

## МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© 2014 В.А. Кошелев\*

**Ключевые слова:** риск, прогнозирование, строительство, управление рисками.

Рассматриваются методы прогнозирования рисков зон в строительстве, характеризуются основные этапы процесса прогнозирования рисков, дается прогнозная оценка рисков, выявленных на основе результатов исследования отклонений параметров логистических процессов в секторе жилищного строительства СК "Авиакор".

Работа с рисками в строительной компании должна осуществляться на уровне менеджмента с привлечением соответствующих подразделений, прежде всего, выполняющих логистические функции. После анализа и оценки всех видов риска необходимо внутри строительной компании построить систему контроля и реагирования на то или иное отклонение. Однако, как правило, руководство отслеживает конечный результат, выясняет причину и предлагает на следующий год по возможности обойти или ограничить причину, оказывающую негативное влияние на результат хозяйственной деятельности. Для уменьшения отрицательных последствий необходимо создать систему, включающую в себя и аналитическую работу, и прогнозирование в краткосрочном и долгосрочном периодах, и контроль и анализ результатов. При этом важную роль в процессе управления рисками играет именно прогнозирование, которое позволяет минимизировать погрешность принятия решения с вероятным отрицательным результатом, поскольку количественная оценка прогноза дает возможность избежать многих нежелательных отклонений<sup>1</sup>.

При прогнозировании рисков в строительстве следует принимать во внимание характер их влияния на результаты хозяйственной деятельности с целью учета специфики рисков в аналитических расчетах. Исходя из этого, риски разделяются на две группы:

1-я группа - риски, которые непосредственно влияют на результаты хозяйственно-финансовой деятельности строительной компании. Их можно считать приоритетными в формировании условий по их снижению или предотвращению. К ним можно отнести неточность оценки проектных затрат, ошиб-

ки учета движения материалов, неполные комплекты документации, задержки выполнения административных процедур, недостаточный уровень квалификации персонала и т.д.

2-я группа - риски изменяющейся внешней среды, которые оказывают косвенное влияние на результаты хозяйственно-финансовой деятельности предприятий. К этой группе можно отнести изменения цен на материалы, изменение стоимости аренды техники и т.д.

Несмотря на объективную сложность оценки данных рисков, в связи с возрастающим масштабом ущербов от них увеличивается и потребность компаний в разработке механизмов моделирования рисков как атрибута моделей прогнозирования<sup>2</sup>.

В современных условиях при многообразии сложных ситуаций для строительных компаний в первую очередь требуется, чтобы модели были гибкими, т.е. могли реагировать на изменение внешней и внутренней среды. Кроме того, необходимым критерием качества моделей прогнозирования должна быть адаптивность. Модели прогнозирования рисков должны быть построены таким образом, чтобы имелась возможность вводить оперативно в модель те факторы, которые в большей или меньшей степени отвечают за зоны риска.

Для этого важно совершенствовать и сам процесс построения моделей прогнозирования, и способы использования их в строительных компаниях. Необходимо, однако, помнить, что речь идет о непрерывном анализе внешней и внутренней среды строительной компании с целью определения зон риска<sup>3</sup>. Особенно актуальна разработка моделей прогнозирования в условиях риска, а также комбинированных методов прогнозирования с

\* Кошелев Владимир Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент Самарского государственного экономического университета. E-mail: Kafedra-kl@yandex.ru.

использованием совместно экономико-математических и эконометрических (как статистических, так и экспертных) моделей<sup>4</sup>.

Говоря о прогнозировании, мы подразумеваем различные подходы (формальные и не формальные), которые позволяют принимать решения с определенной долей достоверности о будущем поведении объекта или процесса. Причем используется для прогнозирования анализ не только предыдущего опыта развития объекта или процесса, но и анализ внутренних и внешних связей данного объекта или процесса.

Классифицировать методы прогнозирования можно по различным признакам, но в первую очередь необходимо выделить подход к прогнозированию. В данном случае речь идет об интуитивном или формализованном подходе. Каждая группа методов содержит свои положительные и отрицательные стороны. Общая схема классификации методов прогнозирования представлена на рис. 1.

Объект или процесс прогнозирования бывает достаточно сложным. Это может быть

ходить из логического анализа прогнозируемого процесса или явления, после чего составляются отчеты (аналитический метод). Также можно проводить анализ исследуемого процесса при различных условиях с учетом временных характеристик (метод написания сценария).

Отличие методов, связанных с коллективной экспертной оценкой, заключается в том, что коллективное принятие решений может определить более высокую точность результата, также при работе коллектива экспертов могут быть выдвинуты неординарные подходы к решению проблемы.

Если речь идет о коротком периоде времени, достаточно продуктивен метод коллективной генерации идей. Этот метод дает возможность рассмотреть разноплановые пути развития процесса или явления прогнозирования. Здесь очень важно взаимопонимание всех участников, задействованных в процесс решения некоторой проблемы, особенно руководителя и нижестоящего персонала.

В настоящее время часто используется метод “Дельфи”, который позволяет обоб-

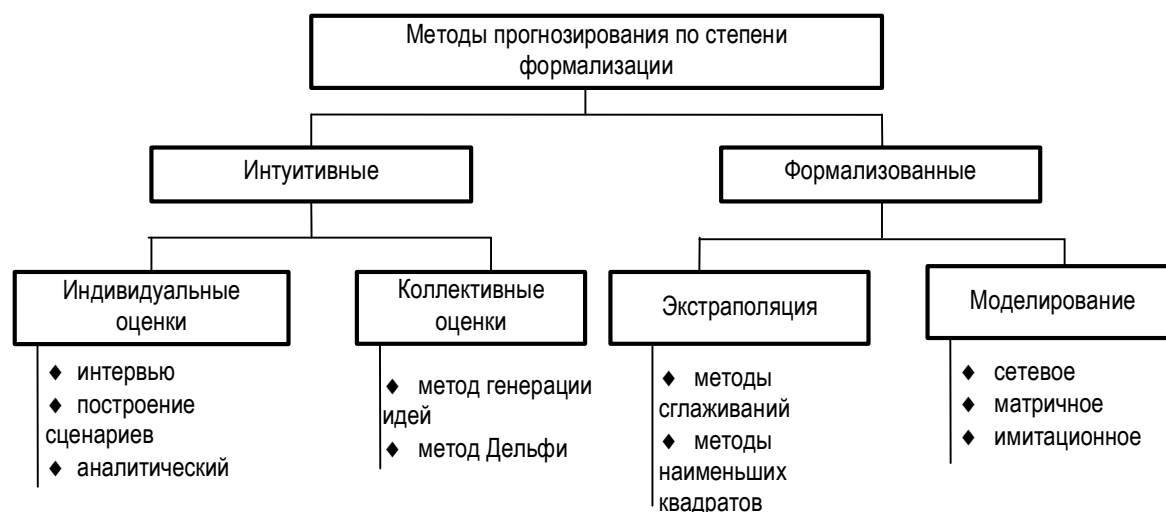


Рис. 1. Схема классификации методов прогнозирования

связано со многими причинами. В этом случае применяются интуитивные модели прогнозирования, так как формализованный подход здесь практически не возможен. К интуитивным методам относят коллективные и индивидуальные экспертные оценки.

В строительной компании в разрезе индивидуальных оценок можно применять следующие методы. В каждом подразделении выделяется эксперт, который проводит своеобразное интервью со специалистом по конкретным вопросам (метод интервью). Также можно ис-

щать мнения отдельных экспертов в согласованное групповое мнение. Отличие метода “Дельфи” от методов, связанных с коллективной экспертной оценкой, заключается в том, что эксперты строительной компании остаются неизвестными; результаты интервью предыдущего периода используются для анализа; проводится статистическая обработка группового исследования.

При статистической обработке в первую очередь проводят ранжирование полученной информации, затем используются методы

парного и последовательного сравнения и в результате дается непосредственная оценка.

Формализованные методы связаны с постановкой задачи, что достаточно сложно в области управления рисками. Если рассматривать методы экстраполяции, то большую долю сложности представляют изучение и осмысление динамики изменения процесса или явления в предшествующем периоде, причем необходимо выявить закономерности и перенести их на следующий период. Сложность также заключается в том, что только специалист может адекватно понимать исследуемый процесс, выявлять закономерности и механизм их развития.

Эффективным средством прогнозирования возможных рисков принято считать моделирование. Предварительное изучение зон риска, выделение источников возникновения рисков, теоретический анализ полученной модели, проверка качества и значимости модели, ее корректировка в случае необходимости являются основой любого моделирования.

К одному из наиболее приемлемых методов прогнозирования рисков можно с уверенностью отнести метод регрессионного анализа. При изучении рисков с целью их управления необходимо установить зависимость между параметрами, входящими в модель и результативным признаком, который в данном случае связан с себестоимостью строительной продукции.

Кроме того, регрессионный метод универсален, имеется возможность широкого выбора функциональных зависимостей. Но самое главное, что необходимо отметить, - это применение информационных технологий. В настоящее время существует множество пакетов, в которых имеется возможность проводить регрессионный анализ.

Таким образом, методы, связанные с интуицией экспертов, должны опираться на опыт сотрудников подразделений строительной компании. Предполагается, что их объективное мнение и знание ситуации помогут избежать или, по крайней мере, предугадать основные зоны риска. Сегодня существует возможность дать оценку проблемы с помощью математического аппарата, что повышает уровень экспертной оценки.

Формализованные методы прогнозирования основаны на математической обработке статистических данных, их точность во многом зависит от того, насколько точна полученная информация, использованная при проведении расчетов. Значительную роль могут сыграть методы, основанные на применении многомерной регрессии, показывающие, как со временем система приходит в норму после вероятностных колебаний<sup>5</sup>.

Прогнозирование основных видов риска для строительной компании и определение конкретных результативных показателей можно представить в виде алгоритма (рис. 2).



Рис. 2. Схема алгоритма прогнозирования видов риска

В процессе прогнозирования рисков СК “Авиакор” на этапе логического анализа было отобрано большое количество факторных признаков: уровень обеспеченности материалами, простой техники, простой и дефицит персонала, образование излишних материалов. Включение всех этих признаков в разрабатываемую регрессионную модель необязательно. В нее были включены факторные признаки, которые в наибольшей степени связаны с результативным признаком. Кроме того, в модель не следует включать признаки, дублирующие одну и ту же информацию о результативном показателе.

Компаниям следует учесть, что признаки могут меняться, но предлагаемая методика позволит моделировать создавшуюся ситуацию.

При отборе признаков в модель необходимо проанализировать матрицу парных коэффициентов корреляции. Анализ матрицы парных коэффициентов корреляции состоит из двух этапов. На первом этапе анализируются коэффициенты, характеризующие тесноту взаимосвязи между результативным признаком и каждым факторным признаком. Чем выше коэффициент, тем большее влияние оказывает соответствующий факторный признак на результативный. Если есть небольшие значения коэффициента, то соответствующие факторные признаки в модель не вводят, так как они несут малую информацию о результативном показателе.

На втором этапе анализируются коэффициенты, характеризующие тесноту взаимосвязи между каждой парой факторных признаков. Необходимость анализа этих коэффициентов объясняется следующим.

Дальнейшее применение регрессионного анализа (построение регрессионной модели) предполагает независимость факторных признаков. Однако в строительстве таких признаков практически нет. Включение в модель взаимосвязанных факторов может привести к тому, что система нормальных уравнений, получаемая методом наименьших квадратов, будет плохо обусловленной. В результате коэффициенты регрессии оказываются неустойчивыми.

В процессе исследования на основе корреляционно-регрессионного анализа была получена модель, отражающая взаимосвязь себестоимости строительной продукции с

уровнем обеспеченности материалами, сроком техники и сроком выполнения строительных работ:

$$Y = 27,22 - 0,0086X_1 + 0,001X_2 + 0,014X_3.$$

При любой форме связи проверяют значимость модели.

Проверяется значимость с помощью случайной величины, которая имеет распределение Фишера - Снедекора с числами степеней свободы  $k_1 = p$ ,  $k_2 = n - p - 1$ :

$$F = \frac{S_y^2}{S_{ocm}^2}$$

$$\text{где } S_y^2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^n (y_j^T - \bar{y})^2,$$

$$S_{ocm}^2 = \frac{1}{n - p - 1} \sum_{j=1}^n (y_j^{\mathcal{E}} - y_j^T)^2,$$

где  $S_y^2$  - исправленная выборочная дисперсия результативного признака;  $S_{ocm}^2$  - остаточная дисперсия;  $y_j^T$  - значения результативного признака, вычисленные по уравнению регрессии;  $y_j^{\mathcal{E}}$  - эмпирические значения результативного признака;  $\bar{y}$  - общая средняя результативного признака;  $n$  - число наблюдений;  $p$  - число факторных признаков, включенных в модель.

Получить  $F_{расч}$  для полученной модели  $Y = 27,22 - 0,0086X_1 + 0,001X_2 + 0,014X_3$  можно, используя пакет анализа Excel - функция регрессия (табл.1).

Таблица 1

**Фрагмент регрессионного анализа для определения  $F_{расч}$**

Показатель	df	F
Регрессия	3	4,9244
Остаток	12	
Итого	15	

С использованием пакета программ Excel можно определить критическое значение распределения Фишера - Снедекора с помощью функции ГРАСПОБР (вероятность; степень свободы 1, степень свободы 2).

Вероятность - это уровень значимости: степени свободы  $1 - k_1 = p$ ,

степени свободы  $2 - k_2 = n - p - 1$ .

Для уровня значимости 0,05 со степенями свободы  $k_1 = 3$ ,  $k_2 = 12$  получаем

$$F_{кр} = 3,4903.$$

Для полученной модели  $F_{расч} > F_{набл}$  из этого следует, что построенная модель значима и ее можно использовать для более углубленного анализа и прогнозирования.

Для дальнейшего исследования требуется проверить тесноту взаимосвязи между себестоимостью строительной продукции и факторными признаками, включенными в регрессионную модель.

Для проверки уравнения регрессии на общее качество используется коэффициент детерминации  $R^2$ , формула расчета для которого имеет вид

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2},$$

где  $e_i$  - остаточная дисперсия (разность между фактическими данными и данными, полученными из модели);  $y_i$  - фактические данные;  $\bar{y}$  - среднее значение фактических данных.

Коэффициент детерминации определяет долю общей дисперсии результативного признака, в данном случае - себестоимости строительной продукции, которая задается уравнением регрессии. По абсолютной величине коэффициент детерминации находится между нулем и единицей. Для того чтобы уравнение регрессии достаточно полно объясняло поведение результативного признака, необходимо, чтобы коэффициент детерминации был ближе к единице.

Так как мы рассматриваем множественную регрессию, то  $R^2$  является неубывающей функцией числа влияющих переменных, входящих в модель. При добавлении новой влияющей переменной значение  $R^2$  не изменится. Это объясняется тем, что каждая следующая влияющая переменная будет дополнять информацию, которая объясняет поведение результативного признака.

В формуле для коэффициента детерминации используется величина  $e_i$ , определяемая как разность между фактическими данными и данными, полученными из модели, - остаточная дисперсия. Систематическая ошибка будет тем значительнее, чем больше факторов определяется в уравнении регрессии при заданном

числе наблюдений  $n$ . Если число факторов  $(p + 1)$  приближается к числу наблюдений  $n$ , то остаточная дисперсия будет стремиться к нулю, а коэффициент детерминации - к единице, даже если связь между влияющими факторами и результатом слабая. Поэтому в числителе и знаменателе дроби делается поправка на число степеней свободы остаточной и общей дисперсии, соответственно:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2 / (n - p - 1)}{\sum (y_i - \bar{y})^2 / (n - 1)}.$$

При включении в уравнение регрессии дополнительных факторов величина  $R^2$  увеличивается. Поправочный коэффициент детерминации компенсирует это увеличение за счет наложения соответствующих ограничений.

Тесноту связи исследуют с помощью коэффициента множественной линейной корреляционной зависимости -  $R$ . Данный коэффициент характеризует тесноту взаимосвязи между себестоимостью строительной продукции и факторами, включенными в модель, т.е. простым техникой, уровнем обеспеченности материалами и сроком выполнения работ.

С помощью пакета анализа Excel - РЕГРЕССИЯ - получаем расчетные значения коэффициента множественной линейной корреляционной зависимости  $R$  и коэффициента детерминации  $R^2$  (табл. 2).

Таблица 2

**Фрагмент регрессионного анализа для расчета коэффициента множественной линейной корреляционной зависимости  $R$**

Регрессионная статистика	
Множественный $R$	0,7428
$R$ -квадрат	0,5517
Наблюдения	16

Значимость множественного коэффициента корреляции проверим с помощью случайной величины, которая имеет распределение Стьюдента с  $k = n - p - 1$  степенями свободы:

$$T = \frac{R\sqrt{n-p-1}}{\sqrt{1-R^2}},$$

где  $R$  - множественный коэффициент корреляции;  $n$  - число наблюдений;  $p$  - число факторных признаков, включенных в модель. Итак,  $T_{расч} = 3,8436$ .

Критическое значение величины рассчитываем с помощью функции Excel СТЬЮД-РАСПОБР (вероятность; степень свободы), где вероятность - уровень значимости; степень свободы -  $k = n - p - 1$ .

При уровне значимости 0,05 (95%) и  $k = 12$  (16 наблюдений - 3 факторных признака -1) получили

$$t_{кр} = 2,1788.$$

Так как  $T_{расч} > t_{кр}$ , следовательно, при данном уровне значимости множественный коэффициент значим и мы можем использовать такие факторы, как уровень обеспеченности материалами, простой техники и срок выполнения строительных работ для прогнозной оценки себестоимости строительной продукции.

Пакет РЕГРЕССИЯ также позволяет по всем наблюдениям предоставить информацию о теоретических значениях себестоимости строительной продукции и рассчитать остатки (табл. 3).

Таким образом, факторы, влияющие на себестоимость строительной продукции, могут оказывать положительное или отрицательное влияние и друг на друга. Если выявить это влияние и построить однофакторные модели связи, то данная методика впоследствии позволит при определении новых зон риска использовать полученный алгоритм.

<sup>1</sup> Швецова Е.В. Информационное сопровождение в цепях поставок // Вестник Самарского

Таблица 3

Прогнозные значения себестоимости строительной продукции

Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки
1	28,16	0,14
2	27,90	-0,20
3	27,94	0,06
4	28,45	0,15
5	28,46	0,14
6	28,26	0,14
7	28,43	-0,23
8	28,26	-0,06
9	28,17	0,13
10	28,14	0,06
11	27,95	-0,05
12	28,47	-0,67
13	28,50	0,20
14	28,70	0,10
15	28,59	0,01
16	28,12	0,08

государственного экономического университета. Самара, 2013. № 107. С. 46-49.

<sup>2</sup> Ермасова Н.Б. Риск-менеджмент организации. М. : Дашков и Ко, 2013. 380 с.

<sup>3</sup> Кошелев В.А., Сосунова Л.А. Анализ рисков в жилищном строительстве: методы и инструменты // Рос. предпринимательство. 2014. № 3 (249). С. 34-41.

<sup>4</sup> Вентцель У.С. Теория вероятности и ее инженерные приложения. М. : Наука, 2008. 215 с.

<sup>5</sup> Каплан Р.С., Нортон Д.П. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты : пер. с англ. М. : Олимп-Бизнес, 2005. 512 с.

Поступила в редакцию 04.04.2014 г.