

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 519.862.6:336.71

О. С. Билашенко

ГВУЗ «Украинская академия банковского дела Национального банка Украины»

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В настоящей работе предложен алгоритм построения эффективной системы поддержки принятия решений, основой которой являются: моделирующий вычислительный комплекс, информационно-математическое обеспечение комплекса и сам объект, представленный в виде модели прогнозирования эффективности работы банка в зависимости от уровня корпоративного управления.

Ключевые слова: корпоративное управление; моделирование; банк; прогнозирование.

У даній роботі запропоновано алгоритм побудови ефективної системи підтримки прийняття рішень, основою якої є: моделюючий обчислювальний комплекс, інформаційно-математичне забезпечення комплексу і сам об'єкт, представлений у вигляді моделі прогнозування ефективності роботи банку в залежності від рівня корпоративного управління.

Ключові слова: корпоративне управління, моделювання, банк, прогнозування.

The given paper offers an algorithm for the formation of an effective decision-making support system based on the following: a modeling computational complex, information and mathematical provisions of the complex and the object of research itself presented as a model for prediction of bank performance efficiency depending on the level of corporate governance.

Keywords: corporate governance; modeling; bank; forecasting.

Прогнозирование эффективности работы банка – неотъемлемая часть сложного процесса управления. Выбор ошибочных управленческих решений из-за недостаточной их научной обоснованности может привести к негативным последствиям, дорогим потерям. Поэтому общая формула «управлять – значит предвидеть» особенно справедлива для динамических процессов финансовых организаций.

В силу специфики развития банковской системы, возникает необходимость в выработке такого аппарата прогнозных разработок, которые вместе с аналитическими методами могли бы быть применены на практике для построения адекватной модели прогнозирования результатов финансовой деятельности банков.

Вопросы влияния корпоративного управления на эффективность деятельности корпорации рассматривали ведущие отечественные и зарубежные ученые: О. М. Костюк [9], М. В. Самосудов [4], А. Н. Асаул [7], С. Б. Барнгольц [5], И. А. Бланк [6], А. Д. Радыгин [8] и другие.

Однако научные основы прогнозирования как инструмента обеспечения эффективного корпоративного управления в банках исследованы недостаточно. Сложность, недостаточная изученность и нерешенность на теоретическом, методологическом и прикладном уровнях вопросов прогнозирования эффективности финансовой деятельности банка в зависимости от уровня корпоративного управления обусловили выбор темы исследования, подтверждают его актуальность, определяют его цели и задачи.

Основным методом исследования сбалансированных процессов корпоративного управления и функционирования банка является экономико-математическое моделирование, а основным инструментом таких исследований является моделирующий комплекс, создаваемый на базе ЭВМ.

Процесс моделирования включает четыре системообразующих элемента:

- 1) субъект прогнозирования – системный аналитик;
- 2) объект прогнозирования – уровень корпоративного управления в банке;
- 3) предмет прогнозирования – показатели финансовой деятельности банка;
- 4) модель, описывающая отношения между объектом прогнозирования и субъектом [1, с. 20].

Предлагаем собственную методику проведения перспективного прогнозирования эффективности работы банка, информационной базой для проведения которого сформирована на этапе аналитического исследования матрица наблюдений. Алгоритм проведения такого предсказания, по нашему мнению, требует некоторых вполне определенных этапов: I – постановка экономических задач, формирование целей исследования, системы ссылок, гипотез и разработки концептуальной модели, II – разработка математической модели; III – разработка компьютерной модели и программирования; IV – анализ результатов и использования модели для прогнозирования эффективности деятельности банка.

На первом этапе – постановка проблемы эффективной работы банка и разработка концептуальной модели – обосновываются цель, задачи, принципы, функции, подходы перспективного прогнозирования.

Цель прогнозирования – сценарное предсказания будущего состояния динамичного роста уровня развития банка, учитывает как сложившиеся тенденции, так и намеченные цели, оценку возможных последствий выбранных мер управления банком.

Основой прогнозов является разработка сценариев перспективного развития, в основу которых должны быть положены достоверные ситуации будущего развития банковской системы.

Достижение поставленной цели предполагает решение таких основных задач: четкое определение показателей, характеризующих уровень эффективности работы банка, который будет служить ориентиром для дальнейшей разработки отдельных программ повышения экономического саморазвития, выбор методических приемов их определения в динамике и трендов изменения в течение прогнозного периода.

Основными функциями прогнозирования являются:

- научный анализ экономических процессов и тенденций;
- исследование объективных связей экономических явлений развития банка в конкретных условиях в течение определенного периода;
- оценка объекта прогнозирования;
- выявление альтернатив экономического развития;
- накопление научного материала для обоснования целевых мероприятий управления банком.

Именно реализация данных функций прогнозирования позволяет определить общие и специфические подходы, составляющие его научную основу: исторический и комплексный [2, с. 156]. Так как данные подходы взаимосвязаны и взаимно дополняют друг друга, то для обеспечения комплексного прогнозирования уровня эффективности деятельности банка считаем целесообразным их совокупное использование.

В процессе подготовки входной информации следует использовать методы теоретической и математической статистики. Для того, чтобы найти главные

части и связи системы, следует сосредоточить внимание на таких важных моментах:

- 1) понять особенности функционирования банка и определить характеристики основных подсистем;
- 2) анализируются и оцениваются входные данные, полученные в результате предварительно проведенного анализа уровня корпоративного управления;
- 3) выделяются важнейшие показатели, характеризующие уровень корпоративного управления в банке;
- 4) с позиции системного подхода изучается структура банка и устанавливаются важные взаимосвязи между уровнем эффективности работы банка и уровнем корпоративного управления;
- 5) избираются и обосновываются основные показатели и система гипотез, объясняющих поведение банка с точки зрения эффективности работы, на основе которых будет происходить дальнейшая формализация.

На этом этапе моделирования широко применяются качественные методы описания систем, знаковые и языковые модели. Такое приближенное изображение системы называют концептуальной моделью.

Входной информационной базой для прогнозирования результатов финансовой деятельности банка является матрица наблюдений, сформированная на этапе аналитического исследования, содержит наиболее полную характеристику исследуемого объекта и учитывает главные требования к системе оценочных показателей. Следует отметить, что для обеспечения одного из требований оценочных показателей необходимо выделить из многочисленного набора диагностических переменных тот набор показателей, которые имеют наибольший вес для прогнозирования, функционирования и развития всех сфер банка. На основе рассчитанных коэффициентов корреляции проводим разбиение множества признаков на подмножества с учетом основных свойств: 1) сильная корреляция признаков внутри каждой группы, 2) некоррелированности или слабая корреляция между признаками, входящих в разные группы. Выбирая по одному элементу из каждой группы, получаем набор признаков с ценными свойствами для прогнозирования всех подсистем в банке. Это будут признаки некоррелированные или слабо коррелированные друг с другом, зато сильно коррелированные с признаками групп, представляемых ими.

Таким образом, в методику прогнозирования включаем систему показателей, характеризующих объемы, структуру, качество и эффективность использования экономических и человеческих ресурсов, которые можно будет получить путем математической обработки первичных данных официальных статистических материалов Национального банка Украины, Государственной комиссии по ценным бумагам и фондовому рынку, министерств и ведомств, научно-исследовательских институтов, собственных наблюдений и т.п.

На втором этапе – разработка математических моделей – происходит дальнейшая формализация проблем эффективной работы банка и выражения ее в виде конкретных математических соотношений, формул, уравнений и неравенств.

Алгоритмы построения математической модели предусматривают следующие структурные элементы:

- 1) выбор из уже существующих методов или разработка уникального метода решения задачи. Как правило, метод заключается в применении специально разработанных приемов для решения задач данного типа. Если известных методов не существует, или существующие не могут быть применены для конкретной задачи, то необходимо разработать подходящий метод самостоятельно;
- 2) разработка алгоритма для численного решения задачи в соответствии с выбранным методом – один из важнейших этапов в процессе моделирования,

так как от качества разработанного алгоритма зависит количество затраченного времени и ресурсов для решения поставленной задачи. Если разработанный оптимальный алгоритм, то решение задачи будет наиболее эффективным;

3) использование математической модели для составления прогнозов регионального развития;

4) оценка полученных результатов;

5) проверка адекватности математической модели. При необходимости проводится корректировка модели путем уточнения математических методов.

Остановимся подробнее на каждой из предложенных стадий математического моделирования. Для прогнозирования роста прибыльности банка в зависимости от уровня корпоративного управления предлагаем применить регрессионный анализ, используя метод экстраполяции трендов, что позволит определить тенденцию изменения показателей развития во времени и описать фактическую усредненную тенденцию изменения аналитических показателей заданных временных рядов. Прогнозное значение показателей эффективности можно получить с помощью трендовой модели, в которой учтены две составляющие: детерминированная, формирующаяся под влиянием учтенных известных факторов и стохастическая, которая возникает в результате случайных неучтенных факторов.

$$y_t = f(t, a) + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где $f(t, a)$ – детерминированная компонента процесса;

ε_t – стохастическая компонента процесса.

Компонента $f(t, a)$, которая строится на основе временного статистического ряда, будет описана рядом зависимостей (линейной, квадратичной, степенной, экспоненциальной, гиперболической и др.), вид которых выбирается согласно характеру изменения значений показателей за период предыстории. Случайная компонента ε_t , не коррелируя с $f(t, a)$, необходима для уточнения (корректировки) прогнозных значений, полученных на основе экстраполяции тренда.

Предположим, что тенденции развития банка в прошлом, не претерпевают значительных изменений в будущем, то есть влияние стохастической компоненты будет минимальным ($\varepsilon_t \rightarrow \min \rightarrow 0$), и расчет прогноза можно осуществить на основе экстраполяции тренда – зависимости:

$$y = f(t). \quad (2)$$

С учетом временных отрезков предыстории и горизонта прогнозирования ($t=n+m$), уравнение будет иметь вид:

$$y_{n+m} = f(n+m), \quad (3)$$

где n – количество лет заданного временного ряда (предыстории);

m – количество лет прогнозного периода (горизонта прогноза).

Следующий шаг в построении математической модели – выбор качественных уравнений временного тренда, которые объективно описывали зависимости для каждого показателя от времени t . Выбор наиболее подходящего типа аппроксимации осуществляется на основе предварительного анализа временных рядов данных. Характеристикой, которая будет служить индикатором правильности выбора вида уравнения тренда, является коэффициент аппроксимации ($0 \leq R^2 \leq 1$), значение которого отражает близость значения линии тренда к фактическим данным. Линия тренда наиболее соответствует действительности, если коэффициент аппроксимации приближаются к единице ($R^2 \rightarrow 1$).

Подставив в уравнении (1) выбранное уравнение тренда, получим математическую модель прогнозирования первичных показателей, характеризующих уровень корпоративного управления банком.

Если функция $f(t, a)$, аппроксимирующая исследуемый процесс, является нелинейной (степенной или показательной), то для оценки параметров трендовых моделей необходимо осуществить предварительную процедуру логарифмирования уравнения тренда, что приведет к линейной по параметрам функции.

Для обеспечения принципов комплексности и системности модель корпоративного управления банком следует рассматривать как многомерный процесс, который происходит под влиянием многих факторов.

В общем виде линейную по параметрам многофакторную модель можно представить в виде [31, с. 232].

$$y_t = a_0 + a_1 f_1(t) + a_2 f_2(t) + \dots + a_m f_m(t) + e_t, \quad (4)$$

где $a_i (i = 0, \dots, m)$ – неизвестные оценки параметров a_i ;

$e_t (t = 1, \dots, n)$ – отклонения (оценки ошибок ε_t);

$f_i(t)$ – функции динамики влияния соответствующих факторов в момент t .

В дальнейших выкладках значение функции $f_i(t)$ обозначим через X_{ij} и будем рассматривать как независимые факторы. Поэтому уравнение многофакторной модели запишется:

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \dots + a_m x_{mt} + e_t, t = \overline{1, n}. \quad (5)$$

В векторной форме уравнения многофакторной линейной по параметрам модели имеет вид:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_mX_m + e, \quad (6)$$

а в координатной:

$$y_t = a_0 + a_1 x_{t1} + a_2 x_{t2} + \dots + a_m x_{tm} + e_t, t = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Фактор $X_i (i = \overline{1, m})$ есть некоторая детерминированная функция от времени, то есть неслучайной величиной.

Матрица наблюдений за факторами за период $t = \overline{1, n}$ лет включает фактический фактор, и будет представлена в виде:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

1. Оценка параметров многофакторной модели

Для анализа модели, а, по сути анализа данных, предлагаем использовать метод наименьших квадратов (МНК).

[illegible]

$$\text{где } \sum X_i X_j = \sum_{i=1}^n x_{ti} x_{tj}$$

Разделим первое уравнение (9) на n и выразим a_0 через другие параметры. Получим:

$$a_0 = \overline{Y} - a_1 \overline{X_1} - \dots - a_m \overline{X_m}. \quad (10)$$

Исключим a_0 из других уравнений. После несложных преобразований получим систему:

[illegible]

где r_{ii} – коэффициент корреляции между независимыми переменными X_i и X_j ;

r_{yxi} – коэффициент корреляции между Y_i и X_i ;

$\beta_i = a_i \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y}, (i = 1, \dots, m)$ – неизвестные искомые параметры (бета-коэффициенты).

Матрица коэффициентов при неизвестных β_i в системе (11) состоит из парных коэффициентов корреляции между независимыми факторами.

Коэффициенты корреляции между независимыми переменными X_i и X_j рассчитывают по формуле:

$$r_{ij} = \frac{\text{cov}(X_i, X_j)}{S_{x_i} S_{x_j}}, \quad (12)$$

$$\text{при этом } \text{cov}(X_i X_j) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)(x_j - \bar{x}_j)}{n}, \quad (13)$$

где $\overline{x_i}, \overline{x_j}$ – среднее арифметическое переменных X_i и X_j ;

S_i, S_j – стандартное отклонение независимых переменных X_i и X_j соответственно.

Формула коэффициента корреляции приобретает вид:

$$R = [r_{ij}] = \begin{cases} r_{ij}, \text{ для } i \neq j \\ 1, \text{ для } i = j \end{cases}, \quad (14)$$

Таким образом, в общей форме матрица корреляции будет иметь следующий вид:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2j} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & 1 & \cdots & r_{in} \\ \cdots & \cdots & \cdots & r_{ij} & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{ni} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n), \quad (15)$$

Прежде чем решать систему и находить значения β_i , нужно проанализировать эту матрицу. Если фактор X_i линейно связан с фактором X_j , то в этой матрице строка i будет пропорциональна строке j , а элемент r_{ij} по модулю будет равен единице. В этом случае матрица системы становится выражена и система или не имеет решений, или их бесчисленное множество. Конечно, точного равенства

$r_{ij} = \pm 1$ не будет, но возможна близость к плюс или минус единице. В этом случае система становится плохо определенной и соответствующее решение приводит к смещению оценок параметров.

Из системы (11) найдем бета-коэффициенты, показывающие, на сколько своих квадратичных отклонений изменится Y , если независимый фактор X_i изменится на одно свое квадратическое отклонение.

Следующим шагом является расчет средних квадратических отклонений факторов:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{m}}, \quad \sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{(x_{ix_i} - \hat{x}_{ii})^2}{m}}, \quad (16)$$

где m – количество параметров a_i .

Используя рассчитанные значения бета-коэффициентов и квадратичных отклонений, можно определить исходные коэффициенты регрессии $a_i (i = \overline{1, m})$ по формуле:

$$a_i = \beta_i \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_i}}. \quad (17)$$

Подставляя полученные значения коэффициентов a_i в уравнение регрессии (4), получим математическое выражение линейной по параметрам многофакторной модели. Экономический смысл коэффициентов a_i заключается в том, что они показывают, на сколько единиц изменится фактор Y , если независимый фактор X_i изменится на единицу. По данной методике рассчитываются коэффициенты математической модели корпоративного управления банка: X_1, X_2, \dots, X_m .

Следует отметить, что при идентификации модели могут возникнуть такие ошибки, приводящие к получению ложных параметров:

- 1) неправильный выбор вида тренда, т. е. класса функции $f(i)$;
- 2) неправильное постулирование закона распределения и свойств стохастической составляющей.

Поэтому после построения модели перейдем к анализу и обоснованию ее адекватности.

2. Проверка адекватности многофакторных моделей.

Важным моментом многофакторных моделей является установление влияния независимого фактора X_i на Y . Этот вопрос важен как для выяснения степени влияния факторов, так и с точки зрения возможности упрощения модели. Если некоторый фактор несущественно влияет на Y , его можно исключить из модели и тем самым упростить модель. При этом модель нужно перечислить.

Существенность влияния фактора X_i на Y будем оценивать с помощью проверки существенности отличия от нуля коэффициента a_i . Если коэффициент $a_i \neq 0$, то фактор X_i существенно влияет на Y , в противном случае его влияние небольшое и может быть исключено из модели. Но для полного анализа нужно проверить все возможные комбинации факторов, так как влияние одного фактора может меняться в зависимости от присутствия одного или нескольких комбинаций других факторов. В модель включаются все факторы, а затем постепенно отбрасываются несущественные, до тех пор, пока не останутся те, влияние которых статистически доказано.

Еще одна проблема, которую нужно решить, – наличие мультиколлинеарности – линейной связи между факторами X_1, X_2, \dots, X_m многофакторной модели. Сильная мультиколлинеарность между факторами приводит к таким последствиям:

1. Падение точности оценивания, когда:
 - ошибки некоторых конкретных оценок становятся очень большими;
 - ошибки сильно коррелируют друг с другом;
 - выборочные дисперсии резко возрастают.
2. Введение в анализ тех или иных переменных оказывается некорректным.
3. Высокая чувствительность оценок коэффициентов к особенностям выборочных данных [3, с. 234].

Для измерения мультиколлинеарности предлагаем использовать метод Феррара-Глобера:

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{6}(2m + 5) \right] \ln |r|, \quad (18)$$

где r – матрица коэффициентов парных корреляций между факторными признаками.

Полученное значение сравнивается с табличным при $0,5m(m-1)$ степенем свободы и уровнем значимости α . Если $\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$, то существует общая коллинеарность. Для проверки гипотезы о наличии частичной мультиколлинеарности используем критерий Стьюдента, который позволяет проверить существенность отдельных коэффициентов корреляции факторных признаков.

Вычислим для каждого коэффициента a_i значение критерия Стьюдента, используя формулу:

$$t_{a_i}^{\text{рас.}} = \frac{|a_i|}{\sigma_{a_i}}. \quad (19)$$

Поскольку элемент обратной матрицы b_{ii}^{-1} равен:

$$b_{ii}^{-1} = \frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \text{cov}(a_i, a_i), (i = 0, 1, \dots, m), \text{ то получим: } \sigma_{a_i}^2 = \text{cov}(a_i, a_i) = \sigma_\varepsilon^2 b_{ii}^{-1}$$

$$\text{или } \sigma_{a_i} = \sigma_\varepsilon \sqrt{b_{ii}^{-1}}. \quad (20)$$

Среднее квадратическое отклонение σ_ε препятствий ε_t нам неизвестно. Заменим его средним квадратичным отклонением ошибок ε_t . Для этого находим теоретические значения наблюдений $y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + \dots + a_m x_{mt}, t = 1, 2, \dots, n$, а также отклонения (оценки помех) $e_t = y_t - \hat{y}_t, t = 1, 2, \dots, n$. Тогда несмещенная

дисперсия этих отклонений будет равна: $\text{var}(e_t) = \frac{\sum e_t^2}{n - m - 1}$ и $\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n - m - 1}}$.

Подставляя это выражение вместо σ_ε , а затем в выражение для t_{a_i} , получим:

$$t_{a_i} = \frac{a_i}{\sqrt{b_{ii}^{-1} \sum e_t^2}} \sqrt{n - m - 1}. \quad (21)$$

Для проверки существенности отклонения a_i от нуля нужно сравнить полученное значение с критическим $t_{кр.}(\alpha, k = n - m - 1)$.

Если $t_{a_i} < t_{кр.}$, то фактор X_i несущественно влияет на Y и его можно исключить из модели. В противном случае его надо оставить. При решении проблемы лишних факторов отвергают не все несущественные факторы, а только те, для которых значение критерия Стьюдента минимальное по модулю, так как иногда

в формуле (21) коефіцієнт a_i беруть без модуля. Затем снова пересчитывают модель и процедуру повторяют.

Для подтверждения адекватности модели следует провести дисперсионный анализ, для чего рассчитаем различные суммы квадратов отклонений:

1. Общая сумма квадратов отклонений уровней y_i от их среднего значения будет равна: $SS_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ и она имеет $n - 1$ степеней свободы.

2. Сумма квадратов отклонений уровней, исчисленных по уравнению регрессии, от средней (сумма квадратов обусловлена регрессией) равна: $SS_p = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$. Эта сумма будет иметь m степеней свободы.

3. Сумма квадратов отклонений фактических значений уровней от теоретических (сумма квадратов ошибок e_i) равна: $SS_n = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$. Она имеет $n - m - 1$ степеней свободы.

Между этими суммами существует зависимость: $SS_p = SS_{\Sigma} - SS_n$.

Расчетное значение критерия Фишера ($F^{poz.}$) вычисляется по формуле:

$$F = \frac{MSS_p}{MSS_n},$$

где $MSS_p = \frac{SS_p}{k_p}$ – дисперсия регрессии, при $k_p = m$;

$MSS_n = \frac{SS_n}{k_n}$ – дисперсия ошибки, при $k_n = n - m - 1$.

Сравнивая расчетное значение с критическим, делаем выводы:

1) если $F^{poz.} \leq F^{kp}$, то надо принять нулевую гипотезу об отсутствии линейной связи между Y и избранными независимыми факторами;

2) если $F^{poz.} > F^{kp}$, то нулевая гипотеза отклоняется, т. е. наличие линейной связи между Y и избранными независимыми факторами статистически значима.

Важным показателем для анализа многофакторной линейной модели является множественный коэффициент детерминации R^2 , который определяется следующей формулой:

$$R^2_{yx_1 \dots x_m} = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{SS_n}{SS_{\Sigma}}. \quad (22)$$

Он показывает, какая часть общей дисперсии зависимой переменной описывается построенной моделью.

Этот коэффициент можно определить, используя бета-коэффициенты и парные коэффициенты корреляции между зависимой и независимой переменными по формуле:

$$R_{yx_1 \dots x_m} = \sqrt{\beta_1 r_{yx_1} + \dots + \beta_m r_{yx_m}}. \quad (23)$$

Данная формула удобна тем, что показывает вклад каждой из переменных в определение множественной связи, характеризует силу воздействия совокупности факторных признаков на зависимую переменную. Приведенная формула эквивалентная другой формуле:

$$R_{yx_1 \dots x_m} = \sqrt{1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}.$$

Чем ближе полученное значение коэффициентов R^2 и R к 1, тем лучше качество полученной модели. Однако, учитывая то, что получено выборочную оценку коэффициента R , следует провести исследование наличия линейной связи посредством проверки нулевой гипотезы для множественного коэффициента корреляции. Воспользуемся для этого коэффициентом Стьюдента. Формула в этом случае будет иметь вид:

$$t_R = \frac{R}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{n-m-1} = \frac{R\sqrt{k_n}}{\sqrt{1-R^2}}. \quad (24)$$

Рассчитанное значение t_R сравнивают с критическим значением критерия Стьюдента для уровня значимости, который задается, и $k = n - m - 1$ степеней свободы. Если $t_R < t_{kp}(\alpha, k)$, то принимается нулевая гипотеза, то есть $R_{yx_1 \dots x_m}$ не существенно отличается от нуля или линейная связь отсутствует. В противном случае гипотеза отклоняется и принимается гипотеза о наличии линейной связи.

Дальнейшая проверка адекватности многофакторной модели сводится в основном к анализу отклонений ε_i как оценок препятствий, поскольку только в отклонениях содержится информация о соответствии истинных значений уровней временного ряда и теоретических значений, вычисленных с помощью построенного уравнения регрессии. Такой анализ отклонений может дать направление к изменению вида модели или дополнения.

Важным этапом проверки свойств, получаемых отклонений является доказательство того, что они подчиняются одному закону распределения, вид которого задается или с физических соображений, или принимается априори, с некоторыми неизвестными параметрами. Так как при использовании определенных критериев, например: Фишера, Стьюдента и др., предполагается, что ошибки подчиняются нормальному или асимптотически нормальному закону распределения. Для анализа независимости ошибок используют критерий Дарбина-Уотсона и другие тесты.

С помощью данного критерия проверяется гипотеза, что корреляция (ρ_1) между соседними ошибками e_i и e_{i+1} равна нулю, то есть $H_0 : \rho_1 = 0$ против альтернативной ($H_1 : \rho_1 \neq 0$). Для проверки нулевой гипотезы вычисляется значение статистики d по формуле:

$$d = DW = \frac{\sum_{i=1}^n (e_{i+1} - e_i)^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}, \quad (25)$$

Дарбином и Уотсоном предложены критические значения статистики d в виде пары точек d_l и d_u ($d_l < d_u$). Критические значения d_l и d_u для различных n , m , α , где n – количество наблюдений, m – количество факторов в модели, α – уровень значимости.

Алгоритм проверки независимости ошибок с помощью критерия Дарбина-Уотсона такой [3, с.186].

1. Если $d_u < d < 4 - d_u$, то нулевую гипотезу не исключают на уровне значимости 2α , то есть, можно считать, что ошибки независимы.

2. Если $d < d_l$, $d \geq 4 - d_l$ (односторонний критерий), то нулевая гипотеза отклоняется на уровне значимости α и принимается альтернативная, что ошибки не являются независимыми и между ними существует положительная (отрицательная) связь.

3. Если d находится в интервалах ($d_l \leq d \leq d_u$) или ($4 - d_u \leq d \leq 4 - d_l$), то критерий Дарбина-Уотсона не позволяет сделать определенного вывода. На практике, чтобы избежать этого неопределенного случая, следует применить упрощен-

ный вариант проверки, при котором учитывают только одно критическое значение d_u . Тогда:

Только после того, как математическая модель проверена на всех тестах и соответствует предлагаемым условиям, можно считать, что она адекватна и может быть использована для прогноза.

Третий этап – разработка компьютерной модели предполагает выполнение следующих шагов:

- 1) выбор вычислительных средств (программного обеспечения и технической архитектуры вычислительных комплексов);
- 2) программирования или настройки соответствующих параметров существующих программно-методических комплексов;
- 3) отладка программы – это процесс выявления синтаксических и логических ошибок и неточностей в программе, которые возникли на этапе ее компиляции (интерпретации) или выполнение;
- 4) тестирование программы заключается в проверке правильности работы программы на различных тестовых примерах. В тестовых примерах заранее известен результат, так что можно сравнить результаты работы программы и действительное решение задачи. Особую роль играет полнота системы тестов, которая обеспечивает проверку правильности работы программы во всех возможных ситуациях;
- 5) оценка адекватности компьютерной модели. На основе результатов проверки модели принимается решение о возможности ее практического использования или вносятся уточнения.

На этом этапе необходимо оценить эффективность работы компьютерной модели. Эффективной считается такая компьютерная модель, которая позволяет получить нужный результат за короткое время работы компьютера с наименьшими затратами оперативной памяти.

На четвертом, заключительном этапе проводится анализ полученных числовых результатов и принятия соответствующих решений, который включает:

- 1) планирование проведения машинного эксперимента, т. е. составление перечня комбинаций переменных и параметров, при которых должно происходить моделирование системы;
- 2) выполнение программы;
- 3) при оценке полученных результатов исследования используют интерактивные режимы функционирования комплекса. Выведенные предварительные результаты процесса прогнозирования роста прибыльности банка на экран дисплея в виде таблиц, графиков, диаграмм, схем и т. д. позволяют ответить на вопрос о правильности и полноте результатов моделирования, о возможности практического применения последних, о достижении целей исследования. При удовлетворительной оценке эффективности полученного прогноза полученные результаты выводятся на принтер.

Все эти четыре этапа связаны между собой и образуют общую комплексную модель процесса прогнозирования, которая является композицией подмодели, их определенной структуризацией, функции которых реализуются на основе взаимодействия различных подходов и методов. Реально взаимодействие блоков модели проявляется в построении и согласовании основных показателей.

Надо иметь в виду, что на каждом из промежуточных этапов моделирования могут возникать заранее непредсказуемые недостатки, которые проявляются при их идентификации. Если же исправить такие ошибки на промежуточном этапе

невозможно, то они устраняются в последующих этапах, что объясняет существование обратных связей, задачей которых является обеспечение надежности модели. Для того, чтобы уменьшить ожидаемые ошибки, придется вносить изменения в уже существующую модель. И, безусловно, модель необходимо уточнять при изменении обстоятельств. Такие изменения вносятся в течение всего времени, когда модель применяется в реальной жизни.

Выводы. Предложенный алгоритм построения комплексной модели процесса прогнозирования уровня эффективности деятельности банка в зависимости от уровня корпоративного управления заслуживает внимания, поскольку позволяет сделать ряд обобщений, имеющих практический характер, и могут быть использованы для дальнейшего совершенствования мер управления банком в условиях поиска потенциальных возможностей экономического развития. Разработка комплексных агрегированных моделей требует знаний не только основ экономической теории, но и основ экономической статистики и эконометрики, владение основами математического анализа, компьютерными технологиями. Поэтому специалистам в этих областях нужно обратить свое внимание на дальнейший поиск и разработку методов и методических подходов к разработке комплексных моделей прогнозирования результатов финансовой деятельности банков при активном применении электронно-вычислительных комплексов.

Библіографічні посилання

1. Поліщук С. З. Системний аналіз і моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку території / С. З. Поліщук, В. О. Долодаренко, Н. А. Чорнобривкіна, А. І. Рябко. – Дніпропетровськ : Поліграфіст, 2001. – 133 с.
2. Максимова Т. С. Формування механізму діагностування та прогнозування економічного та соціального розвитку регіонів : дис. ... на здобуття наук. ступеня докт. економ. наук : спец. 08.10.01 «Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка» / Т. С. Максимова. – Луганськ, 2004. – 270 с.
3. Гєєць В. М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування / В. М. Гєєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк, В. В. Іванов, Н. А. Дубровіна, А. В. Ставицький. – Х. : Інжек, 2005. – 396 с.
4. Самосудов М. В. К вопросу о моделировании корпоративных систем: Модель «Эволюция корпорации» / М. В. Самосудов // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2011. – № 22.
5. Барнгольц С. Б. Методология экономического анализа деятельности хозяйствующего субъекта / С. Б. Барнгольц, М. В. Мельник. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 240 с.
6. Бланк И. А. Финансовый менеджмент : учебный курс / И. А. Бланк. – К. : Эльга, Ника-Центр, 2004. – 656 с.
7. Асаул А. Н. Менеджмент корпорации и корпоративное управление / А. Н. Асаул, В. И. Павлов, Ф. И. Бескиер, О. А. Мышко. – СПб. : Гуманистика, 2006.
8. Радыгин А. Д. Эволюция форм интеграции и управленческих моделей: опыт крупных российских корпораций и групп // Российский журнал менеджмента. – 2004. – Т. 2. – № 4.
9. Kostyuk A. N. Capital Structure as a mechanism of corporate governance in Ukraine / A. N. Kostyuk // Journal of East European Management Society: Special issue on corporate governance in transition. – 2003. – № 1. – С. 24–30.

Надійшла до редколегії 14.10.2013