1: Наименование основных деталей двигателя Д-240 и их стоимость

Наименование детали	Стоимость, руб
Блок двигателя	33500
Головка блока цилиндров в сборе	19000
Коленчатый вал	10000
Цилиндро-поршневая группа (гильзы цилиндров, поршни, компрессионные и маслосъемные кольца)	6400
Комплект шатунов	5600
Масляный картер	5200
Компрессор	5900
Клапанная крышка	2500
Крышка шестерен	3100
Блок шестерен	4900
Маховик	13700
Водяной насос	2400
Масляный насос	3600
Центрифуга масляная	3600
Генератор	2800
Масляный насос гидросистемы	2800
Топливный насос высокого давления	27900
Комплект форсунок	3600
Пусковой двигатель	9700
Опора двигателя	1300
Шкив коленчатого вала	1300
Впускной коллектор	1000

Если исходить из условия, что игрок «В» делает наценку на уровне 25%, платежная матрица игрока «В» примет вид

$$B = \begin{bmatrix} 13500 & 0 \\ 0 & 21225 \end{bmatrix}$$

Чтобы оценить платежную матрицу игрока «А» (демонтажера) необходимо оценить уровень затрат на демонтаж агрегата с утилизируемой техники, а также затраты в случае проведения разборки и дефектовки агрегата. Во многих случаях операции разборки и дефектовки при утилизации совпадают с соответствующими работами ремонтного производства. В частности для демонтажа двигателя Д-240 с трактора МТЗ-80 разработаны нормативы времени (таблица 2). Нормы времени

рассчитаны на исправное оборудование и подъемно-транспортные механизмы, наличие на рабочих местах необходимой оснастки,

инструмента и приспособлений, предусмотренных технологическим процессом, обеспеченность расходными материалами.

Таблица 2: Укрупненные нормы времени на замену сборочных единиц

Наименование работ, сборочных единиц, составных частей	Снятие	
	Разряд	Норма времени, чел.-ч
Наружная очистка и мойка трактора, доставка трактора на место текущего ремонта	2	0,90
Слив масла, воды из дизеля, масло из гидроусилителя рулевого управления	2	0,15
Фильтр грубой очистки, кронштейны с фарами и указателями поворота, боковины облицовки радиатора и решетку облицовки радиатора в сборе с капотом, электрические провода, патрубки радиатора, гибкий вал тахометра, ресивер и трубопроводы, шланги блока отопителя кабины, водяного насоса, топливные трубки	3	0,63
Трос аварийного останова двигателя, левая боковина юбочной части щитка приборов, шнур управления шторкой радиатора, тяга управления подачей топлива	3	0,37
Растяжки радиатора, всасывающие и нагнетательные маслопроводы ГУР, трубки масляного фильтра, маслопровод датчика блокировки, рулевой вал; установка (снятие) клиньев задних колес, передняя опора; установка (снятие) подставки под корпус муфты сцепления, корпус муфты сцепления, полурама, дизель	3	0,73
ИТОГО	3	2,78

Операции по разборке двигателя на узлы и детали также нормированы. В таблице 3 приведены укрупненные нормативы трудоемкости на выполнение операций по снятию, разборке и проверке (дефектовке, испытанию, регулировке) узлов и деталей двигателя Д-240.

Как видно из представленных материалов трудоемкость процесса разборки двигателя более чем в 3 раза превышает трудоемкость демонтажа двигателя с трактора. В итоге суммарная трудоемкость работ демонтажа и разборки составляет около 12 чел.-ч.

Таким образом платежная матрица игрока «А» будет состоять из положительных элементов – прибыль демонтера за вычетом наценки магазина, и отрицательных элементов – затрат на проведение работ по демонтажу двигателя и его разборки. Платежная матрица игрока «А» имеет вид

$$A = \begin{bmatrix} 22300 & -31600 \\ -14200 & 28150 \end{bmatrix}$$

По представленной выше методике сделаем расчет показателей

$$C = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22} = 22300 - (-31600) - (-14200) + 28300 = 96400$$

$$D = b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22} = 13500 + 0 + 0 + 21225 = 34725$$

$$\alpha = a_{22} - a_{12} = 28150 - (-31600) = 59750$$

$$\beta = b_{22} - b_{21} = 21225 - 0 = 21225$$

Исходя из полученных результатов вероятности выбора стратегий p и q соответственно игроков «А» и «В» будут определяться неравенствами

$$(p-1)(96400q-59750) \geq 0$$

$$p(96400q-59750) \geq 0$$

$$(q-1)(34725p-21225) \geq 0$$

$$q(34725p-21225) \geq 0$$

Отсюда при

$$\left. \begin{array}{l} p=0 \quad q \leq 0,62 \\ p=1 \quad q \geq 0,62 \\ 0 < p < 1 \quad q = 0,62 \end{array} \right\} (4)$$

$$\left. \begin{array}{l} q=0 \quad p \leq 0,61 \\ q=1 \quad p \geq 0,61 \\ 0 < q < 1 \quad p = 0,61 \end{array} \right\} (5)$$

Теперь перенесем полученные сведения на чертеж. Введем на плоскости прямоугольную систему координат (p, q) и выделим на ней единичный квадрат, соответствующий неравенствам

$$0 \leq p \leq 1, \quad 0 \leq q \leq 1$$

Нанесем на этот чертеж то множество точек, которое описывается условиями 4 (рис. 1а). Это множество состоит из трех прямоугольных участков – двух вертикальных лучей и одного горизонтального отрезка – и представляет собой зигзаг. Нас будет интересовать только та его часть, которая попала в единичный квадрат. Перенеся на чертеж множество точек, соответствующих неравенствам (5), получим второй зигзаг, но уже горизонтальный (рис. 1б).

Таблица 3: Укрупненные нормы времени на разборку двигателя Д-240

Наименование узла или вид работы	Время в минутах			Всего, мин
	Снятие	Разборка	Проверка, дефектовка, регулировка и др. работы	
1	2	3	4	5
Доставка двигателя в разборочно-моечное отделение, установка на подставку	-	-	6	6
Воздухоочиститель и поддон воздухоочистителя	2	-	-	2
Кожух и патрубок выхлопного коллектора	2	-	-	2
Всасывающий коллектор	6	6	-	12
Стартер	3	-	-	3
Электрофакельный подогреватель	1	-	-	1
Генератор с планкой и ремень вентилятора	3	-	-	3
Колпак крышки головки цилиндров	1	-	-	1
Крышка маслосливной горловины	1	-	-	1
Наружная мойка	-	-	24	24
Счетчик моточасов, фильтр-отстойник, топливные трубки, спускной краник	3	5	-	8
Насос гидроусилителя рулевого управления и крышка распределителя	3	-	-	3
Центробежный масляный фильтр	3	12	20	35
Муфта сцепления	3	7	-	10
Топливный фильтры тонкой и грубой очистки и трубки низкого давления	6	-	-	6
Кронштейны генератора, шланг термостата и термостат	3	-	-	3
Водяной насос, вентилятор, крышка головки цилиндров и выхлопной коллектор	6	19	-	25
Топливные трубки высокого давления и форсунки	4	-	-	6
Механизм коромысел и штанги толкателей	3	14	11	28
Головка цилиндров	6	18	10	34
Маховик	3	10	8	21
Шкив коленчатого вала, передняя опора двигателя и крышка люка	2	1	-	3
Топливный насос и фланец шестерни топливного насоса	3	-	-	3
Масляный картер	6	3	-	9
Корпус сальника заднего уплотнения коленчатого вала, задний лист и опора масляного картера	4	-	-	4
Масляный насос и отводящий патрубок	3	15	20	38
Крышка распределения, шестерня привода топливного насоса и сапун	4	3	-	7
Передний маслоотражатель и шестерня привода масляного насоса	2	-	-	2
Распределительный вал, толкатели, промежуточная шестерня и щит распределения	5	5	-	10
Шатунно-поршневая группа	8	16	-	24
Коленчатый вал	8	23	-	31
Мойка деталей и узлов двигателя в моечной машине	-	-	60	60
Гидравлическое испытание блока цилиндров	-	-	25	40
головки блока цилиндров	-	-	15	
Всего время в часах	1,83	2,62	4,82	9,27

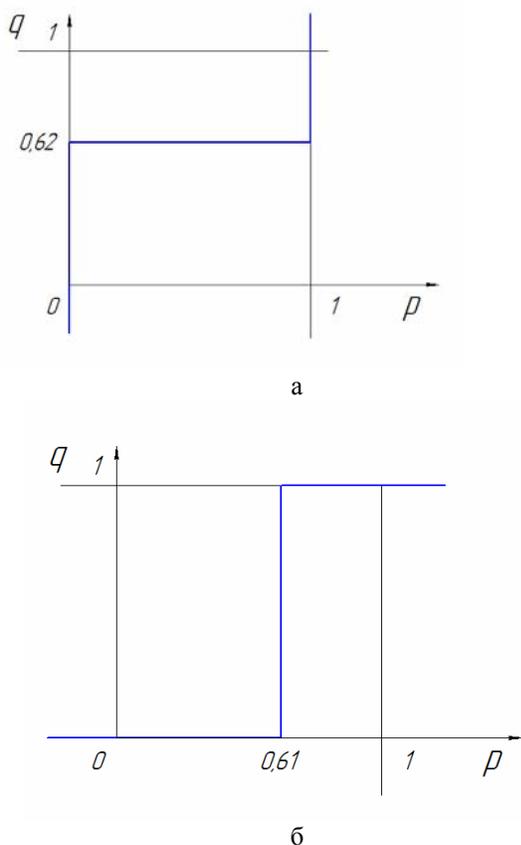


Рис. 1 Единичный квадрат в координатах p и q

Объединив полученные чертежи, находим точки пересечения зигзагов

(рис 2). В нашем случае таких точек три. Две из них отвечают чистым стратегиям игроков «А» и «В», а одна смешанным.

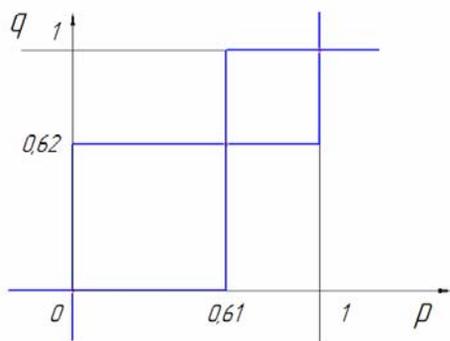


Рис. 2 Геометрический результат определения ситуаций равновесия

Ситуации (1, 1) и (0, 0) соответствуют одновременному выбору игроками своих первых или, соответственно, вторых стратегий, то есть

определенной договоренности о совместных действиях.

Но в данном случае есть еще одна ситуация равновесия, состоящая в выборе игроками вполне определенных смешанных стратегий. В ней оба игрока также получают выигрыши, правда, меньше тех которые дают две другие равновесные ситуации.

При выборе чистых стратегий игроками их выигрыши будут равны соответствующим элементам платежных матриц, а при равновесной ситуации смешанной стратегии их выигрыши составят:

$$H_A(p, q) = a_{11}pq + a_{12}p(1 - q) + a_{21}(1 - p)q + a_{22}(1 - p)(1 - q) = 22300 \cdot 0,61 \cdot 0,62 - 31600 \cdot 0,61 \cdot 0,38 - 14200 \cdot 0,39 \cdot 0,62 + 28150 \cdot 0,39 \cdot 0,38 = 8434 - 7325 - 3435 + 4172 = 1846$$

$$H_B(p, q) = b_{11}pq + b_{12}p(1 - q) + b_{21}(1 - p)q + b_{22}(1 - p)(1 - q) = 13500 \cdot 0,61 \cdot 0,62 + 21225 \cdot 0,38 \cdot 0,39 = 5105 + 3145 = 8250$$

Таким образом, в ситуации когда между игроками на рынке подержанных запасных частей нет договоренности и они действуют независимо друг от друга (сбыт запчастей может быть налажен в различные фирмы, или фирмы может осуществлять закупки у различных поставщиков) целесообразно порядка 2/3 агрегатов, на примере тракторного двигателя Д-240, демонтировать и реализовывать целиком, а 1/3 разбирать, дефектовать и реализовывать по деталям. При этом стоит отметить еще одно важное обстоятельство. Если слегка «пошевелить» элементы платежной матрицы, например ситуация изменения цен на запасные части, то слегка «пошевелятся» и зигзаги, не меняя ни своей общей формы, ни взаимного расположения, вероятности p и q также будут меняться незначительно. В подобных случаях принято говорить, что это число устойчиво относительно малых шевелений.

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.

4. Когда между партнерами на рынке подержанных запасных частей нет договоренности и они действуют независимо друг от друга (сбыт запчастей может быть налажен в различные фирмы, или фирмы может осуществлять закупки у различных поставщиков) целесообразно порядка 2/3 агрегатов, на примере тракторного двигателя Д-240, демонтировать и реализовывать целиком, а 1/3 разбирать, дефектовать и реализовывать по деталям.

ЛИТЕРАТУРА

1. АЛДОШИН, Н.В. Технологические процессы и организация утилизации техники. Монография. / Н.В. Алдошин // М.: ООО «УМЦ «Триада», 2010. – 123 с. – ISBN 978-5-9546-0062-9.
2. АЛДОШИН, Н.В. Утилизация техники в системе АПК: монография / Н.В. Алдошин, А.А. Ивлев, Ю.А. Лесконог, Н.А. Лылин // – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2014. – 222 с. – ISBN 978-5-9546-0089-6.
3. АЛДОШИН, Н.В. Выбывшая из эксплуатации техника – источник вторичных ресурсов / Н.В. Алдошин, Г.Е. Митягин, В.В. Кулдошиша, Л.М. Джабраилов // Техника и оборудования для села, №5, 2008, с. 42...43.
4. ALDOSHIN, N. Use of Markov chains for definition of manpower of control and sorting of details / N. Aldoshin // Quality and reliability of technical systems. – ISBN 978-80-552-0595-3. – Slovakia. Nitra. Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, 2011 – s. 10-13.
5. ALDOSHIN, N. Zabezpečení sběru i transportu techniky na recyklaci. A /N. Aldoshin// SBORNÍK Mezinárodní vědecké conference Nové směry ve využití zemědělské, dopravní a manipulační techniky ve vztahu k životnímu prostředí, - ISSN 1802-2391, - МК ČR E 17100, - Květen 2012, s. 323-326.
6. АЛДОШИН, Н.В. Вторичное использование изделий утилизируемой техники / Н.В. Алдошин // Международный научный журнал. – ISSN 1995-4638. – 2010, №5 с. 92...97.
7. АЛДОШИН, Н.В. Выбраковка узлов и деталей утилизируемой техники / Н.В. Алдошин // Достижения науки и техники АПК. – ISSN 0235-2451. - 2010, №8, с. 69...71.
8. АЛДОШИН, Н.В. Контроль качества изделий выбывшей из эксплуатации техники / Н.В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. – ISSN 0131-7105. - 2010, №4, с. 30...33
9. АЛДОШИН, Н.В. Выбор стратегий формирования вторичного фонда запасных частей / Н.В. Алдошин // Вестник МГАУ. ISSN 1728-7936 – 2015, №1 с. 7-10.
10. АЛДОШИН, Н.В. Формирование рынка вторичных запасных частей / Н.В. Алдошин, Ю.А. Лылин, А.А. Лесконог, Н.А. Ивлев // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. –ISSN 1728-7936. - №3(67)/2015, с.33-38.reisagau. 168 p., 2004. ISBN 8086167216.

АБСТРАКТ:

Poslední fázi životního cyklu technických prostředků je zpracování odpadu. Výsledkem je, že pro recyklaci mohou být znovu použity nejen materiály, které tvoří samotné zařízení, ale také uzly a díly, které mohou být ještě používány. V článku je analyzována situace, kdy se z techniky zpracovávané na odpad demontují uzly a díly, které se ještě budou dále používat. Rozsah demontáže techniky může být různý, a zrovna tak může být různá i složitost operací a finanční výsledek. Řešení problému určení rovnovážného stavu umožní použití matematického nástroje dvoumaticových her. Tato metoda výpočtu umožní určit rovnovážný stav na sekundárním trhu s náhradními díly. Pokud oba partneři pracují v jedné organizaci, je pro určení racionální strategie použita optimalizace podle Pareta. Na příkladu docela běžného motoru traktoru D-240 byly vypočteny prvky výplatní matice hráčů "A" a "B". Nicméně předtím, než bude vypočítána návratnost prvků matice, je nutné stanovit úroveň cen dílů a součástí motoru, stejně tak smontované jednotky a pracovní náročnost demontáže těchto jednotek a také jeho úplnou demontáž. Dále jsou v článku určeny parametry C, D, α a β , které umožňují řešit systém nerovností. Při grafickém řešení problému je bod rovnováhy zobrazen názorně. V tomto případě, se jednalo o tři body rovnováhy. Dva z nich odpovídají chování hráčů v jejich čistých strategiích, když se všechny jednotky rozebírají a prodávají se díly nebo se prodávají v sestavě. Třetí bod ukazuje stav rovnováhy ve smíšených strategiích. Pokud se přibližně 1/3 jednotky kompletně rozebere a 2/3 jsou prodáno v sestavě.

Klíčová slova: recyklace, demontáž, náhradní díly, dvoumaticové hry, výplatní matice, rovnovážný stav

Kontaktní adresa:

Nikolay Aldoshin, DSc., Prof.

Head of Department of Agricultural Machinery

Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Russia

127550 Moscow, Timiryazev street 49, +79039717327

e-mail: naldoshin@yandex.ru

Recenzovali: Ing. S. Ust'ak, CSc., Ing. J. Frydrych