

В. А. Чурюкин, канд. техн. наук, доц.,
В. Б. Чернов, д-р экон. наук, доц.
Южно-Уральский госуниверситет, Челябинск

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматриваются подходы к оценке экономической устойчивости предприятия как вероятности попадания значения стоимости предприятия в целевую область за заданное время. Стоимость предприятия определяется доходным методом, а её изменение моделируется с помощью дискретного Марковского случайного процесса.

В долгосрочной перспективе в качестве одной из основных целей деятельности предприятия можно рассматривать приращение его рыночной стоимости. Объективно существующая и принципиально неустранимая неопределенность оказывает возмущающее воздействие на движение предприятия к данной цели. Прогнозируя возможные экономические результаты функционирования предприятия, необходимо как можно более корректно прогнозировать устойчивость предприятия, то есть определять возможность предприятия достигать намеченных целей.

В теории и практике исследования хозяйственной деятельности предприятия имеется проблема достоверного прогнозирования его экономической устойчивости, которая, на наш взгляд, разработана недостаточно глубоко. Прогнозирование устойчивости предполагает формулировку цели, выбор и обоснование показателя устойчивости, вычисление значений выбранного показателя для заданных условий и стратегии.

Под *экономической устойчивостью предприятия относительно цели* функционирования или развития понимается свойство предприятия за определенное время в условиях неопределенности достигать поставленной цели. Признаком устойчивости является попадание значений стоимости предприятия в область цели, а количественным показателем такой устойчивости – вероятность достижения цели за заданное время.

По нашему мнению, категория «экономическая устойчивость промышленного предприятия относительно цели» является более информативной, нежели категория устойчивости, понимаемая как способность системы возвращаться в состояние равновесия при внешних возмущающих воздействиях. Вероятность достижения цели за заданное время может принимать значение от 0 до 1, в то время как способность системы возвращаться в исходное состояние оценивается только двумя значениями: система либо способна возвращаться в исходное состояние, либо не способна.

Стоимость предприятия будем оценивать с помощью доходного подхода, при котором она рассчитывается на основе прогнозных показателей денежных потоков. Для оценки стоимости предприятия важно не только, какой средний доход будет получен предприятием за определенное время, но и насколько стабильно этот доход будет получен. Причиной нестабильности доходов является начальная неопределенность. В свою очередь причинами неопределенности являются незнание, случайность и расплывчатость протекания хозяйственных явлений и процессов.

Экономическая устойчивость — это свойство предприятия как целостного объекта достигать цель. Следовательно, устойчивость — это внешнее проявление внутренних свойств самого объекта. Основа экономической устойчивости заложена внутри предприятия и появляется

при взаимодействии с внешними и внутренними возмущениями, не учтенными в модели функционирования предприятия. Для того чтобы повысить устойчивость, необходимо совершенствовать предприятие изнутри.

На первом этапе построения модели для прогнозирования устойчивости необходимо выбрать соответствующее цели исследование, а именно фазовое пространство состояний предприятия. Под *состоянием предприятия* понимается такая совокупность параметров, характеризующая функционирование предприятия, которая однозначно определяет его последующие изменения (приращение стоимости).

Из всех состояний, в которых может находиться предприятие, выделяем множество $G = \{S\}$ таких состояний, которые различаются по уровню генерируемого в этом состоянии денежного потока. Множество G назовем фазовым пространством системы. Состояния S_1, S_2, \dots, S_m могут описываться качественно (например, S_1 — благополучное состояние предприятия, S_2 — относительно благополучное, ..., S_m предельно неблагополучное состояние) или количественно, когда каждое состояние характеризуется случайной величиной или случайным вектором экономических показателей. В зависимости от решаемых задач выбираются различные фазовые пространства состояний системы. Размерность и свойства пространства зависят от выбранной расчетной схемы.

С течением времени на предприятии происходят различные изменения. Поэтому, если в момент времени t_1 состояние системы описывалось точкой (вектором) S_1 , то в момент времени $t_2 > t_1$ состоянию системы может соответствовать точка S_2 . Если обозначить через $S(t) \in G$ состояние системы в момент времени t , то последовательность состояний $S(t)$, $t \geq 0$ можно рассматривать как траекторию случайного процесса, протекающего в фазовом пространстве состояний предприятия G , а движение системы можно трактовать как процесс блуждания системы по множеству состояний S .

На втором этапе построения экономико-математической модели конкретизируется случайный процесс изменения состояний предприятия в зависимости от внешних и внутренних возмущений. Возмущения характеризуются векторным процессом $B(t)$, где

B — вектор возмущения из соответствующего пространства возмущений. В общем виде состояние предприятия определяется по уравнению

$$S = H[B], \quad (1)$$

где H — некоторый оператор, реализующий выбранную расчетную схему, метод расчета и включающий начальные условия.

В результате конкретизируется случайный процесс $S(t)$, описывающий эволюцию предприятия на временном отрезке $[t_0, t_n]$, где t_0, t_n — начальное и конечное время прогнозного периода.

Когда определено фазовое пространство $G = \{S\}$ и в нем задан случайный процесс $S(t)$, описывающий эволюцию предприятия во времени, то следующим третьим этапом является определение прогнозируемого денежного потока и стоимости предприятия доходным методом¹. В общем случае связь между вектором состояний и денежным потоком CF имеет вид

$$CF = L[S], \quad (2)$$

где оператор L считаем заданным.

Оператор L определен на процессе $S(t)$, если каждой траектории $S(t)$ ставится некоторый денежный поток $L[S]$.

Наращенная сумма денежного потока за установленный период определяет стоимость предприятия C_T . Множество значений C_T , удовлетворяющих цели, образует область цели Π . Считаем, что множество Π включает граничное значение Γ_6 . Признаком экономической устойчивости предприятия является попадание значения C_T в область цели Π , а показателем устойчивости — вероятность достижения предприятием цели.

Изменение состояний под воздействием случайных факторов моделируем с помощью дискретного Марковского случайного процесса. Случайный процесс с дискретным состоянием называется Марковским, если все вероятностные характеристики процесса в будущем зависят от того, в каком состоянии

¹ См.: Валдайцев С.В. Оценка бизнеса и управление стоимостью предприятия: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 720 с.

этот процесс находится в настоящий момент, и не зависит от того, каким образом этот процесс протекал в прошлом, то есть мы имеем дело с процессом без последствия или простой цепью Маркова.

Если принять, что переходы системы из состояния в состояние возможны только в определенные моменты времени, то моделируемую систему случайный процесс называется процессом с дискретным временем. В экономических расчетах удобно использовать процесс с дискретным временем, так как параметры экономических систем измеряются, как правило, в дискретные моменты времени.

Длительность этапа t_j назначается с учетом следующих условий:

- денежные потоки соседних этапов (CF_i и CF_{i+1}) должны быть независимыми;
- вероятность нескольких реализаций одного неблагоприятного воздействия V_i на этапе должна быть малой величиной, которой можно пренебречь.

Первое условие ограничивает минимальное значение длительности этапа $t_j \min$, второе условие ограничивает максимальную длительность этапа $t_j \max$.

Если время этапа, определенное по второму условию, окажется меньше длительности этапа, определенное по первому условию $t_j \max < t_j \min$, то длину этапа принимают равной $t_j \min$. Длину этапа допускается увеличивать для согласования с отчетными периодами, принятыми на предприятии (месяц, квартал, год). При значительном увеличении t_j необходимо вносить корректировки в расчеты, связанные с возможностью нескольких реализаций одного воздействия V_i на длине одного этапа.

Для описания случайного процесса, протекающего в системе с дискретными состояниями, пользуются вероятностями состояний $P_1(k), P_2(k), \dots, P_m(k)$, где $P_i(k)$ ($i=1, 2, \dots, m$) – вероятность того, что на этапе k система находится в состоянии S_i ($i=1, 2, \dots, m$).

Рассмотрим определение вероятностей состояния предприятия с помощью Марковского процесса с дискретными состояниями и дискретным временем. Марковская цепь задается вектор-строкой начальных, «стартовых» состояний системы

$$P_{\langle m \rangle}(0) = \langle P_1(0), P_2(0), \dots, P_m(0) \rangle \quad (3)$$

и матрицей переходных вероятностей

$$\Pi_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mm} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Для задания начального состояния существуют два способа: детерминированный (неслучайный) и случайный. В первом способе из каких-либо соображений (требований к системе, условий эксплуатации) выбирается одно начальное состояние, вероятность которого равна единице. Во втором способе на основе наблюдений устанавливаются вероятности стартовых состояний $P_i(0)$, $i = 1, \dots, m$. Очевидно, если одна из вероятностей будет равна единице, то остальные также будут равны нулю, и случайный способ задания начальных вероятностей переходит в детерминированный.

Переходные вероятности могут быть как неизменными на всех этапах, в этом случае Марковская цепь называется однородной, так и переменными. Все вероятности являются условными, так как каждое из них связано с определенным состоянием. Вероятности состояний системы после первого этапа определяются как произведение вектора начальных вероятностей на матрицу перехода:

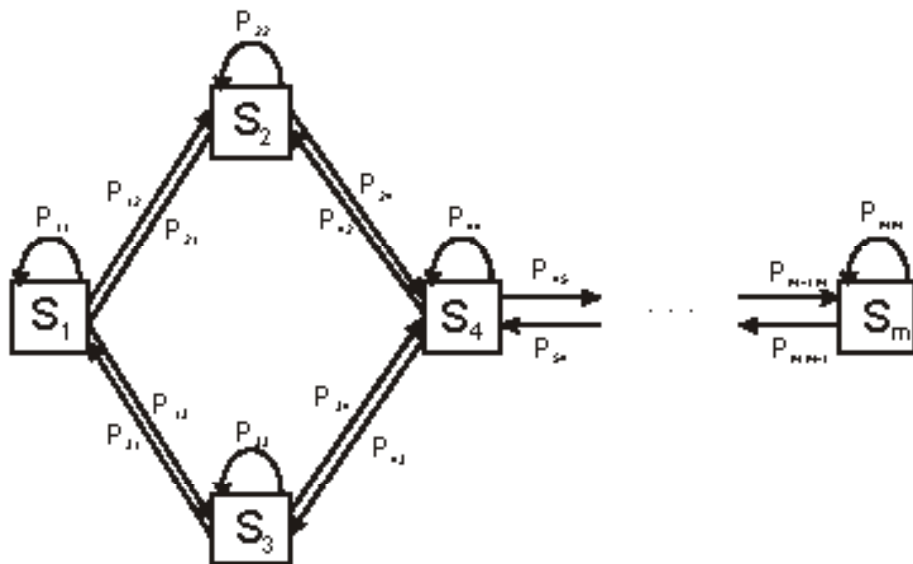
$$P_{\langle m \rangle}(1) = P_m(0) \Pi_{01}. \quad (5)$$

Вероятности состояний системы после k -го этапа:

$$P_{\langle m \rangle}(k) = P_m(k-1) \Pi_{k-1 k}. \quad (6)$$

Выражение (6) для произвольной размерности вектора и матрицы является уравнением Колмогорова-Чемпена. Эти уравнения относятся к классу рекуррентных соотношений, позволяющих вычислить вероятности состояний Марковского случайного процесса на любом шаге при наличии информации о предшествующих состояниях.

Функционирование предприятия можно представить в виде ориентированного взвешенного графа переходов (см. рисунок).



Пример графа переходов

Вершины графа обозначают состояние системы, а стрелки указывают направление возможных переходов из состояния в состояние. Возле каждой стрелки указывается соответствующая вероятность перехода.

Для определения прогнозируемого денежного потока дадим вероятностям перехода P_{ij} оценку d_{ij} , являющуюся прогнозным значением денежного потока, генерируемого предприятием на данном этапе при переходе из состояния i в состояние j ². Оценивание переходов с помощью переходных вероятностей и генерируемых на этих переходах значений денежных потоков позволяет оценить не только сами значения денежного потока и оптимизировать его, но и оценить разброс значений этого потока. Сумму значений денежных потоков на всех переходах рассматриваемого этапа определяет денежный поток на данном этапе:

$$CF_{\langle m \rangle}(i) = P_{\langle m \rangle}(i-1) \cdot \begin{bmatrix} P_{11}d_{11} & P_{12}d_{12} & P_{1m}d_{1m} \\ P_{21}d_{21} & P_{22}d_{22} & P_{2m}d_{2m} \\ P_{m1}d_{m1} & P_{m2}d_{m2} & P_{mm}d_{mm} \end{bmatrix},$$

где $CF_{\langle m \rangle}(i)$ – вектор значений денежного потока $CF_j(i)$ на i -том этапе.

²См.: Соколов Г.А., Чистякова Н.А. Теория вероятностей, управляемые цепи Маркова в экономике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 248 с.

Значения P_{ij} и d_{ij} могут быть как постоянными на всех этапах, так и переменными. Среднее значение денежного потока на i -том этапе равно

$$CF(i) = CF_1(i) + CF_2(i) + \dots + CF_m(i). \quad (8)$$

Среднее значение инвестиционной стоимости предприятия (наращенный доход за n этапов прогнозного периода и за постпрогнозный период) определяется по следующему выражению:

$$M[C_T] = \sum_{i=1}^n \frac{CF(i)}{(c + z_i)^i} + \frac{CF(n+1)}{z_{n+1} - q}, \quad (9)$$

где z_i – норма доходности на i -том этапе;
 $n = t_n / t_1$ – число рассматриваемых этапов в прогнозируемом периоде;
 t_n, t_1 – время прогнозного периода и длительность этапа;
 $CF(n+1)$ – среднее значение денежного потока доходов за первый год постпрогнозного периода;
 q – долгосрочные темпы роста денежного потока.

Анализ устойчивости предприятия сводится к отысканию закона распределения вероятностей стоимости предприятия (или его числовых характеристик), нахождению вероятности достижения цели, пользуясь

найденным законом распределения.

Закон распределения случайной величины стоимости предприятия является композицией законов распределения значений денежных потоков на этапах. Аппроксимируем закон распределения значений стоимости предприятия нормальным законом распределения. Дисперсия суммы $n+1$ некоррелированных значений денежных потоков, то есть дисперсия значений стоимости предприятия, равна сумме дисперсий значений денежных потоков на этапах:

$$D[C_T] = \sum_{i=1}^n \frac{D[CF(i)]}{(1+z_i)^{2i}} + \frac{D[CF(n+1)]}{(z_{n+1}-q)^2}, \quad (10)$$

где $D[C_T]$ – дисперсия значений стоимости предприятия;

$D[CF(i)]$ – дисперсия значений денежного потока на i -том этапе.

Для определения $D[CF(i)]$ представим значение денежного потока на i -ом этапе в j -ом состоянии $CF(i)$, полученное с учетом потоков вероятностей в виде

$$CF_j(i) = Q_j(i) P_j(i), \quad (11)$$

где $Q_j(i)$ — значение денежного потока генерируемого предприятием на i -ом этапе в j -том состоянии без учета вероятности реализации состояния.

Тогда дисперсия значений денежного потока будет определяться

$$D[CF(i)] = \sum_{j=1}^m [Q_j(i) - CF(i)]^2 p_j(i). \quad (12)$$

Вероятность достижения предприятием поставленной цели за заданное время t_n можно представить следующим образом:

$$P = p(C_T \in W), \quad (13)$$

где C_T – денежный поток, генерируемый предприятием за n этапов или за время t_n ;

W – область допустимых значений стоимости предприятия (область цели).

Искомую вероятность можно также определить по выражению

$$P = 1 - F(\Gamma_\sigma), \quad (14)$$

где $F(\Gamma_\sigma)$ – значение функции распределения денежного потока, генерируемого предприятием за n этапов или за время t_n , соответствующее границе допустимых значений области цели Γ_σ . Граница области цели может быть детерминированной или заданной функцией распределения.

Вывод об экономической устойчивости предприятия делается на основе сравнения полученного значения вероятности достижения цели с регламентируемым, а при отсутствии регламентируемых значений устойчивости — на основе субъективного решения.