

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ИНВЕСТИЦИОННО- СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Аннотация.* В статье определена возможность использования математического моделирования на подготовительном этапе инвестиционно-строительной деятельности. Комплексное использование математического и бухгалтерского моделирования позволяет спроектировать влияние каждого отдельного заказа или совокупности работ на стоимость акционерного капитала строительной компании, что позволяет принимать обоснованные экономические решения.

**Ключевые слова:** прогнозирование, математическое моделирование, бухгалтерское моделирование, строительство, экономическое моделирование

Зимакова Л. О., Zubova H. Г.

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*Анотація.* У статті визначено можливість використання математичного моделювання на підготовчому етапі інвестиційно-будівельної діяльності. Комплексне використання математичного та бухгалтерського моделювання дозволяє спроектувати вплив кожного окремого замовлення або сукупності робіт на вартість акціонерного капіталу будівельної компанії, що дозволяє приймати обґрунтовані економічні рішення.

**Ключові слова:** прогнозування, математичне моделювання, бухгалтерське моделювання, будівництво, економічне моделювання

Zimakova L., Zubova N.

## POSSIBILITIES OF THE MATHEMATICAL MODELING APPLICATION FOR THE ANALYSIS OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION ACTIVITIES AT THE PREPARATORY STAGE

*Summary.* The article outlines the possibilities of the mathematical modeling application of investment and construction activities at the preparatory phase. The integrated use of the mathematical and accounting modeling allows to predict the influence of each separate order or a range of operations on the value of the share capital of a construction company, which allows to make well-grounded economic decisions.

**Keywords:** prediction, mathematical modeling, accounting modeling, construction, economic modeling

### 1. Введение

В современных условиях коммерческая организация ориентируется в своей работе на высокоэффективные виды деятельности, обеспечение высоких темпов роста, диверсификацию товарной продукции и услуг, повышение их качества, позиционирование на перспективных сегментах рынка и другие жизненно важные направления развития. Все это предопределяет необходимость функционирования интегрированной методической и инструментальной базы, включающей в себя комплекс важнейших элементов, среди которых можно выделить планирование, учет, контроль и анализ.

Специфика строительного бизнеса предполагает необходимость принятия быстрых решений [9]. В ходе проведения тендеров решения должны приниматься в течение 10 минут; время проведения тендеров ограничивается одним рабочим днём, то есть непрерывно он может продолжаться 9 часов. Следовательно, до и в процессе проведения торгов необходимо просчитать все различные варианты, в первую очередь, цен по договорам. Поэтому, целесообразным в процессе анализа возможных вариантов управленческих решений является использование методов, позволяющих определить скрытые резервы. К таким методам можно отнести: кластерный анализ и пооперационное планирова-

ние, то есть использование элементов метода Activity Based Costing (ABC), а также математическое моделирование.

**Цель статьи** – обоснование возможности использования методов математического моделирования, позволяющих определить скрытые резервы, в процессе анализа альтернативных вариантов управленческих решений на подготовительном этапе строительной деятельности.

## 2. Кластерный анализ и пооперационное планирование для управленческих решений

Характерной особенностью современных условий хозяйствования является расширение горизонтальных связей в строительной отрасли. В частности, В. В. Бузырев отмечает, что строительный хозяйствующий субъект – это сложная многоуровневая система, состоящая из нескольких функциональных подсистем: технологической, производственной, материально-технической, кадровой, управления, инвестиционно-финансовой, сбыта [4]. Отсутствие какой-либо составляющей в данной системе приводит к удорожанию строительных услуг или к сбоям в работе.

Системность исследуемых строительных объектов обуславливает в процессе анализа возможных вариантов управленческих решений использование кластерного анализа и пооперационного планирования как методов, позволяющих определять скрытые резервы строительных организаций.

Использование кластерного анализа\* в сочетании с анализом видов деятельности предполагает, что в основу выделенных строительных организаций должен быть положен вариативный набор определенных характерных признаков (численность сотрудников, количество осуществляемых видов работ, наличие в собственности специальной техники и др.). Далее, на основе дисперсионного анализа, необходимо определить правильность выбранных признаков. Для этого необходимо последовательно осуществить следующие процедуры.

1. Для каждой из выделенных групп необходимо рассчитать групповую дисперсию ( $\sigma_i^2$ ), которая характеризует колебания признака внутри группы.

2. Определить среднюю внутригрупповую дисперсию по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum \sigma_i^2 \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

3. Учитывая, что внутри каждой группы хозяйствующие субъекты могут осуществлять определённый набор видов деятельности (m) и видов работ (n), произвести расчёт среднего значения для каждой группы. Классификацию видов деятельности и видов работ целесообразно проводить на основе

\* Кластер-это сеть независимых производственных и (или) сервисных фирм, включая поставщиков, создателей технологий и ноу-хау, связывающих рыночных институтов и потребителей, взаимодействующих друг с другом.

выделения видов и подвидов деятельности ОКВЭД 45 “Строительство”.

Для этого необходимо использовать следующие формулы:

$$\bar{Q}_{cp.i} = \frac{\sum_{j=1}^n Q_i}{n}, \quad (2)$$

где  $\bar{Q}_{cp.i}$  – среднее количество осуществляемых видов работ по каждому виду деятельности в исследуемой группе сопоставимых строительных организаций;

n – общее количество осуществляемых видов работ.

$$\bar{Q}_{общ.} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{Q}_{cp.i} \cdot n_i}{\sum_{j=1}^m n_i}, \quad (3)$$

где  $\bar{Q}_{общ.}$  – среднее количество осуществляемых видов деятельности в исследуемой группе сопоставимых строительных организаций;

m – количество осуществляемых видов деятельности с учетом возможных видов выполняемых работ.

4. Расчёт межгрупповой дисперсии осуществляют по формуле:

$$\bar{\delta}^2 = \frac{\sum (\bar{Q}_{cp.i} + \bar{Q}_{общ.}) \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (4)$$

Она показывает вариацию признака, которая проявляется под воздействием фактора, положенного в основание группировки.

5. На основе правил сложения дисперсий проверяем правильность выбора факторного признака:

$$\sigma^2 = \bar{\delta}^2 + \sigma^2 \quad (5)$$

6. Расчёт эмпирического корреляционного отношения производим по формуле:

$$\eta = \sqrt{\frac{\bar{\delta}^2}{\sigma^2}} \quad (6)$$

Чем ближе рассчитанное эмпирическое корреляционное отношение к 1, тем более сильная связь между признаками фактора, выбранного в качестве основания группы, и он полностью определяет вариацию признака внутри группы.

7. Если выборка и группировка произведены правильно, следовательно, необходимо рассчитать риск возникновения отклонения количества прогнозируемых видов деятельности и работ от среднего значения по группе, к которой отнесён исследуемый хозяйствующий субъект:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{Q}_{cp.i} - \bar{Q}_{общ.})^2}{m}, \quad (7)$$

где  $\sigma^2$  – оценка риска возникновения отклонения.

Не менее действенным методом, предоставляющим необходимую информацию для принятия управленческих решений в строительных организациях, является пооперационное планирование.

При использовании пооперационного планирования (элементов метода Activity Based Costing (ABC)), выделяется несколько возможных методов

составления сметных расчётов в строительной организации: базисно-индексный, ресурсно-индексный, ресурсный, ресурсно-ранжирный, базисно-компенсационный, повременный, аналоговый.

Исследования предприятий строительной отрасли позволили сделать вывод о том, что на подготовительном этапе данного вида деятельности наиболее целесообразным является ресурсный метод. Он предполагает составление сметы на основе фирменных сметных или индивидуальных сметных нормативов. При этом рассматриваются все необходимые ресурсы с учётом специфических особенностей строительной организации (используемой техники, организации труда, квалификации персонала и т. п.), выраженные в натуральных измерителях: материальные, трудовые, транспортные (расстояния и способы доставки ресурсов на место строительства), энергетические (на технологические цели), технические (состав и времена эксплуатации строительных машин), и действующие на определённую дату стоимостные измерители (цена материалов, тарифы, ставки и т.п.).

Необходимо отметить, что, не смотря на то, что ресурсный метод является сложным и трудоёмким (из исследуемых 30-ти предприятий строительной отрасли только 2, специализирующихся на строительстве автомобильных дорог и использующих дорогостоящую технику, применяют ресурсный метод), он является единственным, позволяющим проводить точные расчёты и управлять стоимостью на преддоговорной стадии инвестиционно-строительной деятельности.

### 3. Использование математического моделирования в системе принятия управленческих решений

Специфические особенности сметного (нормативно-регулируемого) планирования в строительстве и возможности существенных отличий планируемых расходов конкретной организации от нормативно-регулируемых расценок, обуславливают необходимость проведения серьёзных математических расчётов с целью их использования при принятии управленческих решений. При этом предполагается использование эконометрического моделирования. Оно предполагает использование систем уравнений (в данном случае, построенное на основе выделения постоянных и переменных материальных и трудовых затрат для проведения конкретных операций) на основе расчёта стоимости каждой операции с учётом своих особенностей: используемого оборудования, трудового персонала. Кроме этого возможно использование аналитических моделей планово-контрольных расчётов, основанных на оценочных показателях деятельности, используемых для целей управленческого учёта. Данная модель может быть использована как простейшая составляющая математического моделирования. При этом наибольшее значение будет иметь модель прибыли от продаж:

$$EBIT_t = \sum_{j=1}^n Q_{sales\ i\ t} \cdot (P_{sales\ i\ t} - VC_{it}) - FC_{it}, \quad (8)$$

где  $EBIT_t$  – прибыль от продаж;

$Q_{sales\ i\ t}$  – объем продаж  $i$ -ой услуги;

$P_{sales\ i\ t}$  – цена продажи  $i$ -ой услуги;

$VC_{i\ t}$  – переменные затраты на оказание  $i$ -ой услуги;

$FC_{i\ t}$  – постоянные затраты в рамках временного диапазона релевантности  $i$ -ой услуги;

OE – прочие накладные расходы [1, с. 54].

В ходе анализа выявляются направления возможного появления дополнительного эффекта. Основная проблема в том, что его наличие не только должно предполагаться, но и рассчитываться.

Оценим возможность получения дополнительного эффекта от совместного использования оборудования, персонала для нескольких продуктов или видов деятельности, сокращения дублирующих отделов и производств.

Снижение издержек приводит к сокращению времени на строительство отдельных объектов, что влечёт снижение постоянных затрат в рамках временного диапазона релевантности и прочих расходов, относящихся к определённому строительному объекту.

В строительстве в состав затрат временного диапазона релевантности входят затраты на эксплуатацию специальной техники, которые могут быть представлены в виде формулы:

$$FC_t = A_t + \sum_{i=1}^n ZC_i, \quad (9)$$

где  $FC$  – затраты на механизмы и оборудование в период  $t$ ;

$A_t$  – сумма амортизации в период  $t$ ;

$ZC_i$  – эксплуатационные расходы на спецтехнику при оказании услуг;

$n$  – количество оказываемых спецтехникой услуг в период.

Сумму амортизационных отчислений спецтехники в период  $t$  можно описать формулой:

$$A_t = \frac{OC}{N}, \quad (10)$$

где  $OC$  – первоначальная стоимость основного средства;

$N$  – период эксплуатации основного средства.

Основываясь на том, что расходы на строительные машины и механизмы связаны с количеством оказываемых услуг ( $n$ ) и со временем на оказание услуги ( $T$ ), затраты, приходящиеся на одну услугу, рассчитываем по формуле:

$$FCq = \frac{At}{n} + \sum_{i=1}^n ZCi \div t \times T, \quad (11)$$

где  $T$  – время на оказание одной услуги;

$t$  – возможное время эксплуатации машин и механизмов в рассматриваемом периоде.

Отсюда следует, что при расчёте затрат на машины и оборудование на одну услугу их размер будет сокращаться при росте количества оказываемых услуг за счёт перераспределения общей суммы амортизационных отчислений.

### 4. Выводы

Расширение горизонтальных связей и системность исследуемых объектов в строительной отрасли

ли обуславливает использование в процессе анализа возможных вариантов управленческих решений кластерного анализа, пооперационного планирования и математического моделирования как методов, позволяющих определять скрытые резервы организаций.

Использование кластерного анализа предполагает, что в основу выделенных строительных организаций должен быть положен вариативный набор определённых характерных признаков, правильность отбора которых определяют с помощью дисперсионного анализа.

Использование на подготовительном этапе строительной деятельности ресурсного метода предполагает составление сметы на основе фирменных сметных или индивидуальных сметных нормативов всех необходимых ресурсов с учётом специфических особенностей организации.

Приёмы и методы математического моделирования позволяют более полно и качественно оценивать последствия принятия отдельно взятого управленческого решения и комплекса решений на преддоговорной стадии, что в целом оказывает положительное влияние на финансовые результаты строительной организации.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Гареев Б. Р. Моделирование как метод бухгалтерского управленческого учёта и финансового контроллинга / Б. Р. Гареев // *Управленческий учёт*. – 2013. – № 8. – С. 51-57.

2. Дойль П. Маркетинг, ориентированный на стоимость [Текст] : практ. изд. / П. Дойль ; [пер. с англ. ; под ред. Ю. Н. Каптуревского]. – СПб : Питер, 2001. – 480 с.

3. Зимакова Л. А. Основные подходы к формированию системы стратегического управленческого учёта / Л. А. Зимакова // *Экономический анализ : теория и практика*. – 2011. – № 22. – С. 24-29.

4. Экономика строительства [Текст] : учеб. пособие / [под ред. В. В. Бузырева]. – [3-е изд.]. – СПб. : Питер, 2009. – 416 с.

5. Шувалов И. А. Математическое моделирование конкурентоспособности микроэкономических систем / И. А. Шувалов, Е. А. Семенчин // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/pdf/2013/4/304.pdf>.

6. Габрин К. Э. Анализ использования суперкомпьютерных технологий в социально-экономических задачах и разработка концепции моделирования инновационной деятельности в строительстве / К. Э. Габрин, И. Г. Шепелев // *Современные исследования социальных проблем*. – 2012. – № 3 (11) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sisp.nkras.ru>.

7. Елфимов В. В. Оценка деятельности организаций строительства при помощи системы сбалансированных показателей / В. В. Елфимов // *Вестник ОрелГИЭТ*. – 2013. – № 2 (24) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.orelgiet.ru/docs/pdf/sec/18\\_elfimov.pdf](http://www.orelgiet.ru/docs/pdf/sec/18_elfimov.pdf)http.

8. Савицкая Г. В. Анализ эффективности предприятия: методологические аспекты [Текст] : монография / Г. В. Савицкая. – М. : Новое знание, 2004. – 159 с.

9. Асаул А. Н. Интегративное управление в инвестиционно-строительной сфере [Текст] : науч. изд. / [А. Н. Асаул, В. П. Грахов и др. ; под ред. А. Н. Асаула]. – СПб. : Гуманистика, 2007. – 248 с.

10. Донцова Л. В. Экономико-математическое моделирование процессов инвестиционно-строительной деятельности / Л. В. Донцова // *Менеджмент в России и за рубежом*. – 1999. – № 1 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://masters.donntu.edu.ua/2007/kita/ismail/librar/metod5.htm>.