УДК 519.6

ФИНАНСОВЫЕ ПОТОКИ В КОНТЕКСТЕ ОБЪЕКТИВНО ПРИСУЩИХ ИМ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

ЧЕРНЫШОВ С. И.

кандидат технических наук

Харьков

В пояснение названия статьи отметим, что будут рассматриваться потоки стоимостей продукции (услуг) участников экономической системы за некоторые периоды времени, позволяющие использовать преимущества балансовых соотношений. При этом статус участников практически безразличен,– это могут быть как субъекты малого бизнеса, так и отрасли народного хозяйства, а также подразделения хозрасчетных предприятий. В привязке к особенностям экономической системы устанавливаются временные периоды: сутки; месяц; производственный цикл и т. п. Что же касается «закономерностей», то они вытекают из положений матричного анализа, для реализации потенциала которых, собственно говоря, и понадобился упомянутый выше баланс.

Закономерности потоков подразумевают, в первую очередь, числа, отражающие размеры платежей. Вернее их соотношения, которые формирует еще и структура взаимодействий участников экономической системы. Участник, в частности – предприятие, может благоприятно располагаться под воздействием финансовых потоков, и наоборот. Невзирая на его высокий статус, а также соблюдение всех правил перечислений. У этих потоков свои законы движения, которые определяет алгебра, и они сильнее «невидимой руки рынка», что следует подчеркнуть. По нашему мнению, данное обстоятельство попросту игнорируется. Вследствие этого зачастую можно наблюдать своего рода лихорадочность ведения бизнеса, не исключающую крупных потрясений.

Стоимость продукции каждого из участников экономической системы можно представить в виде

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} + c_i,\ i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n, \quad (1)$$

где x_{ii} – доход i-го участника; x_{ij} $(i \neq 1)$ – стоимость части продукции j-го участника, которую потребил i-й участник; c_i – стоимость труда i-го участника, включая его материалы и внешние закупки.

Все величины имеют размерность денежной единицы. Следует подчеркнуть, что участники могут производить по нескольку видов продукции.

Обозначим

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j,\ i,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n, \quad (2)$$

где a_{ii} – часть стоимости продукции i-го участника, составляющая его доход; a_{ij} – часть стоимости продукции j-го участника, которую потребил i-й участник. Очевидно, все коэффициенты a_{ij}, как части от целого,– безразмерные. Наряду с этим x_{ij} из (1) мы могли бы назвать частью стоимости j-й продукции, подразумевая измерение в денежном эквиваленте.

С использованием (2) соотношения (1) можно преобразовать следующим образом:

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + c_i,\ i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n, \quad (3)$$

или в матрично-векторной форме

$$x = Ax + c,\ x = \{x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n\};\ c = \{c_1,\ c_2,\ \ldots,\ c_n\}, \quad (4)$$

и очевидно

$$0 \le a_{ij} \le 1;\ c_i \ge 0,\ i,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n;\ c \neq 0, \quad (5)$$

поскольку: участники не обязательно взаимодействуют друг с другом непосредственно; некоторые из них, в принципе, на каком-то промежутке времени могут обходиться без затрат своего труда; одновременно все в таком положении не пребывают. При этом подразумевается, что $n > 2$, так как в противном случае неравенство (5) для коэффициентов a_{ij} должно быть строгим; иначе система (3) попросту «распадется» (ее участники перестанут быть взаимосвязанными).

Матрица A в (4) с элементами a_{ij} из (5) называется неотрицательной. Вместе с тем, соотношения (3) можно трактовать в качестве системы линейных алгебраических уравнений относительно стоимостей продукции участников x_i, а значит, путем ее решения (аппарат широко известен) мы можем определить указанные величины. Казалось бы, обязательно, все стоимости окажутся положительными, иначе говоря, в привязке к (4)

$$x = (I - A)^{-1} c > 0, \quad (6)$$

где $I = [r_{ij}],\ r_{ij} = \begin{cases} 1,\ i = j; \\ 0,\ i \neq j \end{cases}$ – единичная матрица, поскольку $x_i < 0$ выглядит просто абсурдным.

Однако матричный анализ говорит о гарантированном выполнении (6) лишь в том случае, когда

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} \le 1,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n, \quad (7)$$

причем хотя бы для одного эта сумма меньше единицы [1, с. 329 – 331]. То есть, речь идет о суммах элементов матрицы A по столбцам (которые в привязке к отношениям (2) назывались коэффициентами).

С учетом (2) неравенства (7) становятся такими:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \le x_j,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n, \quad (8)$$

(хотя бы одна из сумм строго меньше единицы), что является вполне логичным. В самом деле, сумма оплат за части продукции j-го участника, поступающих от остальных участников экономической системы, теоретически не должна превышать всей ее величины x_j. Мы сказали – теоретически, поскольку j-й участник, будучи мотивирован принципами рыночной экономики (дешевле купить, дороже продать, навязать партнеру свой замысел), к такому превышению всячески стремится. Как, в свою очередь, любой из остальных участников.

Если в неравенствах (8) поменять местами i и j (такая возможность является очевидной), то исключая стоимость x_i с помощью (1), получаем

$$\sum_{j=1,\, j\neq i}^{n} x_{ji} \leq \sum_{j=1,\, j\neq i}^{n} x_{ij} + c_i,\ i = 1,\ 2,\ ...,\ n, \qquad \textbf{(9)}$$

(доходы сокращаются). Однако очень интересный результат. В самом деле, средства, получаемые участником экономической системы от партнеров за отпущенную им продукцию, не должны превышать суммы его выплат партнерам за их продукцию и собственного труда, включая внешние закупки. Причем в любой из рассматриваемых периодов времени, что следует подчеркнуть под углом зрения высокой вероятности нарушения неравенств (9).

Более того, допустим i-й участник высокотехнологичен в условиях малых затрат своего производства, его продукция необходима и дорого оценивается. Или же – это сырьевой монополист и собственно себестоимость производства является низкой, тогда как партнерам приходится покупать продукцию по диктуемой цене. Можно также представить ситуацию, когда участник экономической системы, в силу каких-то приходящих обстоятельств, вынужден покупать продукцию партнера по цене, превышающей поставки на внешний рынок (своего рода спекуляция). В общем, системный характер нарушения условий (9) вполне реалистичен. При этом размер превышения суммы слева над правой частью, очевидно, пойдет в доход i-го участника – x_{ij}, при выводе (9) нами из рассмотрения исключенный.

Для большей прозрачности рассуждений, пусть экономическая система состоит всего лишь из двух участников. Условия (9) приобретают вид

$$x_{21} < x_{12} + c_1;\ x_{12} < x_{21} + c_2, \qquad \textbf{(10)}$$

(неравенства стали строгими). Как стремятся действовать участники, руководствуясь принципами рынка? 1-й – рост стоимости своей продукции x_{21}; снижение своих затрат $x_{12} + c_1$. 2-й – аналогично (рост x_{12}; снижение $x_{21} + c_2$). Иначе говоря, оба сконцентрированы на том, чтобы нарушить условия (10). Итак, упомянутые принципы противоречат положениям матричного анализа, поскольку неравенства (9) являются следствием (7).

Если, например, 1-й участник – высокотехнологичен или же монополист, он может обеспечить выполнение первого неравенства (10) за счет увеличения c_1 посредством нематериального актива и ренты. При этом доля дохода a_{11} в стоимости x_1 уменьшится, однако его абсолютная величина x_{11} может остаться неизменной.

Вместе с тем, интереснее атмосфера классического рынка: минимизация затрат; высокая стоимость своей продукции; переведение ее большей части в доход, включая нарушение первого неравенства (10). Предположим, 1-й участник действует так, что в (2) $a_{11} = 0{,}7$; соответственно условие для суммы $a_{11} + a_{21}$ из (5) не выполняется. 2-й участник ведет себя «скромнее», его элементы матрицы $a_{12} = 0{,}4$; $a_{22} = 0{,}3$. Также $c_1 = 1$; $c_2 = 2$.

Соотношения (3) в таком случае

$$\begin{cases} x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + c_1; \\ x_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + c_2, \end{cases} \qquad \textbf{(11)}$$

или в каноническом виде системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} (1 - a_{11})x_1 - a_{12}x_2 = c_1; \\ -a_{21}x_1 + (1 - a_{22})x_2 = c_2, \end{cases} \qquad \textbf{(12)}$$

по правилу Крамера

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{c_1(1 - a_{22}) + c_2 a_{12}}{\Delta}; \\ x_2 &= \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{c_2(1 - a_{11}) + c_1 a_{21}}{\Delta}, \end{aligned} \qquad \textbf{(13)}$$

где

$$\Delta = (1 - a_{11})(1 - a_{22}) - a_{12}a_{21}. \qquad \textbf{(14)}$$

Для принятых параметров получаем $x_1 \approx -13{,}64$; $x_2 \approx -12{,}73$, то есть, результат, совершенно абсурдный. Получается, вслед за поставкой продукции каждый из участников должен направить в адрес партнера сумму денежных средств. Конечно, неработоспособна такая система, причем мы ведь подытоживаем происходящий процесс как бы за практически произвольные промежутки времени, а значит, весьма вероятна реализация продемонстрированной коллизии, о чем выше упоминалось. С другой стороны, уже вскоре ситуация может поменяться в сторону преимущества 2-го участника, вследствие чего баланс интересов (но не текущих оплат) компенсируется. В этой связи очень эффективны, по нашему мнению, механизмы взаимозачета, способствующие стабилизации экономической системы путем подведения периодически баланса (и результирующих оплат) с использованием, что следует подчеркнуть, простейшей арифметической операции.

Вновь обращаясь к (10) заметим, что каждый из участников знает все компоненты «своего» неравенства, а значит, вопреки рыночному инстинкту, способен оценить опасность чрезмерно низкой выручки партнера. Здесь следует учесть, нарушение (10) не обязательно приведет к отрицательной стоимости, как в нашем примере. Вместе с тем – это признак неэффективности экономической системы, поскольку сумма частей стоимости (см. (7)) оказывается больше целого, в данном случае,– единицы. Один из участников (или оба) продают партнеру продукцию по цене, более высокой, чем стороннему потребителю (в общем, спекуляция).

Кстати, когда

$$a_{11} + a_{21} = a_{12} + a_{22} = 1,$$

в (14) определитель $\Delta = 0$ и с помощью формул (13) получаем $x_1, x_2 \to \infty$ (вектор $c \neq 0$, см. (5)), иначе говоря, нет конечных стоимостей, при которых может быть достигнут баланс интересов сторон. Даже приближаться к подобной ситуации опасно. Наконец, нарушение условий (7), и соответственно (9), в крупном размере легко представить, если количество участников n является достаточно большим. Подразумевается суммирование сравнительно незначительных наценок в пользу i-го участника.

Обращаясь к (11), мы видим, что для участников может быть выгодным достоверно раскрыть друг другу значения коэффициентов a_{ij}, поскольку в таком случае они получают возможность оптимизации своей деятельности. В частности, подразумевается выведение на ликвидный уровень цен продукции для внешнего потребителя путем разнесения во времени собственных затрат, включая ремонтные работы. Конечно, такие взаимоотношения присущи организациям кластерного типа, в которых на основе обмена информацией участники совместно противодействуют угрозам внешнего окружения.

Иначе говоря, конкуренция участников, переставая быть, в первую очередь внутренней, переносится на межсистемный уровень. Однако мы подошли к вопросу о регулировании кластерной деятельности, подразумевающему координацию действий участников. С расчетно-теоретической точки зрения, регулирование, в первую очередь, предусматривает адаптивность реакции вектора на вариации параметров системы (4).

И здесь становится актуальной еще одна закономерность финансовых потоков, проявляющаяся, когда размер матрицы A, см. (3), $n > 2$. Матрица A неразложима, то есть, перестановкой строк и столбцов ее нельзя привести к виду

$$\begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ 0 & A_3 \end{bmatrix}, \tag{15}$$

где на главной диагонали располагаются квадратные матрицы A_1, A_3 (см., в частности [2, с. 28 – 29]).

Существует простая проверка матриц на неразложимость, если представить участников точками на плоскости, которые после обозначения платежей векторами, превращаются в вершины орграфа. Неразложимость достигается, когда, двигаясь по направлениям векторов, можно попасть в любую из вершин [3, с. 129-130]. В противном случае матрица является разложимой.

Анализ положений теорем Перрона – Фробениуса привел нас к выводу о том, что условием возможности эффективно регулировать экономическую систему является неразложимость соответствующей матрицы A [4, п. 4.1]. Данное свойство имеет структурный характер, будучи обусловлено расположением нулевых элементов матрицы. То есть, размеры платежей значения не имеют. Поэтому целесообразным является искусственное устройство малых потоков платежей (информационные услуги и т. п.) в целях реализации фактора неразложимости (15).

И еще очень важная закономерность, которую сообщает матричный анализ экономической системе, связана с устойчивостью ее функционирования. Подразумевается, что малые возмущения параметров должны адекватно влиять на результирующие характеристики. Так, система линейных алгебраических уравнений

$$Bx = c, \tag{16}$$

(аналог (12)); здесь B – невырожденная матрица с элементами

$$b_{ij},\ i,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n,$$

даже в случае невысокого порядка n может обладать неустойчивостью, которую определяет число обусловленности

$$cond\,(B) = \max_x \frac{\|Bx\|}{\|x\|} / \min_x \frac{\|Bx\|}{\|x\|},$$

где $\|x\| = \sum_{i=1}^{n} |x_i|$ играет роль множителя в увеличении исходного возмущения [5, с. 54 – 61]. Если $cond(B)$ невелико, матрица B – хорошо обусловлена, и наоборот.

С целью иллюстрации данного положения интерпретируем приведенный авторами [5] пример следующим образом. Для производства 1-й смеси (например, строительной) требуется 4,1 т продукта 1 и 2,8 т продукта 2. Для производства 2-й смеси требуется 9,7 т продукта 1 и 6,6 т продукта 2. Стоимость совокупностей продуктов 1-й смеси – 4,11 тыс. грн; 2-й – 9,7 тыс. грн. Необходимо определить стоимости x_1, x_2, тыс. грн / т продуктов соответственно 1, 2.

Задача сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений (16), а именно:

$$\begin{cases} 4{,}1x_1 + 2{,}8x_2 = 4{,}11; \\ 9{,}7x_1 + 6{,}6x_2 = 9{,}70 \end{cases} \tag{17}$$

(как можно заметить, здесь баланс понимается в ином смысле нежели (1)). По правилу Крамера, аналогично (12) – (14), получаем x_1 = 0,34 тыс. грн / т; x_2 = 0,97 тыс. грн/т. Казалось бы – что же здесь необычного?

Суть в следующем, пусть стоимость 1-й смеси ничтожно уменьшилась, составив 4,1 тыс. грн., все остальные параметры остались без изменений. Тогда вместо (17) получаем систему уравнений

$$\begin{cases} 4{,}1x_1 + 2{,}8x_2 = 4{,}1; \\ 9{,}7x_1 + 6{,}6x_2 = 9{,}7, \end{cases}$$

причем ее решение x_1 = 1 тыс. грн / т; x_2 = 0, с одной стороны, кардинально преобразилось; с другой,– полностью утрачен предметный смысл (нулевая стоимость). Причина в том, что $cond(B)$ = 2249,4. Кто в рыночной экономике отслеживает такого рода коллизии, какие по ним предпринимаются меры? И, вообще, где можно прочитать, что они хотя бы осознаются?

Лишь слегка более абстрактный пример, представляющийся также весьма показательным. Вычисление определителя $det(B)$, где

$$B = \begin{bmatrix} -73 & 78 & 24 \\ 92 & 66 & 25 \\ -80 & 37 & 10 \end{bmatrix},$$

рассмотрели авторы [6, с. 12 – 13]. Плохая обусловленность такой задачи вытекает из следующего. Пусть матрица

$$E = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10^{-2} \end{bmatrix},$$

тогда $det(B + E) = -118{,}94$, однако, на самом деле $det(B) = 1$. Иначе говоря, если накопление ошибок округления будет соответствовать малому возмущению матрицей E, то результаты вычислений окажутся совершенно бесполезными. А соответственно и деятельность соответствующей B экономической системы.

Весьма интересен пример для матрицы

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1+2\gamma & 1 \\ 1 & 1-2\gamma \end{bmatrix}, \qquad \mathbf{(18)}$$

где $\gamma^2 \approx \varepsilon$, ε – единичная ошибка округления в компьютерной памяти, [7, с. 49 – 50]. Оказывается, если к матрице B_1 прибавить матрицу $3\gamma^2 I$, то ее наименьшее собственное значение μ_1, равное $-2\gamma^2$, возрастет до величины γ^2. Причем, никакой метод не способен вычислить μ_1 точнее без повышения разрядности. Вариация любого из элементов матрицы (18) в гораздо большей степени сказывается на величине μ_1.

Заметим, что взаимосвязь собственных значений μ матриц, при которых решение уравнения

$$\mu x - Bx = 0$$

является нетривиальным, с поведением соответствующих им экономических систем – весьма актуальная тема, имеющая множество предметных приложений. Иначе говоря, здесь свои закономерности алгебраического характера [4].

Наряду со сказанным выше, матрица

$$B_2 = \begin{bmatrix} 2 & \gamma^2 \\ \gamma^2 & -2\gamma^2 \end{bmatrix}$$

имеет приблизительно такой же спектр собственных значений, как B_1. Если к матрице B_2 прибавить ту же матрицу $3\gamma^2 I$, то в элемент b_{22} вносится очень большая относительная ошибка. И, тем не менее, она в точности соответствует погрешности, с которой находится μ_1. Данное обстоятельство объясняется тем, что B_2 представляет собой пример специального класса матриц, называемых градуированными. Меньшие элементы таких матриц располагаются относительно главной диагонали выше больших. Развитие данной темы содержится в нашей работе [4, п. 4.1].

В завершение настоящей статьи, посвященной использованию аппарата матричного анализа (или же закономерностей, которым подчиняются числовые соотношения) для обеспечения эффективного функционирования экономических систем, хотелось бы привести соображения эвристического толка [8]. Каким образом оценить состояние предприятия на текущий момент и в среднесрочной перспективе под углом зрения таких критериев как конкурентоспособность, рентабельность, ликвидность?

Конечно, должны учитываться разноплановые факторы, включая технологическую оснащенность, энергоэффективность, маркетинговый потенциал и другие. Вместе с тем, главенствующая роль отводится показателям финансовой деятельности предприятия, что является как бы само собой разумеющимся. Получение на основании специальной обработки этих показателей соответствующих выводов и рекомендаций является прерогативой целой дисциплины – финансового анализа (ФА). В этой сфере существует ряд направлений, отличающихся как выбором наиболее представительных показателей, так и обработкой информации, освещение которых представляет собой отдельную тему.

И здесь мы исходим из, казалось бы, тривиального утверждения о том, что ФА трактует предприятие в качестве субъекта. Что в данном случае подразумевается, и какая трактовка еще могла бы быть? Поясним на примере такого субъекта, как обычный школьник. Родители судят о нем по дневнику, поведению, показателям медицинского контроля и т. п.– это все с позиций субъекта. Причем такого рода исследование школьника можно как угодно углублять, заниматься этим круглые сутки. Однако родители внимательно смотрят еще, каким образом школьник расположен в социальной системе. Подразумевается, что приятели могут быть не подходящими. Иначе говоря, рассматривают школьника в качестве не только лишь субъекта, но и как элемент социальной системы. Развивая подобные соображения, мы неизбежно приходим к выводу: ФА оценивает предприятие «по дневнику».

Наверное, понятно – мы призываем оценивать состояние субъекта под углом зрения финансовых потоков, которые могут быть благоприятны, или же наоборот – создавать весьма негативные эффекты. Причем следует подчеркнуть, в реальной ситуации эти эффекты совсем не экзотичны. Напротив, для их осуществления имеется множество предпосылок. Можно сделать вывод о том, что экономическая деятельность находится под своего рода роком финансовых потоков (или же, это прессинг), существование которого не осознается. Иначе говоря, потоки «ходят» вдоль технологических цепочек, а механизм реализации данного процесса, в штатном режиме, диктует алгебра. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беллман Р.** Введение в теорию матриц / Р. Беллман. – М. : Наука, 1969. – 367 с.

2. **Моришима М.** Равновесие, устойчивость, рост (Многоотраслевой анализ) / М. Моришима. – М. : Наука, 1972. – 279 с.

3. **Воеводин В. В.** Матрицы и вычисления / В. В. Воеводин, Ю. А. Кузнецов. – М. : Наука, 1984. – 318 с.

4. **Чернышов С.** Скрытые закономерности финансовых потоков: системный подход в аспектах идентификации и регулирования / С. Чернышов, Е. Перчик [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.ttr.com.ua (17.04.2012)

5. **Форсайт Дж.** Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. – М. : Мир, 1980. – 279 с.

6. **Грегори Р.** Безошибочные вычисления. Методы и приложения / Р. Грегори, Е. Кришнамурти. – М. : Мир, 1988. – 208 с.

7. **Парлетт Б.** Симметричная проблема собственных значений. Численные методы / Б. Парлетт – М. : Мир, 1983. – 382 с.

8. **Chernyshov S.** Predicting Global Economic Crises: New Scientific Approach / S. Chernyshov // World Finance Review, December 2011, p. 46 – 47.