

Управление риском экономической несостоятельности промышленного предприятия с разветвленной производственно-технологической структурой *

С. П. Строев¹

В работе представлены вероятностные модели оценки уровня риска экономической несостоятельности промышленного предприятия и эффективности антирисковых мероприятий.

Введение

Анализ и управление риском несостоятельности предприятия, как отмечается в ряде исследований [Бригхем и др., 1997, с. 477; Давыдова и др., 1999; Савицкая, 2005, с. 485], следует проводить на ранних стадиях, а именно на стадии экономической несостоятельности. Данная стадия обусловлена, прежде всего, неэффективным использованием имеющихся материальных ресурсов и характеризует финансовое состояние, когда доходы предприятия не покрывают его общие расходы. При высоком уровне риска экономической несостоятельности более реальными становятся возможности невыполнения предприятием производственного и финансового планов и, как следствие, увеличения риска банкротства.

В общем случае управление риском экономической несостоятельности заключается в проведении следующих этапов:

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 06-06-96305.

¹ 302026, Орел, ул. Комсомольская, д. 95, Орловский государственный университет, s.stroev@univ-orel.ru

- 1) анализ и идентификация основных факторов риска, связанных с деятельностью предприятия и оказывающих существенное влияние на величину возможных потерь;
- 2) оценка уровня риска экономической несостоятельности;
- 3) разработка антирисковых мероприятий и оценка их эффективности.

С позиции выделенных этапов известные модели оценки и прогнозирования риска несостоятельности зарубежных (Э. Альтман, Р. Таффлер, Р. Лис, Г. Тишоу) и отечественных (А. Ю. Беликов, Г. В. Давыдова, Я. Д. Вишняков) ученых реализуют только второй этап. Фактически данные модели играют роль «термометра», позволяющего определить финансовое состояние (здоровье) предприятия.

В данной статье автором приводятся модели управления риском экономической несостоятельности, реализующие все указанные выше этапы.

Основу предлагаемых моделей составляет следующая идея, определяющая механизм формирования риска экономической несостоятельности.

Производственно-технологическую структуру предприятия условно можно представить в виде совокупности технологических цепочек, состоящих из соединенных между собой производственных звеньев (подразделений). Риск экономической несостоятельности формируется, в основном, за счет двух групп причин, связанных с деятельностью каждого из выделенных звеньев.

Первая группа причин определяется, главным образом, возможностью неполной ресурсной обеспеченности деятельности звена. Данной группой причин обусловлен уровень привнесенного риска звена.

Уровнем привнесенного риска производственного звена будем называть уровень риска, формируемый такими факторами, управление, противодействие или учет которых не предусматривается в рамках системы управления данным звеном.

Вторая группа причин связана с возможностью невыполнения данным звеном производственного задания даже при условии его полной обеспеченности всеми необходимыми ресурсами. При этом формируется дополнительный риск, который будем называть собственным риском звена.

Уровнем собственного риска производственного звена называется уровень риска, формируемый факторами, внутренними для данного звена, а также внешними факторами, учет и управление которыми входит в обязанности менеджеров данного звена.

Тогда управление риском экономической несостоятельности предприятия заключается в снижении, прежде всего, уровня собственного риска каждого производственного звена.

1. Модели управления риском отдельного производственного звена

Уровень риска экономической несостоятельности, в соответствии с механизмом его формирования, является агрегированной величиной, зависящей от уровней привнесенного и собственного риска каждого производственного звена. Для получения количественных оценок уровней этих рисков необходимо оценить возможности отклонения основных производственных показателей от их плановых значений.

Уровень привнесенного риска зависит от величины потерь звена, обусловленных, прежде всего, возможной ресурсной необеспеченностью.

В работе [Секерин, 2006] с использованием теории производственных функций, методов экспертного оценивания и статистических испытаний получено следующее выражение для оценки уровня привнесенного риска:

$$R^1 = 1 - E \left(\min_{1 \leq i \leq n} \left(X_i / X_i^0 \right) \right), \quad (1)$$

где $E(\cdot)$ — математическое ожидание, X_1, X_2, \dots, X_n — случайные величины, значения которых определяют объемы используемых ресурсов; $X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0$ — плановые значения этих объемов. При этом считалось, что деятельность звена описывается производственной функцией Леонтьева [Клейнер, 1986, с. 91], предназначенной для моделирования строго детерминированных технологий и описания мелкомасштабных производственных объектов.

Недостаток данной модели заключается в том, что сл. величина X_i , $i = 1, 2, \dots, n$, должна иметь нормальное распределение. В работе [Строев, 2007] построено новое правило оценки $E(\min_{1 \leq i \leq n} (X_i / X_i^0))$, позволяющее устранить указанный недостаток.

Уровень собственного риска зависит от величины потерь звена, обусловленных проявлением факторов риска данного звена. В работе [Секерин и др., 2006] на основе использования метода анализа иерархических систем [Саати, 1993] и метода построения агрегированного показателя получена следующая формула для оценки уровня собственного риска:

$$R^2(z) = f(z) / S^0. \quad (2)$$

Здесь $f(z)$ — функция, позволяющая оценить ожидаемое значение величины возможных потерь звена в предстоящем производственном цикле, обусловленных проявлением факторов собственного риска, в зависимости от объема средств z , выделяемых на проведение антирисковых мероприятий; S^0 — плановая стоимостная оценка выходного материально-денежного потока данного звена. Если антирисковые мероприятия не проводятся, т. е. $z = 0$, то формула (2) запишется в виде:

$$R^2(0) = f(0) / S^0. \quad (3)$$

В соответствии с принципом разделения стартового и финального уровня риска [Качалов, 2002, с. 35], выражение (3) представляет собой стартовый уровень собственного риска звена, а выражение (2) — финальный.

Управление собственным риском звена заключается в проведении антирисковых мероприятий, направленных на снижение интенсивности проявления факторов риска данного звена. В работе [Секерин и др., 2006] построена следующая модель оценки эффективности антирисковых мероприятий:

$$U(z) = [f(0) - f(z)] - z = S^0 (R^2(0) - R^2(z)) - z.$$

Здесь $[f(0) - f(z)]$ — объем предотвращаемых потерь. Если для данного значения z величина $U(z)$ является положительной, то антирисковые мероприятия считаются эффективными.

2. Модели управления риском экономической несостоятельности промышленного предприятия

Как уже отмечалось выше, уровень риска экономической несостоятельности R является агрегированной величиной, зависящей от уровней приведенного R^1 и собственного R^2 риска каждого производственного звена. Поэтому естественно предположить, что конечный вид формулы для оценки уровня риска R определяется на основании структуры внутривнутрипроизводственных связей, существующих между звеньями.

В общем случае производственно-технологическая структура предприятия может состоять из единственной последовательной технологической цепочки, множества взаимно пересекающихся технологических цепочек.

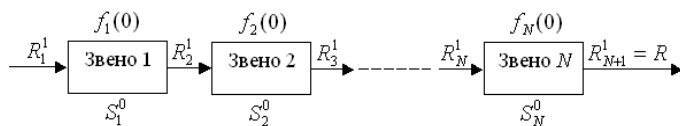


Рис. 1. Схема последовательной технологической цепочки

Схема технологической цепочки, состоящей из N последовательно соединенных производственных звеньев, приведена на рисунке 1.

С деятельностью каждого звена связаны следующие величины: уровень привнесенного риска R_i^1 , величина возможных потерь $f_i(0)$, плановая стоимостная оценка выходного материально-денежного потока S_i^0 , $i = 1, 2, \dots, N$.

Тогда, как следует из формулы (3), стартовый уровень собственного риска каждого производственного звена равен $R_i^2 = f_i(0) / S_i^0$. Величина R , равная уровню риска потерь данной технологической цепочки R_{N+1}^1 , является оценкой уровня риска экономической несостоятельности предприятия в предстоящем производственном цикле.

Так как производственные звенья соединены последовательно и выходной материально-денежный поток предыдущего звена является входным для последующего, то для величин R_i^1 , $f_i(0)$, S_i^0 и R выполняются следующие соотношения:

$$R_{i+1}^1 = 1 - \left(1 - R_i^1\right) \left(1 - f_i(0) / S_i^0\right), \quad i = 1, 2, \dots, N - 1, \quad (4)$$

$$R = 1 - \left(1 - R_N^1\right) \left(1 - f_N(0) / S_N^0\right). \quad (5)$$

Здесь R_{i+1}^1 является одновременно уровнем риска потерь i -го звена и уровнем привнесенного риска для $(i + 1)$ -го звена.

Подставляя последовательно выражение (4) в (5), получим следующую формулу для оценки стартового уровня риска экономической несостоятельности предприятия в предстоящем производственном цикле:

$$R = 1 - (1 - R_1^1) \prod_{i=1}^N (1 - f_i^0 / S_i^0).$$

Здесь для оценки уровня привнесенного риска R_1^1 и ожидаемого значения величины возможных потерь каждого звена f_i^0 следует воспользоваться моделями, построенными в работах [Строев, 2007; Секерин и др., 2006], соответственно. Величины S_i^0 считаются известными.

Пусть $z = \begin{pmatrix} z^1, z^2, \dots, z^N \end{pmatrix}$ — вектор, каждая компонента которого оп-

ределяет объем средств, выделяемых на проведение антирисковых мероприятий по снижению интенсивности проявления факторов собственного риска соответствующего звена. Тогда получим следующую формулу для оценки финального уровня риска экономической несостоятельности:

$$R = 1 - \left(1 - R_1^1\right) \prod_{i=1}^N \left(1 - f_i^i(z) / S_i^0\right).$$

В дальнейшем, во избежание путаницы, стартовый уровень риска экономической несостоятельности обозначим R^0 , а финальный — R^z .

Для оценки эффективности антирисковых мероприятий необходимо найти разность между величиной предотвращаемых потерь и объемом сделанных затрат:

$$U(z) = S^0 \left(R^0 - R^z \right) - z, \quad (6)$$

где S^0 — плановое значение стоимостной оценки выручки. Как и ранее, если для данных значений компонент вектора $z = \begin{pmatrix} z^1, z^2, \dots, z^N \end{pmatrix}$ величина

$U(z)$ является положительной, то антирисковые мероприятия следует считать эффективными.

На основании выражения (6) могут быть сформулированы следующие оптимизационные задачи:

- 1) найти объем средств, выделяемых на проведение антирисковых мероприятий, позволяющий получить максимальную эффективность.

При этом предполагается, что предприятие располагает достаточным объемом средств;

- 2) пусть предприятие располагает ограниченным объемом средств Z_0 на проведение антирисковых мероприятий. Найти оптимальное распределение данных средств среди всей совокупности факторов риска, позволяющее получить максимальную эффективность.

В общем случае сформулированные задачи являются задачами нелинейного программирования, для решения которых могут быть использованы методы условной оптимизации. С вычислительной точки зрения, однако, целесообразно свести каждую из данных задач к задачам динамического программирования и воспользоваться принципом оптимальности Беллмана [Беллман, 1960, с. 105].

Следует, однако, отметить, что с экономической точки зрения поиск решения сформулированных задач методами условной оптимизации целесообразно проводить лишь в том случае, если затраты на антирисковые мероприятия являются непрерывными величинами. В противном случае поиск оптимального решения данных задач, скорее всего, придется осуществлять методом простого перебора всевозможных вариантов распределения средств.

Рассмотрим теперь разветвленную производственно-технологическую структуру предприятия.

Данная структура характеризуется следующими признаками:

- 1) множеством взаимно пересекающихся технологических цепочек;
- 2) множеством производственных циклов, имеющих различную продолжительность;
- 3) входной материально-денежный поток звена формируется выходными потоками звеньев предшествующих данному звену в технологической цепочке и потоками звеньев других технологических цепочек.

Как видно из данных характеристик, управление риском экономической несостоятельности в случае разветвленной производственно-технологической структуры является более сложной задачей, чем для производственно-технологической структуры, состоящей из единственной последовательной технологической цепочки. Тем не менее, эта задача может быть сведена к задаче управления риском экономической несостоятельности последовательной технологической цепочки. Для этого необходимо реализовать следующие этапы:

- 1) для каждого звена выделить внутрипроизводственные связи с другими звеньями и соответствующие этим связям входные и выходные потоки, т. е. определить структуру каждой технологической цепочки;

- 2) для звеньев каждой технологической цепочки рассчитать с помощью выражений (1) и (3) уровни привнесенного и собственного риска;
- 3) оценить уровень риска потерь каждой технологической цепочки;
- 4) привести найденные уровни рисков потерь к одному моменту времени.

Поскольку подробное графическое представление разветвленной производственно-технологической структуры требует значительного массива обозначений, что затруднит дальнейшее изложение, то приведем условную схему структуры одной типичной технологической цепочки, определяемой внутрипроизводственными связями составляющих ее звеньев (рис. 2).

На данной схеме представлены последовательная технологическая цепочка, состоящая из N производственных звеньев, заготовительное звено, осуществляющее материально-техническое снабжение деятельности звеньев, звено технического обслуживания, проводящее ремонт и текущее обслуживание оборудования, сбытовое звено, занимающее реализацией готовой продукции. Опишем основные величины, связанные с деятельностью каждого компонента данной схемы.

С деятельностью заготовительного звена связаны величины:

$$R_{3аг.}^1 = \left(R_{3аг./1}^1, \dots, R_{3аг./N}^1 \right), f_{3аг.}(0) = \left(f_{3аг./1}(0), \dots, f_{3аг./N}(0) \right),$$

$$S_{3аг.}^0 = \left(S_{3аг./1}^0, \dots, S_{3аг./N}^0 \right) \text{ — векторы размерности } N.$$

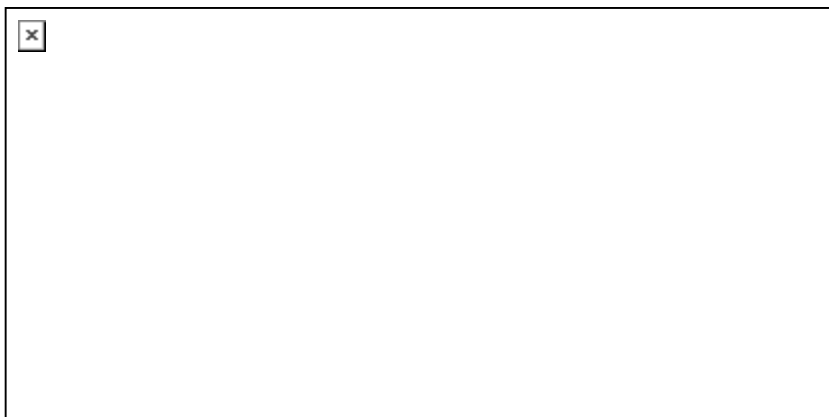


Рис. 2. Схема разветвленной технологической цепочки

При этом, $R_{3аз./i}^1$, $f_{3аз./i}^0(0)$, $S_{3аз./i}^0$ определяют уровень привнесенного риска, величину возможных потерь, плановую стоимостную оценку выходного материально-денежного потока и обусловлены необходимостью снабжения деятельности i -го звена, $i = 1, 2, \dots, N$. Дополнительно деятельностью заготовительного звена генерируются уровни рисков $r_{3аз./i}^1$, $r_{3аз./Сб.}^1$, являющиеся уровнями привнесенного риска для соответствующих звеньев. При этом верны соотношения

$$r_{3аз./i}^1 = 1 - \left(1 - R_{3аз./i}^1\right) \left(1 - f_{3аз./i}^0(0) / S_{3аз./i}^0\right),$$

$$r_{3аз./Сб.}^1 = 1 - \left(1 - R_{3аз./Сб.}^1\right) \left(1 - f_{3аз./Сб.}^0(0) / S_{3аз./Сб.}^0\right).$$

С деятельностью звена технического обслуживания и сбытового звена связаны величины $R_{Обс.}^1$, $f_{Обс.}^0(0)$, $S_{Обс.}^0$, $r_{Обс./i}^1$ и $f_{Сб.}^0(0)$, $S_{Сб.}^0$, соответственно, смысл и структура которых аналогичны соответствующим величинам заготовительного звена. Для сбытового звена одним из уровней привнесенного риска является уровень риска $r_{N/Сб.}^1$, обусловленный деятельностью по подготовке к реализации продукции соответствующей технологической цепочки.

С i -м производственным звеном технологической цепочки, как и ранее, связаны величины: уровень привнесенного риска — r_i^1 , величина

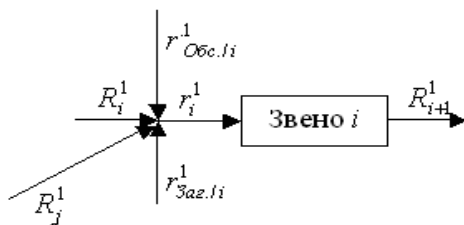


Рис. 3. Внутрипроизводственные связи отдельного звена

возможных потерь — $f_i(0)$, плановая стоимостная оценка выходного материально-денежного потока — S_i^0 , уровень риска потерь — R_{i+1}^1 . Однако, как уже отмечалось выше, в данном случае входной материально-денежный поток для любого звена формируется выходными потоками нескольких звеньев, а именно: заготовительного звена, звена технического обслуживания, звеньев как предшествующих, так и входящих в другие технологические цепочки (рис. 3).

Следовательно, уровень привнесенного риска r_i^1 является *агрегированной* величиной, зависящей от уровней риска $r_{Заг./i}^1$, $r_{Обс./i}^1$, R_i^1 и R_j^1 . В данной работе в качестве оператора агрегирования используется операция *максимума*, т. е. $r_i^1 = \max \left(r_{Заг./i}^1, r_{Обс./i}^1, R_i^1, R_j^1 \right)$. Это соотношение имеет следующую экономическую интерпретацию. Если с деятельностью звена связано несколько уровней привнесенного риска, то ресурсная обеспеченность данного звена составляет в точности $(1 - \max(\cdot))$ процентов.

Итак, для звеньев одной технологической цепочки, входящей в разветвленную производственно-технологическую структуру, описаны внутривидовые связи и определены соответствующие величины.

Во введенных обозначениях получим следующую итерационную схему для оценки уровня риска потерь R_{N+1}^1 одной технологической цепочки:

$$r_{Заг./1}^1 = 1 - \left(1 - R_{Заг./1}^1 \right) \left(1 - f_{Заг./1}(0) / S_{Заг./1}^0 \right),$$

$$r_{Обс./1}^1 = 1 - \left(1 - R_{Обс./1}^1 \right) \left(1 - f_{Обс./1}(0) / S_{Обс./1}^0 \right),$$

$$r_1^1 = \max \left(r_{Заг./1}^1, r_{Обс./1}^1, h_j \cdot R_j^1 \right),$$

$$r_{Обс./i}^1 = 1 - \left(1 - R_{Обс./i}^1 \right) \left(1 - f_{Обс./i}(0) / S_{Обс./i}^0 \right), i = 2, 3, \dots, N,$$

$$R_i^1 = 1 - \left(1 - r_{(i-1)}^1\right) \left(1 - f_{(i-1)}^0 / S_{(i-1)}^0\right), \quad r_i^1 = \max\left(r_{3az./i}^1, r_{Обс./i}^1, R_i^1, h_j \cdot R_j^1\right),$$

$$R_{N+1}^1 = 1 - \left(1 - r_N^1\right) \left(1 - f_N^0 / S_N^0\right).$$

Здесь R_j^1 — уровень риска потерь, обусловленный деятельностью звена j , входящего в другую технологическую цепочку, h_j — бинарная переменная, принимающая значение 1, если звено j связано со звеном i , и значение 0 в противном случае. В общем случае подобных уровней риска может быть несколько. При использовании данной схемы для оценки уровней риска потерь других технологических цепочек необходимо учитывать количество звеньев, входящих в эти цепочки.

Так как найденные уровни риска потерь, обозначим их общее число через C , в общем случае являются разновременными, то необходимо ввести поправочные коэффициенты $a_l > 0$, $l = 1, 2, \dots, C$, с целью приведения значений этих уровней рисков к одному моменту времени. Правило для определения данных поправочных коэффициентов является темой отдельного исследования.

Для оценки уровня риска экономической несостоятельности R воспользуемся формулой:

$$R = E \left[\frac{a_1 \left(S_1^0 - S_1 \right) + a_2 \left(S_2^0 - S_2 \right) + \dots + a_C \left(S_C^0 - S_C \right)}{a_1 S_1^0 + a_2 S_2^0 + \dots + a_C S_C^0} \right],$$

где S_l^0 и S_l — плановое и возможное значение стоимостной оценки выручки от реализации продукции l -го вида, причем $S_l \leq S_l^0$.

Тогда получим следующую формулу для оценки стартового уровня риска экономической несостоятельности предприятия:

$$R^0 = \sum_{l=1}^C a_l S_l^0 \cdot R_{C6./l}^1 / \sum_{l=1}^C a_l S_l^0.$$

Здесь $R_{Cб./l}^1$ – уровень риска потерь сбытового звена, обусловленный деятельностью по реализации l -го вида продукции и определяемый по формуле:

$$R_{Cб./l}^1 = 1 - \left(1 - f_{Cб./l}^0(0) / S_{Cб./l}^0 \right) \left(1 - \max \left(r_{Заг./Cб.}^1, r_{Обс./Cб.}^1, R_{L+1}^1, h_j \cdot R_j^1 \right) \right).$$

Финальный уровень риска экономической несостоятельности определяется аналогично.

Оценка эффективности антирисковых мероприятий при данной величине средств z сводится к определению знака выражения (6).

Поиск оптимального объема средств z , позволяющего получить максимальную эффективность от антирисковых мероприятий, проводится по каждой технологической цепочке отдельно.

Для решения задачи поиска оптимального распределения от ограниченного объема средств Z_0 предлагаются следующие методы:

- 1) метод перебора всевозможных вариантов распределения средств;
- 2) комбинирование метода перебора и методов динамического программирования (принцип оптимальности Беллмана).

Подобная неоднозначность, как уже упоминалось ранее, связана с тем, что затраты на проведение конкретных антирисковых мероприятий, как правило, являются фиксированными величинами, например, стоимостная оценка замены некоторого оборудования. Поэтому в случае нехватки данного объема средств некоторые мероприятия просто не проводятся.

Заключение

В статье представлены вероятностные модели оценки уровня риска экономической несостоятельности и эффективности антирисковых мероприятий для промышленного предприятия с разветвленной производственно-технологической структурой. Дальнейшее развитие работы связано с модификацией основных соотношений с целью учета специфики вида экономической деятельности анализируемого предприятия.

Литература

1. Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во ин. лит., 1960.
2. Бригем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент. Полный курс в двух томах. СПб.: Экономическая школа, 1997. Т. 2.

3. *Давыдова Г. В., Беликов А. Ю.* Методика количественной оценки риска банкротства // Управление риском. 1999. № 3. С. 19–20.
4. *Качалов Р. М.* Управление хозяйственным риском. М.: Наука, 2002.
5. *Клейнер Г. Б.* Производственные функции: Теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986.
6. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
7. *Савицкая Г. В.* Экономический анализ. М.: Новое знание, 2005.
8. *Секерин А. Б.* Вероятностная модель оценки уровня привнесенного риска производственного звена промышленного предприятия // Наука и образование. Вып. 3 Экономика и управление. М.: ИИЦ МГУДТ, 2006. С. 9–16.
9. *Секерин А. Б., Строев С. П.* Оптимизационная модель управления риском на уровне производственного звена промышленного предприятия // Наука и образование. Вып. 1. Экономика и управление. М.: ИИЦ МГУДТ, 2006. С. 123–131.
10. *Строев С. П.* Вероятностный подход к оценке уровня привнесенного риска производственного звена предприятия с применением метода статистических испытаний // Моделирование и прогнозирование в управлении: методы и технологии: материалы Международной научно-практической конференции, 15–16 мая 2007 г. Орел.: Изд-во ОРАГС, 2007. С. 224–228.