

### 3.12. ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ БАЛАНСОВЫХ МОДЕЛЕЙ В АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ КОМПАНИИ

Негашев Е.В., к.э.н., доцент кафедры «Экономический анализ»

ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ»

В статье исследуются возможности использования экономико-математической имитационной модели бухгалтерского баланса для моделирования финансового состояния компании. Рассматривается применение модели бухгалтерского баланса для анализа влияния хозяйственных операций на финансовое состояние. Построена модель тенденций изменения устойчивости финансового состояния, предложены показатели для измерения интенсивности и времени действия тенденций.

#### ВВЕДЕНИЕ

Моделирование бухгалтерского баланса является одним из инструментов развития и углубления методики анализа финансового состояния компании. Бухгалтерский баланс играет двоякую роль в анализе финансового состояния. С одной стороны, бухгалтерский баланс, отражая финансовое состояние компании на определенные отчетные даты, служит основным источником информации для анализа финансового состояния. Его значение в данном отношении настолько велико, что анализ финансового состояния иногда называют анализом баланса. Хотя углубленный анализ финансового состояния предполагает использование всех форм бухгалтерской отчетности, данных бухгалтерского и управленческого учета, бухгалтерский баланс играет определяющую роль. С другой стороны, бухгалтерский баланс может рассматриваться как модель финансового состояния компании, исследование которой будет способствовать развитию методики анализа. Поскольку бухгалтерский баланс даже в современном его виде является достаточно многомерной системой показателей, то для выявления наиболее важных закономерностей изменения финансового состояния необходимо строить модели самого бухгалтерского баланса. При исследовании существенных сторон финансового состояния, отражаемых в бухгалтерском балансе, наиболее удобны имитационные модели.

В настоящее время распространены два принципиально различающихся подхода к применению имитационного моделирования в финансовом анализе: экономико-математическое имитационное моделирование и компьютерное имитационное моделирование.

Экономико-математическое имитационное моделирование, применяемое как инструмент финансового анализа, позволяет исследовать структуру, функции, закономерности, проблемы реальных экономических объектов и процессов с помощью расчетов параметров специальных математических моделей. Экономико-математическая имитационная модель – это система исходных данных, аксиом и математических уравнений, переменные параметры которых характеризуют операционную, инвестиционную и финансовую деятельность компании с учетом связей показателей, относящихся к смежным временным интервалам или к последовательным моментам в выбранной временной шкале. Экономико-математическая модель может отражать различные стороны деятельности компании или только финансовые аспекты деятельности. В последнем случае принято говорить о финансовом моделировании, хотя финансовая модель может относиться и к операционной, и к инвестиционной, и к собственно финансовой деятельности компании. Наиболее распространены модели трех типов: алгебраические, оптимизационные и эконометрические. Анализ чувствительности легче проводить по имитационным ал-

гебраическим моделям, кроме того они наиболее просты в практическом использовании.

В общем виде экономико-математическую имитационную модель, применяемую для исследования финансового состояния, можно записать в виде следующей системы уравнений:

$$f_1(\bar{x}_{t+\Delta t}, \bar{x}_t, \bar{c}_{t+\Delta t}, \bar{c}_t) = 0;$$

...

$$f_m(\bar{x}_{t+\Delta t}, \bar{x}_t, \bar{c}_{t+\Delta t}, \bar{c}_t) = 0,$$

где  $\bar{x}_{t+\Delta t} = (x_1(t + \Delta t), \dots, x_n(t + \Delta t))$  – система  $n$  балансовых показателей, значения которых определяются по отношению к моменту времени  $(t + \Delta t)$  (на конец отчетного периода);

$\bar{x}_t = (x_1(t), \dots, x_n(t))$  – та же система  $n$  показателей, значения которых определяются по отношению к моменту времени  $t$  (на начало отчетного периода);

$\bar{c}_{t+\Delta t} = (c_1(t + \Delta t), \dots, c_k(t + \Delta t))$  – система  $k$  управляемых или прогнозируемых параметров, выбор значений которых осуществляется по отношению к моменту  $(t + \Delta t)$  в ходе принятия управленческих решений по итогам предшествующего периода;

$\bar{c}_t = (c_1(t), \dots, c_k(t))$  – та же система  $k$  параметров, значения которых заданы по отношению к моменту  $t$ .

Решение модели  $\bar{x}_{t+\Delta t}$  формируется в зависимости от параметров  $\bar{c}_{t+\Delta t}$ , выбираемых для момента  $(t + \Delta t)$ , решения модели  $\bar{x}_t$  для предыдущего момента  $t$  и возможно в зависимости от параметров  $\bar{c}_t$ , выбранных для момента  $t$ . Изложенное обобщенное описание алгоритма моделирования финансового состояния соответствует так называемому «принципу  $\Delta t$ » построения моделей функционирования систем [9, с. 11]. Если при моделировании финансового состояния выбранная временная шкала дискретна, то  $\Delta t$  является постоянным шагом по времени соответствия с указанным принципом ( $\Delta t = const$ ).

Для нахождения единственного решения модели необходимо по крайней мере, чтобы число уравнений  $m$  было не меньше числа неизвестных  $n$ . Наиболее удобным для работы с моделью является тот случай, когда решение модели можно выразить в явном виде:

$$x_1(t + \Delta t) = \varphi_1(\bar{x}_t, \bar{c}_{t+\Delta t}, \bar{c}_t);$$

...

$$x_n(t + \Delta t) = \varphi_n(\bar{x}_t, \bar{c}_{t+\Delta t}, \bar{c}_t).$$

Значения балансовых показателей в предыдущий момент времени, задаваемые параметры прогнозируемого и предшествующего моментов выступают в качестве независимых переменных, данные по которым используются для нахождения неизвестных зависимых переменных. Анализ чувствительности состоит в изучении изменений зависимых переменных при варьировании значений независимых переменных. Различные наборы значений зависимых переменных, рассчитанные на основе различных предположений относительно уровней задаваемых параметров для прогнозируемого момента времени, отражают возможные сценарии развития компании, которые могут сравниваться на основе каких-либо критериев для выбора оптимальной траектории развития.

Вычисления на основе экономико-математической имитационной модели производятся с помощью специальной программы, разработанной для данной модели с использованием языков программирования высокого уровня (например, Visual Basic, Fortran) или, что более распространено, с использованием табличного процессора Excel. Изменение финансового состояния во времени отражается в модели в виде детерминированных связей рассчитываемых значений показателей с их

значениями в предыдущий момент времени. Выбор программного обеспечения для экономико-математической имитационной модели не является принципиальным моментом. Важно лишь, чтобы выбранный программный инструмент обеспечивал быстроту и точность цикла итеративных и многовариантных расчетов. Расчетная программа или электронная таблица (система таблиц), как правило, создается аналитиком самостоятельно с использованием выбранного программного обеспечения.

Компьютерное имитационное моделирование решает те же задачи, что и экономико-математическое имитационное моделирование (исследование экономических объектов с помощью моделей, связывающих состояния и параметры объектов в смежных временных периодах или в последовательные моменты времени), но при построении моделей используются специальные имитирующие компьютерные программы, разрабатываемые для моделирования широких классов объектов. Разработчиками имитирующей программы, называемой системой моделирования (simulation system), являются компании, специализирующиеся в создании такого рода программного обеспечения. В среде имитирующей программы аналитик строит модель конкретного экономического объекта. Система моделирования обеспечивает возможность построения имитационной модели и запуска в компьютере взаимодействующих вычислительных процессов, отражающих свойства исследуемых экономических процессов с учетом временных параметров (в определенном масштабе). В рамках данного подхода компьютерной имитационной моделью является программный комплекс, построенный в среде системы моделирования и позволяющий имитировать развитие экономического объекта.

Системы моделирования различаются по технологии работы, языковым средствам, сервисным программам, приемам моделирования. Одной из первых систем имитационного моделирования была GPSS (general purpose simulation system), разработанная в 1970-1980-х гг. Позже были созданы пакеты Process Charter-1.0.2, ReThink, Pilgrim и др.

Технология имитационного моделирования в среде системы моделирования включает следующие основные этапы:

- структурный анализ процессов (графическое конструирование модели),
- формализованное описание модели на специальном языке,
- построение модели (редактирование связей, калибровка параметров),
- проведение имитационного эксперимента для оптимизации параметров экономического объекта (процесса) [4, с. 5-17].

В компьютерном имитационном моделировании обычно строятся стохастические модели. Для моделирования случайных событий применяется метод Монте-Карло (статистические испытания проводятся с помощью программ-датчиков псевдослучайных величин).

В анализе финансового состояния компании может применяться как экономико-математическое имитационное моделирование, так и компьютерное имитационное моделирование, но следует отметить, что с помощью экономико-математических моделей (в особенности с помощью алгебраических моделей) аналитик исследует хозяйственные процессы и их влияние на финансовое состояние (и соответственно на бухгалтерский баланс), опираясь на представление о количественных взаимосвязях балансовых показателей, вытекающее из понимания сущности процессов и методологии бухгалтерского учета, в то время как в компьютерной имитационной модели алгебраические уравнения, связывающие параметры, могут быть неизвестны. В последнем случае исследование носит в большей степени качественный характер, а конкретные выводы и количественные характеристики формируются на основе статистических испытаний модели.

В данной работе рассматривается алгебраическая имитационная модель бухгалтерского баланса. С ее помощью решаются задачи моделирования влияния хозяйственных операций на финансовое состояние компании и моделирования тенденций изменения финансовой устойчивости.

## 1. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БУХГАЛТЕРСКОГО БАЛАНСА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ФИНАНСОВОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПАНИИ

Рассмотрим характерные особенности экономико-математического имитационного моделирования на примере важной для финансового анализа задачи моделирования влияния хозяйственных операций на финансовое состояние компании. Модель финансового состояния должна базироваться на имитационной модели бухгалтерского баланса компании. Последняя выражает наиболее общую математическую структуру, лежащую в основе баланса. Модель баланса можно представить следующим образом:

$$B_t = \left\{ \begin{pmatrix} a_1(t) \\ \vdots \\ a_i(t) \\ \vdots \\ a_n(t) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} p_1(t) \\ \vdots \\ p_j(t) \\ \vdots \\ p_m(t) \end{pmatrix} \middle| \sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m p_j \right\}, \quad (1.1)$$

где  $a_i(t)$  – значение  $i$ -й статьи актива баланса в момент времени  $t$ ;

$p_j(t)$  – значение  $j$ -й статьи пассива баланса в момент времени  $t$ .

Запись (1.1) означает, что баланс рассматривается в качестве двух векторов (в общем случае – различной размерности), для которых в каждый момент времени имеет место равенство суммы координат вектора актива баланса и суммы координат вектора пассива баланса.

В более лаконичной бескоординатной векторной форме ту же модель можно записать так:

$$B_t = \left\{ \bar{a}_t, \bar{p}_t \middle| \bar{a}_t \in R^n, \bar{p}_t \in R^m, \sum_i (\bar{a}_t, \bar{e}_i) = \sum_j (\bar{p}_t, \bar{e}'_j) \right\}, \quad (1.2)$$

где

$B_t$  – символ математической структуры баланса;

$\bar{a}_t$  – вектор актива баланса, взятый в момент времени  $t$ ;

$\bar{p}_t$  – вектор пассива баланса, взятый в момент времени  $t$ ;

$R^n, R^m$  – действительные пространства с размерностями  $n$  и  $m$ ;

$\bar{e}_i$  – векторы ортонормированного базиса пространства  $R^n, i = 1, \dots, n$ ;

$\bar{e}'_j$  – векторы ортонормированного базиса пространства  $R^m, j = 1, \dots, m$ .

Символ  $(\bar{a}_t, \bar{e}_i)$  означает скалярное произведение векторов  $\bar{a}_t$  и  $\bar{e}_i$ . Аргумент времени представлен в виде индекса векторов актива и пассива.

Для новой формы бухгалтерского баланса, утвержденной для годовой бухгалтерской отчетности организаций за 2011 г., в модели (1.1) имеют место следующие значения параметров размерности:  $n = 13$  для вектора актива,  $m = 15$  для вектора пассива. В подсчет размерности не включены итоги разделов баланса и итог по всему балансу, поскольку это создало бы повторный счет в условии равенства сумм координат век-

торов. Некоторые координаты могут иметь отрицательные значения: например, статьи «Собственные акции, выкупленные у акционеров» и «Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)» в пассиве баланса.

Рассмотрим изменение финансового состояния компании во времени. Оно описывается следующей моделью:

$$\Delta B(t, \Delta t) = \begin{pmatrix} \Delta a_1(t, \Delta t) \\ \vdots \\ \Delta a_i(t, \Delta t) \\ \vdots \\ \Delta a_n(t, \Delta t) \end{pmatrix}, \quad (1.3)$$

$$\begin{pmatrix} \Delta p_1(t, \Delta t) \\ \vdots \\ \Delta p_j(t, \Delta t) \\ \vdots \\ \Delta p_m(t, \Delta t) \end{pmatrix} = \left\{ \sum_{i=1}^n \Delta a_i(t, \Delta t) = \sum_{j=1}^m \Delta p_j(t, \Delta t) \right\},$$

где  $\Delta B(t, \Delta t)$  – символическая запись изменения баланса в течение временного интервала  $[t, t + \Delta t]$ ;

$\Delta a_i(t, \Delta t)$  – изменение значения  $i$ -й статьи актива баланса за период  $[t, t + \Delta t]$ ;

$\Delta p_j(t, \Delta t)$  – изменение значения  $j$ -й статьи пассива баланса за период  $[t, t + \Delta t]$ .

В модели (1.3) представлены векторы изменений актива и пассива баланса. Сумма изменений в активе равна сумме изменений в пассиве баланса, что вытекает из двойной записи хозяйственных операций за период  $[t, t + \Delta t]$  на счетах бухгалтерского учета.

В результате изменений (1.3) получаем вид модели баланса в момент времени  $(t + \Delta t)$ :

$$B_{t+\Delta t} = B_t + \Delta B(t, \Delta t) = \begin{pmatrix} a_1(t + \Delta t) \\ \vdots \\ a_i(t + \Delta t) \\ \vdots \\ a_n(t + \Delta t) \end{pmatrix}, \quad (1.4)$$

$$\begin{pmatrix} p_1(t + \Delta t) \\ \vdots \\ p_j(t + \Delta t) \\ \vdots \\ p_m(t + \Delta t) \end{pmatrix} = \left\{ \sum_{i=1}^n a_i(t + \Delta t) = \sum_{j=1}^m p_j(t + \Delta t) \right\},$$

где  $B_t + \Delta B(t, \Delta t)$  – символическая запись изменения модели баланса в момент  $(t + \Delta t)$  по сравнению с моделью  $B_t$  посредством учета модели  $\Delta B(t, \Delta t)$ .

Модель (1.4) может быть использована для имитации финансового состояния, поскольку она связывает финансовые состояния компании для двух последовательных моментов времени при заданном шаге  $\Delta t$  дискретной временной шкалы.

Координаты векторов модели (1.4) связаны с координатами векторов моделей (1.1) и (1.3) следующими очевидными соотношениями:

$$\begin{cases} a_1(t + \Delta t) = a_1(t) + \Delta a_1(t, \Delta t); \\ \vdots \\ a_i(t + \Delta t) = a_i(t) + \Delta a_i(t, \Delta t); \\ \vdots \\ a_n(t + \Delta t) = a_n(t) + \Delta a_n(t, \Delta t); \\ p_1(t + \Delta t) = p_1(t) + \Delta p_1(t, \Delta t); \\ \vdots \\ p_j(t + \Delta t) = p_j(t) + \Delta p_j(t, \Delta t); \\ \vdots \\ p_m(t + \Delta t) = p_m(t) + \Delta p_m(t, \Delta t), \end{cases} \quad (1.5)$$

или то же самое в векторной форме:

$$\begin{cases} \bar{a}_{t+\Delta t} = \bar{a}_t + \Delta \bar{a}(t, \Delta t); \\ \bar{p}_{t+\Delta t} = \bar{p}_t + \Delta \bar{p}(t, \Delta t). \end{cases} \quad (1.6)$$

Будем считать, что все временные интервалы совпадающими с отчетными периодами (месяц, квартал или год).

Изменение финансового состояния компании за какой-либо период времени является результатом осуществления в компании определенного набора хозяйственных операций. Следует установить взаимосвязь модели изменения финансового состояния  $\Delta B(t, \Delta t)$  и стоимостных значений хозяйственных операций, произведенных в компании за период  $[t, t + \Delta t]$ . Пусть множество произведенных хозяйственных операций включает  $l$  элементов. Тогда стоимостные оценки хозяйственных операций, осуществленных в периоде  $[t, t + \Delta t]$ , описываются вектором:

$$\bar{x}(t, \Delta t) = \begin{pmatrix} x_1(t, \Delta t) \\ \vdots \\ x_k(t, \Delta t) \\ \vdots \\ x_l(t, \Delta t) \end{pmatrix}, \quad (1.7)$$

где  $x_k(t, \Delta t)$  – стоимостная оценка хозяйственной операции  $k$  в периоде  $[t, t + \Delta t]$ .

Если операция  $k$  в данном периоде времени не имела места, то  $x_k(t, \Delta t) = 0$ . Если операция  $k$  осуществлялась многократно и, возможно, в различных объемах, то  $x_k(t, \Delta t)$  равняется ее суммарной стоимостной оценке за период  $[t, t + \Delta t]$ . Изменения в активе и пассиве баланса следующим образом связаны со стоимостными оценками хозяйственных операций:

$$\begin{cases} \Delta a_1(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \alpha_{1k} x_k(t, \Delta t); \\ \vdots \\ \Delta a_i(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t); \\ \vdots \\ \Delta a_n(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \alpha_{nk} x_k(t, \Delta t); \\ p_1(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \pi_{1k} x_k(t, \Delta t); \\ \vdots \\ \Delta p_j(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t); \\ \vdots \\ \Delta p_m(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \pi_{mk} x_k(t, \Delta t), \end{cases} \quad (1.8)$$

где

$\alpha_{ik} = 1$ , если операция  $k$  увеличивает статью  $i$  актива;

$\alpha_{ik} = 0$ , если операция  $k$  не влияет на статью  $i$  актива;

$\alpha_{ik} = -1$ , если операция  $k$  уменьшает статью  $i$  актива.

Аналогичный смысл имеют величины  $\pi_{jk}$  для статей пассива. В векторной форме связь изменения финансового состояния со стоимостными оценками хозяйственных операций записывается так :

$$\begin{cases} \Delta \bar{a}(t, \Delta t) = A \bar{x}(t, \Delta t); \\ \Delta \bar{p}(t, \Delta t) = P \bar{x}(t, \Delta t), \end{cases} \quad (1.9)$$

где матрицы  $A$  и  $P$  имеют следующий вид :

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{1k} & \dots & \alpha_{1l} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{i1} & \dots & \alpha_{ik} & \dots & \alpha_{il} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{n1} & \dots & \alpha_{nk} & \dots & \alpha_{nl} \end{pmatrix}, \quad (1.10)$$

$$P = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \dots & \pi_{1k} & \dots & \pi_{1l} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \pi_{j1} & \dots & \pi_{jk} & \dots & \pi_{jl} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \pi_{m1} & \dots & \pi_{mk} & \dots & \pi_{ml} \end{pmatrix}.$$

Матрица  $A$  имеет число строк  $n$ , равное числу статей актива баланса; матрица  $P$  имеет число строк  $m$ , равное числу статей пассива баланса. Каждая из матриц имеет число столбцов  $l$ , равное количеству различных хозяйственных операций, произведенных в компании за период  $[t, t + \Delta t]$ . В матрицах  $A$  и  $P$  по сути собрана в агрегированном виде информация о проводках по синтетическим счетам бухгалтерского учета, соответствующих произведенным операциям. Способ двойной записи при отражении хозяйственных операций на бухгалтерских счетах позволяет установить взаимосвязи между элементами матриц  $A$  и  $P$ . Раскроем балансовое условие из модели (1.3) через элементы матриц  $A$  и  $P$  по формулам (1.8):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \Delta a_i(t, \Delta t) &= \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) = \\ &= \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \sum_{j=1}^m \Delta p_j(t, \Delta t). \end{aligned} \quad (1.11)$$

Поменяв местами знаки сумм, получаем

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^m \pi_{jk} x_k(t, \Delta t), \quad (1.12)$$

или, если вынести величину  $x_k(t, \Delta t)$  за знак суммы,

$$\sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{i=1}^n \alpha_{ik}) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{j=1}^m \pi_{jk}), \quad (1.13)$$

откуда следует, что для любого  $k$  имеет место тождество:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ik} = \sum_{j=1}^m \pi_{jk}. \quad (1.14)$$

Равенство (1.14) означает, что сумма элементов по столбцу матрицы  $A$  равна сумме элементов по столбцу с соответствующим номером матрицы  $P$ . Экономический смысл равенства (1.14) заключается в том, что суммарное влияние, оказываемое хозяйственной операцией на стоимостную величину активов компании,

равно суммарному влиянию, оказываемому ею на величину источников финансирования. Это соответствует известной из теории бухгалтерского учета классификации хозяйственных операций по признаку их влияния на баланс. Первые два типа операций оставляют итог баланса неизменным, два других типа приводят либо к равному увеличению, либо к равному уменьшению итогов актива и пассива баланса [3, с. 83-85].

Одной из проблем имитационного моделирования влияния хозяйственных операций на финансовое состояние является большое количество возможных хозяйственных операций, отражаемых в матрицах  $A$  и  $P$ , что приводит к большому количеству столбцов в них. Поэтому важным этапом построения имитационной модели является формирование аналитиком списка и стоимостных оценок тех хозяйственных операций, которые представляются наиболее существенными для решения конкретной задачи, поставленной при проведении анализа финансового состояния. Например, может рассматриваться совокупность хозяйственных операций, соответствующая конкретному анализируемому бизнес-процессу.

Для цели снижения размерности имитационной модели финансового состояния балансовые статьи могут быть агрегированы. Например, могут рассматриваться только итоги разделов баланса (если это допустимо с точки зрения расчета анализируемых показателей финансового состояния). В этом случае рассматривается отображение свертки, основанное на методе свертывания баланса, предложенном Н.А. Блатовым [2, с. 168-177]. Отображение свертки баланса  $\varphi = \{\varphi_a, \varphi_p\}$  осуществляет снижающую размерность баланса агрегирование и в общем случае задается следующим образом:

$$\varphi_a : \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_i \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a'_1 \\ \vdots \\ a'_k \\ \vdots \\ a'_{n_1} \end{pmatrix}, \quad \text{где} \begin{cases} a'_1 = \sum_{i \in I_1} a_i, \\ \vdots \\ a'_k = \sum_{i \in I_k} a_i, \quad n_1 < n; \\ \vdots \\ a'_{n_1} = \sum_{i \in I_{n_1}} a_i, \end{cases} \quad (1.15)$$

$$\varphi_p : \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_j \\ \vdots \\ p_m \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} p'_1 \\ \vdots \\ p'_i \\ \vdots \\ p'_{m_1} \end{pmatrix}, \quad \text{где} \begin{cases} p'_1 = \sum_{j \in J_1} p_j, \\ \vdots \\ p'_i = \sum_{j \in J_i} p_j, \quad m_1 < m, \\ \vdots \\ p'_{m_1} = \sum_{j \in J_{m_1}} p_j, \end{cases}$$

где

$I_1, \dots, I_k, \dots, I_{n_1}$  – множества номеров статей актива баланса, по которым производится свертка (агрегирование);

$J_1, \dots, J_i, \dots, J_{m_1}$  – множества номеров статей пассива баланса, по которым производится свертка (агрегирование). Отображение свертки в случае перехода к итогам разделов баланса задается следующим образом:

$$\varphi_a : \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_i \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} F \\ E \end{pmatrix}, \quad \begin{cases} F = \sum_{i \in I(F)} a_i, \\ E = \sum_{i \in I(E)} a_i, \quad n_1 = 2; \end{cases} \quad (1.16)$$

$$\varphi_p : \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_j \\ \vdots \\ p_m \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} K^C \\ K^{DO} \\ K^{KO} \end{pmatrix}, \begin{cases} K^C = \sum_{j \in J(K^C)} p_j, \\ K^{DO} = \sum_{j \in J(K^{DO})} p_j, \\ K^{KO} = \sum_{j \in J(K^{KO})} p_j, \end{cases} m_1 = 3,$$

где

$F$  – внеоборотные активы,

$E$  – оборотные активы,

$K^C$  – капитал и резервы,

$K^{DO}$  – долгосрочные обязательства,

$K^{KO}$  – краткосрочные обязательства,

$J(F), J(E)$  – множества номеров статей актива баланса, входящих в состав внеоборотных и оборотных активов (в состав разделов I и II бухгалтерского баланса),

$J(K^C), J(K^{DO}), J(K^{KO})$  – множества номеров статей пассива баланса, входящих в состав капитала и резервов, долгосрочных обязательств, краткосрочных обязательств (в состав разделов III, IV и V бухгалтерского баланса).

В результате отображения свертки в данном случае размерность вектора актива снижается до  $n_1 = 2$ , размерность вектора пассива снижается до  $m_1 = 3$  и происходит переход к более простой агрегированной модели баланса:

$$B_t = \left\{ \begin{pmatrix} F(t) \\ E(t) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} K^C(t) \\ K^{DO}(t) \\ K^{KO}(t) \end{pmatrix} \right\} F(t) + E(t) = \quad (1.17)$$

$$= K^C(t) + K^{DO}(t) + K^{KO}(t).$$

Снижение размерности балансовой модели в результате отображения свертки приводит к соответствующему уменьшению числа строк матриц  $A$  и  $P$ , отражающих влияние хозяйственных операций на баланс. Продемонстрируем это на примере агрегированной модели баланса (1.17). Для нее изменение финансового состояния компании будет описываться следующими формулами:

$$\begin{cases} \Delta F(t, \Delta t) = \sum_{i \in I(F)} \sum_{k=1}^l \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{i \in I(F)} \alpha_{ik}), \\ \Delta E(t, \Delta t) = \sum_{i \in I(E)} \sum_{k=1}^l \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{i \in I(E)} \alpha_{ik}), \end{cases} \quad (1.18)$$

$$\begin{cases} \Delta K^C(t, \Delta t) = \sum_{j \in J(K^C)} \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{j \in J(K^C)} \pi_{jk}), \\ \Delta K^{DO}(t, \Delta t) = \sum_{j \in J(K^{DO})} \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{j \in J(K^{DO})} \pi_{jk}), \\ \Delta K^{KO}(t, \Delta t) = \sum_{j \in J(K^{KO})} \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{j \in J(K^{KO})} \pi_{jk}). \end{cases}$$

Из формул изменения координат векторов актива и пассива (1.18) вытекает характер действия отображения свертки на матрицы  $A$  и  $P$ :

$$\varphi_a(A) = A_1 = \begin{pmatrix} \sum_{i \in I(F)} \alpha_{i1} & \dots & \sum_{i \in I(F)} \alpha_{ik} & \dots & \sum_{i \in I(F)} \alpha_{il} \\ \sum_{i \in I(E)} \alpha_{i1} & \dots & \sum_{i \in I(E)} \alpha_{ik} & \dots & \sum_{i \in I(E)} \alpha_{il} \end{pmatrix}, \quad (1.19)$$

т.е.  $dim A_1 = dim \varphi_a(A) = 2 * l$  (в результате отображения свертки матрица влияния хозяйственных опе-

раций на актив  $A_1$  будет иметь две строки и прежнее количество столбцов).

Аналогично выглядит преобразование матрицы  $P$  в результате отображения свертки:

$$\varphi_p(P) = P_1 = \begin{pmatrix} \sum_{j \in J(K^C)} \pi_{j1} & \dots & \sum_{j \in J(K^C)} \pi_{jk} & \dots & \sum_{j \in J(K^C)} \pi_{jl} \\ \sum_{j \in J(K^{DO})} \pi_{j1} & \dots & \sum_{j \in J(K^{DO})} \pi_{jk} & \dots & \sum_{j \in J(K^{DO})} \pi_{jl} \\ \sum_{j \in J(K^{KO})} \pi_{j1} & \dots & \sum_{j \in J(K^{KO})} \pi_{jk} & \dots & \sum_{j \in J(K^{KO})} \pi_{jl} \end{pmatrix}, \quad (1.20)$$

т.е.  $dim P_1 = dim \varphi_p(P) = 3 * l$  (в результате отображения свертки матрица влияния хозяйственных операций на пассив  $P_1$  будет иметь три строки и прежнее количество столбцов).

Таким образом, можно вывести общее правило: при агрегировании баланса строки матрицы влияния хозяйственных операций на актив или пассив баланса, соответствующие объединяемым статьям баланса, складываются друг с другом как векторы, т.е. по координатно.

Одной из основных проблем моделирования влияния хозяйственных операций на финансовое состояние компании является большое количество возможных хозяйственных операций, отражаемых в матрицах  $A$  и  $P$ , что приводит к большому количеству столбцов в них. В то же время, с точки зрения создания программных средств организации такого рода информации, эта проблема представляется достаточно простой после проведенной выше алгоритмизации построения матриц  $A$  и  $P$ .

Рассмотрим влияние хозяйственных операций на показатели финансового состояния компании. Наиболее просто определить такое влияние в случае абсолютных показателей финансового состояния. В общем виде абсолютный показатель финансового состояния можно записать следующим образом:

$$f = \sum_{i=1}^n \lambda_i a_i + \sum_{j=1}^m v_j p_j, \quad (1.21)$$

где

$a_i, p_j$  – значения статей актива и пассива в некоторый момент времени;

$\lambda_i, v_j$  – коэффициенты, значение которых чаще всего равно единице, нулю или минус единице.

В векторном виде показатель выглядит так:

$$f = (\bar{\lambda}, \bar{a}) + (\bar{v}, \bar{p}), \quad (1.22)$$

$$\text{где } \bar{\lambda} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{pmatrix}, \bar{v} = \begin{pmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_m \end{pmatrix};$$

$(\bar{\lambda}, \bar{a})$  – символ скалярного произведения векторов.

Проиллюстрируем обобщенную запись показателя финансового состояния на примере модели баланса:

$$B_t = \left\{ \begin{pmatrix} F \\ E^3 \\ E^{D3} \\ E^{DC} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} K^C \\ K^{DO} \\ K^{KK} \\ K^{K3} \end{pmatrix} \right\} F + + E^3 + E^{D3} + E^{DC} = \quad (1.23)$$

$$= K^C + K^{DO} + K^{KK} + K^{K3}$$

и показателя обеспеченности запасов общей величиной основных источников формирования [8, с. 62]

$$\delta E^z = E^z - E^z = ((K^C - F) + K^{D0} + K^{KK}) - E^z, \quad (1.24)$$

где

$F$  – внеоборотные активы, объединенные с долгосрочной дебиторской задолженностью;

$E^z$  – запасы (включая сырье, материалы, затраты в незавершенном производстве, готовую продукцию, товары для перепродажи, прочие запасы и затраты, остаток налога на добавленную стоимость (НДС) по товарам (работам, услугам), не принятый к вычету);

$E^{D3}$  – краткосрочная дебиторская задолженность за исключением задолженности участников (учредителей) по взносам в уставный капитал (прочие оборотные активы в зависимости от их роли в кругообороте присоединяются либо к запасам, либо к дебиторам);

$E^{AC}$  – денежные средства и денежные эквиваленты (высоколиквидные краткосрочные финансовые вложения);

$K^C$  – реальный собственный капитал (чистые активы);

$K^{D0}$  – долгосрочные обязательства (включая долгосрочные кредиты и займы, отложенные налоговые обязательства и прочие долгосрочные пассивы);

$K^{KK}$  – краткосрочные кредиты и займы;

$K^{K3}$  – кредиторская задолженность и прочие краткосрочные пассивы (за исключением доходов будущих периодов, отраженных в составе чистых активов);

$E^z$  – показатель общей величины основных источников формирования запасов (построенный для классификации финансовых ситуаций по степени устойчивости [8, с. 62-64]).

Запишем показатель (1.24) в виде (1.21):

$$\delta E^z = (-1) * F + (-1) * E^z + 0 * E^{D3} + 0 * E^{AC} + 1 * K^C + 1 * K^{D0} + 1 * K^{KK} + 0 * K^{K3}, \quad (1.25)$$

или в векторной форме:

$$\delta E^z = (-1, -1, 0, 0) * \begin{pmatrix} F \\ E^z \\ E^{D3} \\ E^{AC} \end{pmatrix} + (1, 1, 1, 0) * \begin{pmatrix} K^C \\ K^{D0} \\ K^{KK} \\ K^{K3} \end{pmatrix}. \quad (1.26)$$

Вычислим изменение произвольного абсолютного показателя финансового состояния (1.21), происходящее в результате изменения финансового состояния (1.8):

$$\begin{aligned} \Delta f(t, \Delta t) &= \sum_{i=1}^n \lambda_i \Delta a_i(t, \Delta t) + \sum_{j=1}^m v_j \Delta p_j(t, \Delta t) = \\ &= \sum_{i=1}^n \lambda_i \sum_{k=1}^l \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) + \sum_{j=1}^m v_j \sum_{k=1}^l \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l \lambda_i \alpha_{ik} x_k(t, \Delta t) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l v_j \pi_{jk} x_k(t, \Delta t) = \\ &= \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n (\lambda_i \alpha_{ik}) x_k(t, \Delta t) + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^m (v_j \pi_{jk}) x_k(t, \Delta t) = \\ &= \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{i=1}^n \lambda_i \alpha_{ik}) + \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) \sum_{j=1}^m v_j \pi_{jk}) = \\ &= \sum_{k=1}^l (x_k(t, \Delta t) (\sum_{i=1}^n \lambda_i \alpha_{ik} + \sum_{j=1}^m v_j \pi_{jk})). \end{aligned} \quad (1.27)$$

Вычисление можно также провести в векторной форме:

$$\begin{aligned} \Delta f(t, \Delta t) &= (\bar{\lambda}, \Delta \bar{a}(t, \Delta t)) + (\bar{v}, \Delta \bar{p}(t, \Delta t)) = \\ &= (\bar{\lambda}, \Delta \bar{A}(t, \Delta t)) + (\bar{v}, \Delta \bar{P}(t, \Delta t)) = \\ &= (\bar{\lambda} \bar{A}, \bar{x}(t, \Delta t)) + (\bar{v} \bar{P}, \bar{x}(t, \Delta t)) = \\ &= (\bar{\lambda} \bar{A} + \bar{v} \bar{P}, \bar{x}(t, \Delta t)). \end{aligned} \quad (1.28)$$

Из (1.27) и (1.28) следует, что часть изменения абсолютного показателя финансового состояния  $\Delta f|_{x_k(t, \Delta t)}$ , обусловленная влиянием  $k$ -й хозяйственной операции, стоимостная величина которой равна  $x_k(t, \Delta t)$ , может быть найдена по формуле:

$$\Delta f|_{x_k(t, \Delta t)} = (\sum_{i=1}^n \lambda_i \alpha_{ik} + \sum_{j=1}^m v_j \pi_{jk}) x_k(t, \Delta t). \quad (1.29)$$

Таким образом, для влияния хозяйственных операций на абсолютные показатели финансового состояния основная задача прямого детерминированного факторного анализа решена. Сложнее определить влияние хозяйственных операций на относительные показатели финансового состояния. В общем виде относительный показатель финансового состояния можно записать следующим образом:

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i a_i + \sum_{j=1}^m v_j p_j}{\sum_{i=1}^n \lambda_{2i} a_i + \sum_{j=1}^m v_{2j} p_j}. \quad (1.30)$$

Получение формулы, аналогичной (1.29) и показывающей вклад  $k$ -й хозяйственной операции в общее изменение относительного показателя, является математически более сложной задачей, чем получение формулы факторных влияний для абсолютных показателей. Для решения такой задачи необходимо применить интегральный метод оценки факторных влияний [1, с. 232-249] к моделям влияния хозяйственных операций на финансовое состояние компании.

Формулу (1.29), определяющую влияние отдельной хозяйственной операции на изменение абсолютного показателя финансового состояния, можно упростить для хозяйственных операций, относящихся к фиксированному типу в теории бухгалтерского учета. Выделяют четыре типа операций по признаку их влияния на бухгалтерский баланс (см. выше). Для каждого типа операций рассмотрим его математическое описание и вычислим влияние операции на изменение показателя финансового состояния.

I. Операции, вызывающие изменение только в активе баланса, не меняя его итога. Опишем соответствующие им столбцы в матрицах  $A$  и  $P$ :

$$\begin{cases} \alpha_{i_1 k} = 1, \alpha_{i_2 k} = -1, \\ \forall i \neq i_1, i_2 : \alpha_{ik} = 0, \\ \forall j : \pi_{jk} = 0, \end{cases} \quad (1.31)$$

где  $i_1, i_2$  – номера статей актива баланса, на которые влияет данная операция. Тогда:

$$\Delta f(t, \Delta t)|_I = (\lambda_{i_1} - \lambda_{i_2}) x_k(t, \Delta t). \quad (1.32)$$

II. Операции, вызывающие изменения только в пассиве баланса, не меняя его итога:

$$\begin{cases} \forall i : \alpha_{ik} = 0, \\ \pi_{j_1 k} = 1, \pi_{j_2 k} = -1, \\ \forall j \neq j_1, j_2 : \pi_{jk} = 0, \end{cases} \quad (1.33)$$

откуда следует, что

$$\Delta f(t, \Delta t)|_{II} = (v_{j_1} - v_{j_2})x_k(t, \Delta t). \quad (1.34)$$

III. Операции, увеличивающие активы компании и их источники :

$$\begin{cases} \alpha_{i^*k} = 1, \pi_{j^*k} = 1, \\ \forall i \neq i^*, \forall j \neq j^* : \alpha_{ik} = 0, \pi_{jk} = 0, \end{cases} \quad (1.35)$$

следовательно,

$$\Delta f(t, \Delta t)|_{III} = (\lambda_{j^*} + v_{j^*})x_k(t, \Delta t). \quad (1.36)$$

IV. Операции, уменьшающие активы компании и их источники :

$$\begin{cases} \alpha_{i^*k} = -1, \pi_{j^*k} = -1, \\ \forall i \neq i^*, \forall j \neq j^* : \alpha_{ik} = 0, \pi_{jk} = 0, \end{cases} \quad (1.37)$$

следовательно,

$$\Delta f(t, \Delta t)|_{IV} = -(\lambda_{j^*} + v_{j^*})x_k(t, \Delta t). \quad (1.38)$$

## 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ

Компании в процессе ее финансово-хозяйственной деятельности необходимо не только своевременно выявлять неблагоприятные ее финансового состояния, но и определять наметившиеся тенденции, ведущие к снижению финансовой устойчивости. Для оценки таких тенденций требуется измерять характеристику, которую можно определить как «интенсивность тенденции». С нею связана такая прогнозная величина как время, в течение которого тенденция при условии сохранения ее интенсивности приведет компанию к неустойчивому или даже кризисному финансовому состоянию. Эта величина полезна для финансистов компании тем, что показывает, в течение какого периода компания еще может разработать и осуществить план финансового оздоровления, т.е. принять меры к устранению неблагоприятной тенденции.

С помощью имитационной модели бухгалтерского баланса, отражающей изменения финансового состояния, можно более точно определить и вычислить вышеназванные показатели. Для этого модель полезно рассмотреть с геометрической точки зрения. Пусть в момент времени  $t$  финансовое состояние компании описывается агрегированной балансовой моделью (1.23). Рассмотрим непосредственно балансовое уравнение этой модели :

$$F_t + E_t^3 + E_t^{D3} + E_t^{DC} = K_t^C + K_t^{DO} + K_t^{KK} + K_t^{K3}, \quad (2.1)$$

где аргумент времени отражен в виде нижнего индекса балансовых показателей. Перенесем все компоненты балансового уравнения в левую часть и перейдем к векторной записи, отличающейся от записи векторов актива и пассива в модели (1.23):

$$(1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1) \begin{pmatrix} F_t \\ E_t^3 \\ E_t^{D3} \\ E_t^{DC} \\ K_t^C \\ K_t^{DO} \\ K_t^{KK} \\ K_t^{K3} \end{pmatrix} = 0, \quad (2.2)$$

или в бескоординатной форме :

$$(\bar{b}, \bar{x}_t) = 0, \quad (2.3)$$

$$\text{где } \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}, \bar{x}_t = \begin{pmatrix} F_t \\ E_t^3 \\ E_t^{D3} \\ E_t^{DC} \\ K_t^C \\ K_t^{DO} \\ K_t^{KK} \\ K_t^{K3} \end{pmatrix}.$$

Таким образом, финансовое состояние компании в определенный момент времени можно представить в виде точки восьмимерного пространства  $R^8$ , описываемой вектором  $\bar{x}_t$ . Точка лежит в гиперплоскости пространства  $R^8$ , ортогональной вектору  $\bar{b}$ . Изменение финансового состояния во времени является в геометрической интерпретации модели движением точки  $\bar{x}_t$  по гиперплоскости. Изменение финансового состояния за период  $[t, t + \Delta t]$  характеризуется вектором:

$$\Delta \bar{x}(t, \Delta t) = \begin{pmatrix} \Delta F(t, \Delta t) \\ \Delta E^3(t, \Delta t) \\ \Delta E^{D3}(t, \Delta t) \\ \Delta E^{DC}(t, \Delta t) \\ \Delta K^C(t, \Delta t) \\ \Delta K^{DO}(t, \Delta t) \\ \Delta K^{KK}(t, \Delta t) \\ \Delta K^{K3}(t, \Delta t) \end{pmatrix}. \quad (2.4)$$

Согласно классификации финансовых ситуаций по степени устойчивости [8, с. 62 – 64] кризисное финансовое состояние наступает при нарушении следующего условия для показателя обеспеченности запасов общей величиной основных источников формирования  $\delta E^3 = E^3 - E^3 = ((K^C - F) + K^{DO} + K^{KK}) - E^3 \geq 0$ , (2.5)

которое можно записать так:

$$\begin{aligned} \delta E^3 &= 1 * F + 1 * E^3 + 0 * E^{D3} + 0 * \\ &* E^{DC} + (-1) * K^C + (-1) * K^{DO} + \\ &+ (-1) * K^{KK} + 0 * K^{K3} \leq 0, \end{aligned} \quad (2.6)$$

или в векторной форме:

$$(1, 1, 0, 0, -1, -1, -1, 0) \begin{pmatrix} F \\ E^3 \\ E^{D3} \\ E^{DC} \\ K^C \\ K^{DO} \\ K^{KK} \\ K^{K3} \end{pmatrix} \leq 0. \quad (2.7)$$

Запишем неравенство (2.7) в бескоординатной форме, отражая нижним индексом  $t$ , что вектор финансового состояния зависит от времени:

$$(\bar{g}, \bar{x}_t) \leq 0, \quad (2.8)$$

где  $\bar{g}$  – вектор, задающий неравенство (2.7).

Неравенство (2.8) задает половину гиперплоскости (2.3), которая является областью некризисных финансовых состояний. Эта область отделена границей, ортогональной вектору  $\bar{g}$ , от области кризисных финансовых состояний. Граница описывается уравнением

$$(\bar{g}, \bar{x}_t) = 0, \quad (2.9)$$

при этом вектор  $\bar{g}$  направлен в область кризисных состояний (поскольку с векторами некризисных состояний он образует тупой угол, так как его скалярные произведения с ними отрицательны, что отражено неравенством (2.8)).

Если вектор изменения финансового состояния  $\Delta\bar{x}(t, \Delta t)$  образует с вектором  $\bar{g}$ , задающим границу, острый угол, то это означает, что точка финансового состояния приближается к границе в течение промежутка времени  $[t, t + \Delta t]$ . Следовательно, условие движения к кризисной области записывается так:

$$(\bar{g}, \Delta\bar{x}(t, \Delta t)) > 0. \quad (2.10)$$

Вычислим скорость приближения к границе при условии (2.10). Ее скалярная величина равна проекции вектора  $\Delta\bar{x}(t, \Delta t)$  на вектор  $\bar{g}$ , деленной на время  $\Delta t$ :

$$v(t, \Delta t) = \frac{PP_{\bar{g}}\Delta\bar{x}(t, \Delta t)}{\Delta t}, \quad (2.11)$$

где  $PP_{\bar{g}}\Delta\bar{x}(t, \Delta t)$  – проекция  $\Delta\bar{x}(t, \Delta t)$  на  $\bar{g}$ , которая вычисляется следующим образом:

$$PP_{\bar{g}}\Delta\bar{x}(t, \Delta t) = \frac{(\bar{g}, \Delta\bar{x}(t, \Delta t))}{\sqrt{(\bar{g}, \bar{g})}}. \quad (2.12)$$

Скоростью  $v(t, \Delta t)$  измеряется интенсивность тенденции приближения к кризисному финансовому состоянию. Прогнозируемое время приближения к кризисному финансовому состоянию при условии сохранения интенсивности тенденции равняется отношению расстояния от точки  $\bar{x}_{t+\Delta t}$  до границы  $L$ , задаваемой уравнением (2.9), к скорости  $v(t, \Delta t)$ :

$$T^{kp} = \frac{\rho(\bar{x}_{t+\Delta t}, L)}{v(t, \Delta t)}, \quad (2.13)$$

где  $\rho(\bar{x}_{t+\Delta t}, L)$  – расстояние от  $\bar{x}_{t+\Delta t}$  до  $L$ , которое вычисляется так:

$$\rho(\bar{x}_{t+\Delta t}, L) = \frac{|(\bar{g}, \bar{x}_{t+\Delta t})|}{\sqrt{(\bar{g}, \bar{g})}}. \quad (2.14)$$

Числитель в выражении (2.14) взят по модулю, поскольку точка  $\bar{x}_{t+\Delta t}$  принадлежит области некризисных финансовых состояний, т.е. для нее имеет место неравенство (2.8) и поэтому скалярное произведение  $\bar{g}$  и  $\bar{x}_{t+\Delta t}$  является отрицательной величиной.

Подставляя в (2.13) выражения (2.14) и (2.11) с учетом выражения (2.12), получаем формулу для показателя времени приближения к кризисному финансовому состоянию:

$$T^{kp} = \frac{|(\bar{g}, \bar{x}_{t+\Delta t})|}{(\bar{g}, \Delta\bar{x}(t, \Delta t))} * \Delta t. \quad (2.15)$$

Подставляя в (2.11) и (2.15) конкретные значения векторов  $\bar{g}$ ,  $\bar{x}_{t+\Delta t}$ ,  $\Delta\bar{x}(t, \Delta t)$  (см. соотношения (2.7), (2.4)), вычисляем значения показателей интенсивно-

сти тенденции и прогнозируемого времени приближения к кризисному финансовому состоянию в зависимости от величин, входящих в агрегированную балансовую модель:

$$v(t, \Delta t) = (\Delta F(t, \Delta t) + \Delta E^3(t, \Delta t) - \Delta K^C(t, \Delta t) - \Delta K^{AO}(t, \Delta t) - \Delta K^{KK}(t, \Delta t)) / \sqrt{5} * \Delta t; \quad (2.16)$$

$$T^{kp} = (|F_{t+\Delta t} + E_{t+\Delta t}^3 - K_{t+\Delta t}^C - K_{t+\Delta t}^{DO} - K_{t+\Delta t}^{KK}| / \Delta F(t, \Delta t) + \Delta E^3(t, \Delta t) - \Delta K^C(t, \Delta t) - \Delta K^{AO}(t, \Delta t) - \Delta K^{KK}(t, \Delta t)) * \Delta t \quad (2.17)$$

Числовой коэффициент  $\sqrt{5}$  в знаменателе показателя интенсивности тенденции не имеет содержательного экономического смысла и обусловлен многомерностью экономической модели. В конкретных аналитических исследованиях он вполне может быть опущен.

Экономический смысл изложенной модели тенденций изменения устойчивости финансового состояния связан с анализом уровня и динамики показателя обеспеченности запасов общей величиной основных источников формирования. Неблагоприятная тенденция изменения финансовой устойчивости идентифицируется условиями, когда в конце отчетного периода указанный показатель положителен (отсутствуют признаки кризисного финансового состояния), но изменение показателя за отчетный период  $[t, t + \Delta t]$  отрицательно, т.е. имеет место движение к кризисному финансовому состоянию:

$$\begin{cases} \delta E_{t+\Delta t}^Z > 0, \\ \Delta(\delta E^Z) = \delta E_{t+\Delta t}^Z - \delta E_t^Z < 0. \end{cases} \quad (2.18)$$

Модель основана на линейной экстраполяции показателя  $\delta E^Z$  за пределы отчетного периода, т.е. на предположении, что  $\delta E^Z$  изменяется линейно и, соответственно, в следующем периоде (или периодах) показатель будет изменяться (уменьшаться) со скоростью:

$$v(\delta E^Z) = \frac{\Delta(\delta E^Z)}{\Delta t} < 0. \quad (2.19)$$

Скорость  $v(\delta E^Z)$  интерпретируется в модели как показатель интенсивности неблагоприятной тенденции. При неизменной скорости  $v(\delta E^Z)$  в следующих за отчетным периодах (при сохранении интенсивности тенденции) компания достигнет границы кризисного финансового состояния через критическое время

$$T^{kp} = \frac{\delta E_{t+\Delta t}^Z}{|v(\delta E^Z)|}. \quad (2.20)$$

Показатель  $T^{kp}$  – это линейная оценка времени приближения к банкротству, поэтому она дает ориентир для подготовки плана улучшения финансового состояния компании. В течении времени  $T^{kp}$  компания должна обеспечить такие финансовые результаты или такое привлечение долгосрочных источников финансирования, которые позволят ей удалиться от границы кризисного финансового состояния.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного анализа построенных в работе моделей можно сделать следующие выводы:



1. Экономико-математическая имитационная модель бухгалтерского баланса может эффективно использоваться для моделирования, анализа и прогнозирования финансового состояния компании.
2. Экономико-математическая имитационная модель бухгалтерского баланса позволяет построить модель и алгоритм оценки влияния хозяйственных операций на финансовое состояние компании. Указанный алгоритм может использоваться как для текущей оценки анализируемых бизнес-процессов, так и для перспективного анализа финансового состояния и сравнения сценариев развития компании.
3. Имитационные балансовые модели могут использоваться для выявления и измерения тенденций изменения устойчивости финансового состояния. Показатели интенсивности тенденции и прогнозируемого времени приближения к кризисному финансовому состоянию, построенные с помощью имитационной балансовой модели и вычисляемые на основе бухгалтерской отчетности, позволяют компании обнаруживать и количественно оценивать неблагоприятные тенденции в процессе проведения анализа финансового состояния.

## Литература

1. Баканов М.И. и др. Теория экономического анализа [Текст] : учеб. / М.И. Баканов, М.В. Мельник, А.Д. Шеремет; под ред. М.И. Баканова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 536 с.
2. Блатов Н.А. Балансоведение [Текст] : курс общий / Н.А. Блатов. – Л.: Экономическое образование, 1928. – 283 с.
3. Воронина Л.И. Теория бухгалтерского учета [Текст]: учеб. пособие / Л.И. Воронина – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Эксмо, 2007. – 416 с. – (Высшее экономическое образование).
4. Емельянов А.А. и др. Имитационное моделирование экономических процессов [Текст] : учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
5. Ефимова О.В. Финансовый анализ [Текст]: современный инструментарий для экономических решений : учеб. / О.В. Ефимова. – 2-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2010. – 350 с. – (Высшее финансовое образование).
6. Ковалев В.В. Корпоративные финансы и учет [Текст]: понятия, алгоритмы, показатели : учеб. пособие / В.В. Ковалев, Вит. В. Ковалев. – М.: Проспект, КНОРУС, 2010. – 768 с.
7. Ковалев В.В. Финансовый анализ [Текст]: методы и процедуры / В.В. Ковалев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 560 с.
8. Негашев Е.В. Анализ финансов предприятия в условиях рынка [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Негашев. – М.: Высшая школа, 1997. – 192 с.
9. Трегуб И.В. Имитационное моделирование [Текст]: учеб. пособие / И.В. Трегуб. – М.: Финансовая академия, 2007. – 44 с.
10. Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций [Текст] / А.Д. Шеремет, Е.В. Негашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 208 с.

## Ключевые слова

Финансовое состояние; устойчивость финансового состояния; экономико-математическая имитационное моделирование; компьютерное имитационное моделирование; модель бухгалтерского баланса; агрегированная балансовая модель; хозяйственная операция; кризисное финансовое состояние; интенсивность тенденции; время приближения к кризисному финансовому состоянию.

*Негашев Евгений Владимирович*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. В процессе развития современного финансового анализа возникает необходимость системного отражения финансового состояния компании в адекватных экономико-математических моделях, позволяющих строить прогнозы финансовой устойчивости и проводить сравнения различных возможных траекторий развития компании. Такие

модели должны соответствовать методологии бухгалтерского учета и поэтому строятся на основе моделирования бухгалтерского баланса.

Актуальность проведенного исследования определяется потребностью в обобщенном модельном описании изменений финансового состояния на определенном временном интервале в результате осуществления финансово-хозяйственной деятельности, рассматриваемой в качестве системы последовательностей хозяйственных операций. Имитационная модель финансового состояния обеспечивает изучение последствий различных управленческих решений, создает возможность выбора устойчивого варианта развития, снижающего финансовые риски хозяйственной деятельности компании.

Научная новизна и практическая значимость. В статье построена и исследована имитационная балансовая модель финансового состояния компании. С помощью модели отражается влияние последовательностей хозяйственных операций на финансовое состояние. В целях построения агрегированного представления финансового состояния рассматривается влияние хозяйственных операций на агрегированный баланс, полученный в результате метода свертывания. Рассмотрено влияние хозяйственных операций на абсолютные показатели финансовой устойчивости (показатели обеспеченности запасов источниками финансирования).

Практическая значимость модели финансового состояния обусловлена тем, что на ее основе построена многомерная модель тенденций изменения финансовой устойчивости, позволяющая строить прогнозы кризисных финансовых ситуаций и оценивать время приближения компании к банкротству.

Заключение. Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

*Керимов В.Э., д.э.н., профессор, заместитель по науке заведующего кафедрой «Бухгалтерский учет» ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ»*

## 3.12. APPLICATION OF SIMULATION BALANCE SHEET MODELS IN ANALYSIS OF FINANCIAL STATE OF COMPANY

E.V. Negashev, Candidate of Sciences (Economic), the Senior Lecturer of Chair «Economical Analysis»

Financial University under the Government of the Russian Federation

In the article investigated possibilities of application of economical mathematical simulation model of balance sheet for modeling of financial state of company. Considered applications of balance sheet model for analysis of influence of business transactions on financial state. Constructed model of tendencies of change of financial stability, offered indexes for measuring of intensity and duration of tendencies.

## Literature

1. M.I. Bakanov, M.V. Melnik, A.D. Sheremet . Theory of economical analysis. – M.: Finances and statistics, 2008. – 536 p.
2. N.A. Blatov. Theory of balance sheet: common course. – L.: Ekonomicheskoe obrazovanie, 1928. – 283 p.
3. L.I. Voronina. Theory of accounting. – M.: Eksmo, 2007. – 416 p.
4. A.A. Emelianov, E. A. Vlasova, R. V. Duma. Simulation modeling of economical processes. – M.: Finances and statistics, 2002. – 368 p.
5. O.V. Efimova. Financial analysis: modern instruments for economical decisions. – M.: Omega-L, 2010. – 350 p.
6. V.V. Kovalev, Vit.V. Kovalev. Corporate finance and accounting: notions, algorithms, indexes. – M.: Prospect, KNORUS, 2010. – 768 p.
7. V.V. Kovalev. Financial analysis: methods and procedures. – M.: Finances and statistics, 2001. – 560 p.
8. E.V. Negashev. Analysis of finance of enterprise in the circumstance of market. – M.: Vishaiya shkola, 1997. – 192 p.
9. I.V. Tregub. Simulation modeling. – M.: Finakademia, 2007. – 44 p.
10. A.D. Sheremet, E.V. Negashev. Methods of financial analysis of activity of commercial organization. – M.: INFRA-M, 2008. – 208 p.

**Keywords**

Financial state; financial stability; economical mathematical simulation modeling; computer simulation modeling; balance sheet model; merged balance model; business transaction; crisis-ridden financial state; intensity of tendency; time of approach of crisis-ridden financial state.