

УДК 336.051

## Модель временного выравнивания показателей: концепция, математическая формализация и сфера применения

Д-р экон. наук **Лисица М.И.** lisitsa1974@mail.ru

АНО ВО «Университет при МПА ЕврАзЭС»

194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Смольячкова, д. 14, к. 1, лит. Б

*Предметом исследования являются особенности прогнозирования в условиях замедляющегося роста (затем переходящего в снижение) финансового результата от производства и реализации продукции. При этом работа, выполненная на тему «Модель временного выравнивания показателей: концепция, математическая формализация и сфера применения», имеет своей целью обоснование заявленного в теме подхода в сочетании с методикой прогнозирования при ненулевом уровне доверия: 1) затрат на производство и реализацию продукции; 2) выручки от реализации продукции. В исследовании применяется инструментарий теории алгебраических уравнений, математической статистики и теории вероятностей. Предложен подход к выявлению срока, в течение которого растущие затраты на производство и реализацию продукции численно уравниваются с растущей выручкой от реализации продукции. При этом обоснование требуемых здесь коэффициентов динамики предполагает экстраполяцию: 1) затрат на производство и реализацию продукции; 2) выручки от реализации продукции. Отсюда обоснование надежности экстраполяции предполагает проверку гипотезы о неслучайной связи между возможными во времени оценками: 1) затрат на производство и реализацию продукции; 2) выручки от реализации продукции. Модель временного выравнивания показателей может быть востребована предприятиями реального сектора экономики в качестве инструмента, идентифицирующего замедление роста (затем сменяющегося снижением) финансового результата от производства и реализации продукции. Разработанный подход дает возможность обоснования уровня доверия и прогнозирования срока, требуемого для того, чтобы растущие затраты на производство и реализацию продукции численно сравнялись с растущей выручкой от реализации продукции.*

**Ключевые слова:** модель временного выравнивания показателей, выручка от реализации, затраты на производство и реализацию, финансовый результат, прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации, прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-4-47-58

---

## Model of temporary alignment of indicators: concept, mathematical formalization and scope of application

D.Sc. **Lisitsa M.I.** lisitsa1974@mail.ru

AN HEO «University Associated with IA EAEC»

194044, Russia, Saint-Petersburg, Smolyachkova str., h. 14, b. 1, lit. B

*The subject of research is the feature of forecasting in the conditions of slowing growth (and then successive decrease) of the financial result from production and sales. At the same time, the work done on the topic «Model of Temporary Alignment of Indicators: Concept, Mathematical Formalization and Scope of Application», has as its goal the justification of the approach stated in the topic in combination with the forecasting method with a non-zero level of confidence: 1) the cost of production and sales; 2) the revenue from sales. The study applies the tools of the theory of algebraic equations, mathematical statistics and the theory of probability. It is proposed an approach to the identification of the period during which growing costs of production and sales are numerically equal to growing revenue from sales. The justification of required here dynamic coefficients presupposes extrapolation: 1) the costs of production and sales; 2) the revenue from sales. Hence the justification of the reliability of extrapolation involves testing the hypothesis of a non-random connection between possible estimates in time: 1) the costs of production and sales; 2) the revenue from. Model of Temporary Alignment of Indicators can be claimed by enterprises of the real sector of the economy as a tool that identifies slowing growth (and then successive decrease) of the financial result from production and sales. The developed approach makes it possible to justify the level of confidence and to forecast the period required for growing costs of production and sales to be numerically equal to growing revenue from sales.*

**Keywords:** model of temporary alignment of indicators, revenue from sales, costs of production and sales, financial result from production and sales, predictive coefficient of dynamics of revenue from sales, predictive coefficient of dynamics of costs of production and sales.

### Введение

Хозяйственная деятельность предприятия представляет собой совокупность более или менее зависимых друг от друга процессов, имеющих материализованное выражение, т.е. поддающихся количественной оценке. Например, продажа продукции связана с затратами, но приносит доход в виде выручки от реализации. Причем здесь разумно исходить из основополагающей идеи, что любое предприятие, ведущее легальную хозяйственную деятельность, стремится к получению положительного финансового результата. Такая ситуация возможна, если фактический размер выручки от реализации превышает фактический размер затрат на производство и реализацию. Кроме того, не менее важным является допущение о том, что коммерческая организация будет обеспокоена сокращением финансового результата своей хозяйственной деятельности, конечно, если подобное произойдет. Такая ситуация возможна, если затраты на производство и реализацию растут быстрее выручки от реализации. Тогда по прошествии какого-то промежутка времени затраты на производство и реализацию сначала численно сравниваются, а затем превысят выручку от реализации, соответственно, финансовый результат хозяйственной деятельности предприятия сначала снизится до нуля, после чего станет отрицательным. В любом случае обозначенный процесс имеет свою продолжительность во времени, которую требуется выявить (собственно говоря, это можно считать целью данного исследования), чтобы наметить пути решения возникшей проблемы. Разумеется, здесь возникают свои задачи. Далее их и обсудим.

### Обоснование с ненулевым уровнем доверия (надежности) прогнозного уровня выручки от реализации, а также прогнозного коэффициента динамики выручки от реализации

Являясь расчетным показателем, выручка от реализации есть результат математического действия по умножению двух (здесь достаточен абстрактный взгляд) параметров, в частности, количества проданных единиц и цены единицы. В свою очередь, обе названные составляющие выручки от реализации поддаются прогнозированию посредством модели, также опирающейся на детерминированную математическую зависимость от других (не будем перечислять каких именно из-за отсутствия надобности) параметров. Разумеется, и они не исключают аналогичного подхода (на основе детерминированной математической модели) к прогнозированию. Очевидно, что применение вполне разумного метода детализации исходных данных может превратиться в бесконечный процесс, а в такой ситуации прогнозирование вообще любого показателя, с практической точки зрения, становится несостоятельным, особенно конечного (результативного) показателя, в частности, как в исследуемом случае, предполагаемого уровня выручки от реализации. Каким же видится решение обозначенной проблемы? Ответ заключается в том, что необходимо ограничиться некоторым уровнем углубления в детализацию прогнозируемых параметров, прибегнув к допущению об устойчивости (или нейтральности) исходных данных к влиянию прогнозного фона. Тогда при возникшей изолированности исследуемых показателей вскрывается возможность наблюдать их развитие во времени, если конкретнее, то динамика выручки от реализации будет определяться исключительно ходом времени. Отсюда становится разумным (а здесь еще и единственно возможным, что еще предстоит обсудить) ее прогнозирование на основе экстраполяции.

Отметим, что названному выше направлению исследований посвящены статьи [1, 3, 6, 8, 9, 10, 11], организованные для достижения целей, отличающихся от заявленной в настоящей работе. Соответственно, было бы уместно изложить известный инструментарий в адаптированном виде.

Прежде всего, заметим, что в силу законодательных установлений и/или в добровольном порядке коммерческие организации предоставляют свободный доступ к своим годовым (а часто и ежеквартальным, составляемым нарастающим итогом) бухгалтерским (финансовым) отчетам, которые не являются коммерческой тайной. Их числовые данные можно без формальных препятствий использовать при прогнозировании объема выручки от реализации, напомним, на основе экстраполяции. Разумеется, это дает возможность для проверки результатов прогнозных расчетов на наличие неточностей, делая процедуру прогнозирования информационно прозрачной и, как следствие, вызывающей доверие.

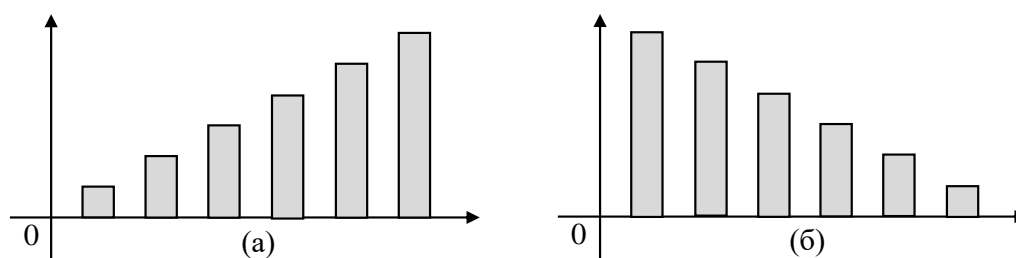


Рис. 1. Линейный характер развития выручки от реализации (по оси ординат) во времени (по оси абсцисс)

Обратим внимание на рис. 1, где отражены две противоположные динамики. В случае (а) происходит постоянное во времени увеличение выручки от реализации. В случае (б) происходит постоянное во времени сокращение выручки от реализации. Здесь уместно отметить, что задачей исследования не является обсуждение разноаспектных особенностей устойчивости динамики. Однако необходимо указать, что оба варианта развития выручки от реализации ортодоксальны, поскольку на практике они, скорее всего, будут накладываться друг на друга (из-за воздействия фоновых условий хозяйственной деятельности, несмотря на ранее введенное допущение об изолированности от них), но предположительно с доминированием роста (когда имеет смысл подумать о гипотетической нацеленности предприятий на повышение выручки от реализации). В общем, здесь нет препятствий для применения экстраполяции к выручке от реализации, в основе чего лежит модель однофакторной линейной регрессии:

$$SP_{pro,t} = \alpha_{SP} + \beta_{SP} \cdot t \quad (1)$$

$$\alpha_{SP} = \mu_{SP} - \beta_{SP} \cdot \mu_t \quad (2)$$

$$\beta_{SP} = \frac{Cov_{SP,t}}{\sigma_t^2} \quad (3)$$

$$\mu_{SP} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n SP_t \quad (4)$$

$$\mu_t = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n t \quad (5)$$

$$Cov_{SP,t} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n (SP_t - \mu_{SP}) \cdot (t - \mu_t) \quad (6)$$

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n (t - \mu_t)^2 \quad (7)$$

где  $SP_{pro,t}$  – прогнозный уровень выручки от реализации за период времени  $t$ ;  $\alpha_{SP}$  – объем выручки от реализации при нулевом члене динамического ряда;  $\beta_{SP}$  – изменение величины выручки от реализации при единичном изменении длины динамического ряда;  $\mu_{SP}$  – среднее числовое значение выручки от реализации;

$\mu_t$  – среднее числовое значение длины динамического ряда;  $Cov_{SP,t}$  – ковариация фактического объема выручки от реализации и фактических числовых значений длины динамического ряда;  $SP_t$  – фактический размер выручки от реализации за период времени  $t$ ;  $\sigma_t^2$  – дисперсия фактических числовых значений длины динамического ряда.

Обсудим особенности используемых при экстраполяции выручки от реализации формул, приведенных выше. Прежде всего, компоненты модели (1) за исключением принудительно подставляемого в нее порядкового номера (являющегося предиктором) в виде прогнозного периода времени ( $t$ ) – периода упреждения прогноза – вычисляются отдельно, для чего служат записи (2), (3), (4), (5), (6), (7). При этом экстраполяция выручки от реализации в условиях избранной длины динамического ряда ( $t=1, \dots, n$ ), допустим, на один период упреждения требует осуществить подстановку его порядкового номера (соответственно,  $n+1$ ) в выражение (1) на место ранее упомянутого предиктора ( $t$ ). Если учесть, что в формулу (1) вводится будущая единица времени, то в результате расчета будет получен являющийся откликом прогнозный уровень выручки от реализации (напомним, на период времени  $n+1$ ). Кроме того, чтобы снять возможные разногласия по поводу терминологии, в пределах проводимого исследования будем считать синонимами предиктор и аргумент (порядковый номер прогнозного периода времени или периода упреждения прогноза), а также отклик и функцию (прогнозный уровень выручки от реализации). При этом полученный прогноз (причем на любой период упреждения, включая обозначенный в качестве примера единичный) будет строго характеризоваться неопределенным уровнем доверия (надежности). Однако здесь, пожалуй, обращает на себя внимание то, что прогноз выручки от реализации на единичный период упреждения интуитивно представляется более надежным по сравнению с прогнозом выручки от реализации на большее число периодов упреждения. Отсюда для устранения неопределенности, как минимум, требуется выявить, а при необходимости еще и повысить уровень доверия (надежности) к процессу разработки прогноза выручки от реализации.

Выполнение задачи по устранению неопределенности – без повышения уровня доверия (надежности) – делится на две части. Во-первых, необходимо вычислить тесноту связи между фактическими размерами выручки от реализации. Во-вторых, требуется исследовать гипотезу о неслучайной связи во времени между фактическими размерами выручки от реализации. Здесь уместно применить инструментарий обоснования уровня доверия (надежности) к прогнозному уровню выручки от реализации, неадаптированная основа чего представлена в работах [14, 15<sup>1</sup>]:

$$\rho_{SP,t,t+1} = \frac{Cov_{SP,t,t+1}}{\sigma_{SP,t} \cdot \sigma_{SP,t+1}} \quad (8)$$

$$Cov_{SP,t,t+1} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (SP_t - \mu_{SP,t}) \cdot (SP_{t+1} - \mu_{SP,t+1}) \quad (9)$$

$$\sigma_{SP,t} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (SP_t - \mu_{SP,t})^2} \quad (10)$$

$$\sigma_{SP,t+1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (SP_{t+1} - \mu_{SP,t+1})^2} \quad (11)$$

$$\mu_{SP,t} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} SP_t \quad (12)$$

$$\mu_{SP,t+1} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} SP_{t+1} \quad (13)$$

$$t_{SP,n-3} = \sqrt{\frac{\rho_{SP,t,t+1}^2}{1 - \rho_{SP,t,t+1}^2}} \cdot (n-3) \quad (14)$$

<sup>1</sup> Ее автором является Уильям Сили Госсет, который был вынужден взять псевдоним из-за ограничений на распространение информации, введенных работодателем – пивоваренным заводом «Arthur Guinness Son & Co».

$$P_{SP,est} = 1 - \alpha_{SP,n-3} \quad (15)$$

где  $\rho_{SP,t,t+1}$  – коэффициент корреляции фактических величин выручки от реализации в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ , а также в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;  
 $Cov_{SP,t,t+1}$  – ковариация фактических величин выручки от реализации в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ , а также в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;  
 $\sigma_{SP,t}$  – стандартное отклонение фактических величин выручки от реализации в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ ;  
 $\sigma_{SP,t+1}$  – стандартное отклонение фактических величин выручки от реализации в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;  
 $\mu_{SP,t}$  – среднее числовое значение выручки от реализации в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ ;  
 $SP_{t+1}$  – фактический размер выручки от реализации за период времени  $t+1$ ;  
 $\mu_{SP,t+1}$  – среднее числовое значение выручки от реализации в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;  
 $t_{SP,n-3}$  – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое для фактических величин выручки от реализации при  $n-3$  числе степеней свободы;  
 $P_{SP,est}$  – вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации;  
 $\alpha_{SP,n-3}$  – уровень статистической значимости (при  $n-3$  числе степеней свободы), отражающий вероятность случайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации.

Обсудим особенности используемых при обосновании уровня доверия (надежности) к прогнозному уровню выручки от реализации выражений, приведенных выше. Прежде всего, математическая формализация компонентов модели (8), которая, в свою очередь, представляет собой компонент, математически формализующий модель (14), происходит посредством записей (9), (10), (11), (12), (13). А вот вероятность случайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации определяется, опираясь на расчетное значение критерия Стьюдента, по таблице<sup>2</sup> критических величин, после чего подставляется в выражение (15). Соответственно, если на интуитивном уровне обнаруживается недостаточность выявленной вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации, то выполняется задача по повышению уровня доверия (надежности) к процессу разработки прогноза выручки от реализации. Этого можно добиться за счет изменения длины динамического ряда, состоящего из фактических показателей выручки от реализации. Здесь доступны два вида решений, причем для выявления максимального (или приемлемого, не вызывающего сомнений) значения вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации рекомендуется воспользоваться обоими вариантами. Во-первых, нарастить динамический ряд на один – начальный (усилив присутствие прошлого) – период времени. Такой вариант является относительно более трудоемким из-за роста числа обрабатываемых исходных данных. Во-вторых, сократить динамический ряд на один – начальный (ослабив присутствие прошлого) – период времени. Такой вариант является относительно менее трудоемким из-за сокращения числа обрабатываемых исходных данных. Очевидно, что данные манипуляции длиной динамического ряда могут не только повысить, но и снизить вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации. Тогда потребуется многократное повторение эксперимента по изменению длины динамического ряда, пока опытным путем не будет подобрано максимальное (или приемлемое, не вызывающее сомнений) значение вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации. Однако вполне можно обойтись и без представленных манипуляций, если уровень доверия (надежности) к процессу разработки прогноза выручки от реализации изначально представляется в качестве приемлемого, не вызывающего сомнений.

Прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации поддается вычислению посредством формулы (16) с подобранным опытным путем на основе записи (15) уровнем доверия:

<sup>2</sup> Автоматизирована в крупноформатной электронной таблице «Microsoft Excel» посредством встроенной в нее статистической функции «СТЮДЕНТ.РАСП.2Х», рассчитанной на двустороннее распределение.

$$k_{SP,pro} = \frac{SP_{pro,t}}{SP_n} \tag{16}$$

где  $k_{SP,pro}$  – прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации за период времени  $t$ ;  
 $SP_n$  – фактическая размер выручки от реализации за период времени  $n$ .

В отношении записи (16) требуется дать пояснения. В частности, если порядковый номер периода упреждения составляет величину, равную  $n+1$ , то прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации показывает, во сколько раз изменится выручка от реализации за один период времени. Соответственно, если порядковый номер периода упреждения составляет величину, равную  $n+2$ , то прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации показывает, во сколько раз изменится выручка от реализации за два периода времени. Далее по аналогии.

**Обоснование с ненулевым уровнем доверия (надежности) прогнозного уровня затрат на производство и реализацию, а также прогнозного коэффициента динамики затрат на производство и реализацию**

Являясь расчетным показателем, затраты на производство и реализацию есть результат математического действия по суммированию двух (здесь достаточен абстрактный взгляд) параметров, в частности, постоянных (их величина не зависит от объема изготавливаемой и реализуемой продукции) и переменных (их величина прямо зависит от объема изготавливаемой и реализуемой продукции). В свою очередь, обе названные составляющие затрат на производство и реализацию поддаются прогнозированию посредством модели, также опирающейся на детерминированную математическую зависимость от других (не будем перечислять каких именно из-за отсутствия надобности) параметров. Разумеется, и они не исключают аналогичного подхода (на основе детерминированной математической модели) к прогнозированию. Очевидно, что применение вполне разумного метода детализации исходных данных может превратиться в бесконечный процесс, а в такой ситуации прогнозирование вообще любого показателя, с практической точки зрения, становится несостоятельным, особенно конечного (результативного) показателя, в частности, как в исследуемом случае, предполагаемого уровня затрат на производство и реализацию. Каким же видится решение обозначенной проблемы? Ответ заключается в том, что необходимо ограничиться некоторым уровнем углубления в детализацию прогнозируемых параметров, прибегнув к допущению об устойчивости (или нейтральности) исходных данных к влиянию прогнозного фона. Тогда при возникшей изолированности исследуемых показателей вскрывается возможность наблюдать их развитие во времени, если конкретнее, то динамика затрат на производство и реализацию будет определяться исключительно ходом времени. Отсюда становится разумным (а здесь еще и единственно возможным, что еще предстоит обсудить) их прогнозирование на основе экстраполяции.

Отметим, что названному выше направлению исследований посвящены статьи [2, 4, 5, 7, 12, 13], организованные для достижения целей, отличающихся от заявленной в настоящей работе. Соответственно, было бы уместно изложить известный инструментарий в адаптированном виде.

Отметим, что названному выше направлению исследований посвящены статьи [1, 3, 6, 8, 9, 10, 11], организованные для достижения целей, отличающихся от заявленной в настоящей работе. Соответственно, было бы уместно изложить известный инструментарий в адаптированном виде.

Прежде всего, повторим, что в силу законодательных установлений и/или в добровольном порядке коммерческие организации предоставляют свободный доступ к своим годовым (а часто и ежеквартальным, составляемым нарастающим итогом) бухгалтерским (финансовым) отчетам, которые не являются коммерческой тайной. Их числовые данные можно без формальных препятствий использовать при прогнозировании объема затрат на производство и реализацию, напомним, на основе экстраполяции. Разумеется, это дает возможность для проверки результатов прогнозных расчетов на наличие неточностей, делая процедуру прогнозирования информационно прозрачной и, как следствие, вызывающей доверие.

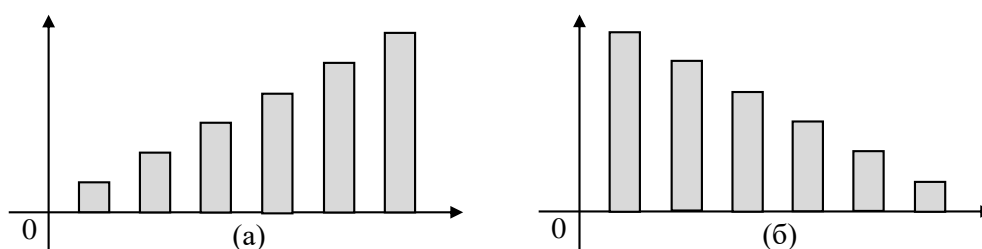


Рис. 2. Линейный характер развития затрат на производство и реализацию (по оси ординат) во времени (по оси абсцисс)

Обратим внимание на рис. 2, где отражены две противоположные динамики. В случае (а) происходит постоянное во времени затрат на производство и реализацию. В случае (б) происходит постоянное во времени сокращение затрат на производство и реализацию. Здесь уместно отметить, что задачей исследования не является обсуждение разноаспектных особенностей устойчивости динамики. Однако необходимо указать, что оба варианта развития затрат на производство и реализацию ортодоксальны, поскольку на практике они, скорее всего, будут накладываться друг на друга (из-за воздействия фоновых условий хозяйственной деятельности, несмотря на ранее введенное допущение об изолированности от них), но предположительно с доминированием роста (когда имеет смысл подумать о гипотетической нацеленности предприятий на повышение выручки от реализации, в связи с чем представляется совершенно очевидным рост затрат на производство и реализацию, причем в основном их переменной составляющей). В общем, здесь нет препятствий для применения экстраполяции к затратам на производство и реализацию, в основе чего лежит модель однофакторной линейной регрессии:

$$PC_{pro,t} = \alpha_{PC} + \beta_{PC} \cdot t \quad (17)$$

$$\alpha_{PC} = \mu_{PC} - \beta_{PC} \cdot \mu_t \quad (18)$$

$$\beta_{PC} = \frac{Cov_{PC,t}}{\sigma_t^2} \quad (19)$$

$$\mu_{PC} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n PC_t \quad (20)$$

$$Cov_{PC,t} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n (PC_t - \mu_{PC}) \cdot (t - \mu_t) \quad (21)$$

где  $PC_{pro,t}$  – прогнозный уровень затрат на производство и реализацию за период времени  $t$ ;

$\alpha_{PC}$  – объем затрат на производство и реализацию при нулевом члене динамического ряда;

$\beta_{PC}$  – изменение величины затрат на производство и реализацию при единичном изменении длины динамического ряда;

$\mu_{PC}$  – среднее числовое значение затрат на производство и реализацию;

$Cov_{PC,t}$  – ковариация фактического объема затрат на производство и реализацию и фактических оценок длины динамического ряда;

$PC_t$  – фактический размер затрат на производство и реализацию за период времени  $t$ .

Обсудим особенности используемых при экстраполяции затрат на производство и реализацию формул, приведенных выше. Прежде всего, компоненты модели (17) за исключением принудительно подставляемого в нее порядкового номера (являющегося предиктором) в виде прогнозного периода времени ( $t$ ) – периода упреждения прогноза – вычисляются отдельно, для чего служат записи (5), (7), (18), (19), (20), (21). При этом экстраполяция затрат на производство и реализацию в условиях избранной длины динамического ряда ( $t=1, \dots, n$ ), допустим, на один период упреждения требует осуществить подстановку его порядкового номера (соответственно,  $n+1$ ) в выражение (17) на место ранее упомянутого предиктора ( $t$ ). Если учесть, что в формулу (17) вводится будущая единица времени, то в результате расчета будет получен являющийся откликом прогнозный уровень затрат на производство и реализацию (напомним, на период времени  $n+1$ ). Кроме того, чтобы снять возможные разногласия по поводу терминологии, напомним, в пределах проводимого исследования будем считать синонимами предиктор и аргумент (порядковый номер прогнозного периода времени или периода упреждения прогноза), а также отклик и функцию (прогнозный уровень затрат на производство и реализацию). При этом полученный прогноз (причем на любой период упреждения, включая обозначенный в качестве примера единичный) будет строго характеризоваться неопределенным уровнем доверия (надежности). Однако здесь, пожалуй, обращает на себя внимание то, что прогноз затрат на производство и реализацию на единичный период упреждения интуитивно представляется более надежным по сравнению с прогнозом затрат на производство и реализацию на большее число периодов упреждения. Отсюда для устранения неопределенности, как минимум, требуется выявить, а при необходимости еще и повысить уровень доверия (надежности) к процессу разработки прогноза затрат на производство и реализацию.

Выполнение задачи по устранению неопределенности – без повышения уровня доверия (надежности) – делится на две части. Во-первых, необходимо вычислить тесноту связи между фактическими размерами затрат на производство и реализацию. Во-вторых, требуется исследовать гипотезу о неслучайной связи во времени между фактическими размерами затрат на производство и реализацию. Здесь уместно применить инструментарий обоснования уровня доверия (надежности) к прогнозному уровню затрат на производство и реализацию, неадаптированная основа чего представлена в работах [14, 15]:

$$\rho_{PC,t,t+1} = \frac{Cov_{PC,t,t+1}}{\sigma_{PC,t} \cdot \sigma_{PC,t+1}} \quad (22)$$

$$Cov_{PC,t,t+1} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (PC_t - \mu_{PC,t}) \cdot (PC_{t+1} - \mu_{PC,t+1}) \quad (23)$$

$$\sigma_{PC,t} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (PC_t - \mu_{PC,t})^2} \quad (24)$$

$$\sigma_{PC,t+1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (PC_{t+1} - \mu_{PC,t+1})^2} \quad (25)$$

$$\mu_{PC,t} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} PC_t \quad (26)$$

$$\mu_{PC,t+1} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{n-1} PC_{t+1} \quad (27)$$

$$t_{PC,n-3} = \sqrt{\frac{\rho_{PC,t,t+1}^2}{1 - \rho_{PC,t,t+1}^2} \cdot (n-3)} \quad (28)$$

$$p_{PC,est} = 1 - \alpha_{PC,n-3} \quad (29)$$

где  $\rho_{PC,t,t+1}$  – коэффициент корреляции фактических величин затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ , а также в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;

$Cov_{PC,t,t+1}$  – ковариация фактических величин затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ , а также в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;

$\sigma_{PC,t}$  – стандартное отклонение фактических величин затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ ;

$\sigma_{PC,t+1}$  – стандартное отклонение фактических величин затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;

$PC_{t+1}$  – фактический размер затрат на производство и реализацию за период времени  $t+1$ ;

$\mu_{PC,t}$  – среднее числовое значение затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t=1, \dots, n-1$ ;

$\mu_{PC,t+1}$  – среднее числовое значение затрат на производство и реализацию в интервале времени  $t+1=2, \dots, n$ ;

$t_{PC,n-3}$  – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое для фактических величин затрат на производство и реализацию при  $n-3$  числе степеней свободы;

$p_{PC,est}$  – вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию;

$\alpha_{PC,n-3}$  – уровень статистической значимости (при  $n-3$  числе степеней свободы), отражающий вероятность случайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию.

Обсудим особенности используемых при обосновании уровня доверия (надежности) к прогнозному уровню затрат на производство и реализацию выражений, приведенных выше. Прежде всего, математическая формализация компонентов модели (22), которая, в свою очередь, представляет собой компонент, математически формализующий модель (28), происходит посредством записей (23), (24), (25), (26), (27). А вот вероятность случайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию определяется, опираясь на расчетное значение критерия Стьюдента, по таблице<sup>3</sup> критических величин, после чего подставляется в выражение (29). Соответственно, если на интуитивном уровне обнаруживается недостаточность выявленной вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию, то выполняется задача по повышению уровня доверия (надежности) к процессу разработки

<sup>3</sup> Напомним, автоматизирована в крупноформатной электронной таблице «Microsoft Excel» посредством встроенной в нее статистической функции «СТЮДЕНТ.РАСП.2Х», рассчитанной на двустороннее распределение.



прогноза затрат на производство и реализацию. Этого можно добиться за счет изменения длины динамического ряда, состоящего из фактических показателей затрат на производство и реализацию. Здесь доступны два вида решений, причем для выявления максимального (или приемлемого, не вызывающего сомнений) значения вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию рекомендуется воспользоваться обоими вариантами. Во-первых, нарастить динамический ряд на один – начальный (усилив присутствие прошлого) – период времени. Такой вариант является относительно более трудоемким из-за роста числа обрабатываемых исходных данных. Во-вторых, сократить динамический ряд на один – начальный (ослабив присутствие прошлого) – период времени. Такой вариант является относительно менее трудоемким из-за сокращения числа обрабатываемых исходных данных. Очевидно, что данные манипуляции длиной динамического ряда могут не только повысить, но и снизить вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию. Тогда потребуется многократное повторение эксперимента по изменению длины динамического ряда, пока опытным путем не будет подобрано максимальное (или приемлемое, не вызывающее сомнений) значение вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию. Однако вполне можно обойтись и без представленных манипуляций, если уровень доверия (надежности) к процессу разработки прогноза затрат на производство и реализацию изначально представляется в качестве приемлемого, не вызывающего сомнений.

Прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию поддается вычислению посредством формулы (30) с подобранным опытным путем на основе записи (29) уровнем доверия:

$$k_{PC,pro} = \frac{PC_{pro,t}}{PC_n} \quad (30)$$

где  $k_{PC,pro}$  – прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию за период времени  $t$ ;

$PC_n$  – фактический размер затрат на производство и реализацию за период времени  $n$ .

В отношении записи (30) требуется дать пояснения. В частности, если порядковый номер периода упреждения составляет величину, равную  $n+1$ , то прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию показывает, во сколько раз изменятся затраты на производство и реализацию за один период времени. Соответственно, если порядковый номер периода упреждения составляет величину, равную  $n+2$ , то прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию показывает, во сколько раз изменятся затраты на производство и реализацию за два периода времени. Далее по аналогии.

### Математическая формализация временного выравнивания показателей

Теперь, когда сформированы исходные данные (фактический размер выручки от реализации за период времени  $n$ , кроме того, фактический размер затрат на производство и реализацию за период времени  $n$ ), а также определены параметры (прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации, кроме того, прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию), включая их относительную надежность (вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации, кроме того, вероятность неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию), можно перейти к изложению методики временного выравнивания показателей (напомним, это обозначено в цели данного исследования):

1. Прежде всего, обозначим условия применения методики. Пусть фактический размер выручки от реализации превышает фактический размер затрат на производство и реализацию, т.е. имеет место положительный финансовый результат хозяйственной деятельности коммерческой организации. При этом рассчитанный на единичный период упреждения прогнозный коэффициент динамики затрат на производство и реализацию превышает рассчитанный на единичный период упреждения прогнозный коэффициент динамики выручки от реализации. Иными словами, затраты на производство и реализацию растут быстрее выручки от реализации. В общем, представленная ситуация математически формализована в группе записей (32). Тогда по прошествии какого-то промежутка времени затраты на производство и реализацию сначала численно сравниваются, а затем превысят выручку от реализации, соответственно, финансовый результат хозяйственной деятельности предприятия сначала снизится до нуля, после чего станет отрицательным. Разумеется, все это возможно только при сохранении выявленной тенденции.

2. Если говорить о концепции методики, то она основана на следующих идеях. Отношение прогнозного коэффициента динамики затрат на производство и реализацию к прогнозируемому коэффициенту динамики выручки от реализации представляет собой абстрактный коэффициент опережения за единицу времени. Отношение же фактического размера выручки от реализации к фактическому размеру затрат на производство и реализацию можно считать абстрактным капитализированным за несколько периодов времени целевым коэффициентом опережения. Тогда остается выяснить, в какую степень надо возвести коэффициент опережения за единицу времени, чтобы получить капитализированный за несколько периодов времени целевой коэффициент опережения. Для этого надо уравнивать основания степени, т.е. абстрактно представить оба коэффициента в виде единого числа, например, натурального числа, но с разными степенями. Если осуществить натуральное логарифмирование обоих чисел (капитализированного за несколько периодов времени целевого коэффициента опережения и коэффициента опережения за единицу времени), то соотношение большего результата (натурального логарифма капитализированного за несколько периодов времени целевого коэффициента опережения) и меньшего результата (натурального логарифма коэффициента опережения за единицу времени) после соответствующих не являющихся сложными взаимных алгебраических преобразований даст промежуток времени, требуемый для того, чтобы затраты на производство и реализацию численно сравнялись с выручкой от реализации.

Итак, установить промежуток времени, требуемый для того, чтобы затраты на производство и реализацию численно сравнялись с выручкой от реализации можно с помощью модели временного выравнивания показателей (31) при соблюдении группы условий (32):

$$T_e = \frac{\ln \frac{SP_n}{PC_n}}{\ln \frac{k_{PC,pro}}{k_{SP,pro}}} \quad (31)$$

$$\begin{cases} PC_n < SP_n \\ 1 < k_{SP,pro} < k_{PC,pro} \\ t = n + 1 \end{cases} \quad (32)$$

где  $T_e$  – промежуток времени, требуемый для того, чтобы затраты на производство и реализацию численно сравнялись с выручкой от реализации.

Напомним, что затраты на производство и реализацию можно разделить на постоянные и переменные. Именно здесь возникает уникальная аналитическая возможность формулы (31), если в условиях ее применения описываются переменные затраты. В частности, можно выявить промежуток времени, требуемый для того, чтобы переменные затраты численно сравнялись с выручкой от реализации, а затем превысили ее, после чего производство и реализация продукции будут вести к расширению отрицательного финансового результата. Если более конкретно, то модель (31) позволяет определить момент прекращения производства и реализации продукции (конечно, при отсутствии иных ограничений) с целью фиксации убытка на минимальном уровне, в данном случае на уровне постоянных затрат.

Наконец, укажем, что на практике процедура использования модели временного выравнивания показателей будет специфична. В частности, речь идет об очередности использования формул. Их совокупность образует методику временного выравнивания показателей, направленную в виде последовательности действий на выявление угрозы неблагоприятного развития финансового результата:

- Подбор на основе записей (12), (10), (13), (11), (9), (8), (14), (15) максимального (или приемлемого, не вызывающего сомнений) уровня надежности (в виде вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами выручки от реализации) к прогнозируемому уровню выручки от реализации при экстраполяции в рамках модели (1).

- Прогнозирование посредством формул (4), (5), (7), (6), (3), (2), (1) объема выручки от реализации.

- Определение с помощью записи (16) прогнозного коэффициента динамики выручки от реализации.

- Подбор на основе записей (26), (24), (27), (25), (23), (22), (28), (29) максимального (или приемлемого, не вызывающего сомнений) уровня надежности (в виде вероятности неслучайной связи во времени между фактическими величинами затрат на производство и реализацию) к прогнозируемому уровню затрат на производство и реализацию при экстраполяции в рамках модели (17).

- Прогнозирование посредством записей (20), (5), (7), (21), (19), (18), (17) объема затрат на производство и реализацию.

- Определение с помощью выражения (30) прогнозного коэффициента динамики затрат на производство и реализацию.
- Выявление посредством записей (31), (32) промежутка времени, требуемого для того, чтобы: а) затраты на производство и реализацию численно сравнялись с выручкой от реализации; б) переменные затраты численно сравнялись с выручкой от реализации.

### Заключение

Модель временного выравнивания показателей является полезным инструментом выявления проблемы сокращения финансового результата хозяйственной деятельности предприятия. Представленный подход опирается на двухуровневое обоснование надежности и двухуровневое точечное прогнозирование. Исследование надежности предполагает проверку гипотезы о неслучайной связи во времени между фактическими величинами: 1) выручки от реализации; 2) затрат на производство и реализацию. Точечное прогнозирование предполагает математически формализованное обоснование прогнозных коэффициентов динамики: 1) выручки от реализации; 2) затрат на производство и реализацию. Тем не менее, несмотря на весомую теоретическую аргументацию, базирующуюся на инструментарию математической статистики и теории вероятностей, а также на допущениях и процедурах прогнозирования, особенностью методики временного выравнивания показателей является то, что разработанным с ее помощью прогнозам утраты положительного финансового результата хозяйственной деятельности коммерческой организации, скорее всего, не суждено сбыться, конечно, если ее руководители рациональны, поскольку сразу после предсказания неблагоприятных последствий обычно применяются управляющие воздействия на предотвращение возможных проблем. Таким образом, модель временного выравнивания показателей обладает спецификой, согласно которой предприятие должно быть нацелено на уклонение от реализации прогноза (подчеркнем, если оно желает быть эффективным, что сводится не только к получению положительного финансового результата хозяйственной деятельности, но и его использованию для развития бизнеса, придания ему долговременной жизнеспособности).

Конечно, хотелось бы отметить не безупречность представленного инструментария с точки зрения его практического использования. Например, здесь очевидна необходимость автоматизации методики из-за ее очевидной трудоемкости. Однако это, скорее всего, тема отдельной проектной работы, выходящей за рамки проведенного исследования, которое может считаться завершенным, поскольку все поставленные задачи оказались выполнены, а заявленная цель достигнута.

### Литература

1. *Ахметова Ю.А., Бакаев В.В., Боровкова Е.С., Ребров И.В.* Статистические методы прогнозирования объема реализации продукции на предприятии ВНТК (филиал) ВолгГТУ//Современные наукоемкие технологии. 2013. №6. С. 93-94.
2. *Бабкин И.А.* Анализ методов и разработка моделей прогнозирования затрат на новую технику//Научно-технические ведомости санкт-петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2008. №5. С. 316-322.
3. *Зильберштейн О.Б., Котов В.В., Шкляр Т.Л.* Прогноз выручки от продаж в сфере физкультурно-оздоровительной деятельности//Российское предпринимательство. 2019. Т. 20. №4. С. 955-974.
4. *Киселева О.В.* Методы прогнозирования затрат в инвестиционном планировании//Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. №4-2. С. 737-741.
5. *Леонов А.В., Пронин А.Ю.* Метод прогнозирования затрат на создание высокотехнологичной продукции//Компетентность. 2016. №2. С. 5-14.
6. *Любушин Н.П., Бабичева Н.Э.* Анализ подходов к оценке и прогнозированию выручки от продаж с учетом сезонной составляющей//Экономический анализ: теория и практика. 2004. №6. С.6-16.
7. *Пархоменко А.В., Пархоменко В.Л., Швадченко О.В.* К вопросу о прогнозировании затрат на природоохранные мероприятия//Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2017. №1. С. 156-161.
8. *Полунина Н.А., Беляева Т.А.* Прогнозирование объема продаж продукции предприятия на основе регрессионной модели//Интерактивная наука. 2016. №10. С. 147-149.
9. *Рубашкин Г.В.* Прогнозирование объемов продаж промышленных предприятий на основе моделей множественной линейной регрессии//Экономический анализ: теория и практика. 2006. №8. С.51-57.
10. *Степанова А.С., Щекин М.В.* Экстраполяционный метод прогнозирования продаж в фармации//Фармация. 2007. №5. С.27-28.
11. *Франциско О.Ю., Пустоветов А.А.* Использование информационных технологий для оценки и прогнозирования объема выручки от реализации продукции//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. №112. С. 1804-1819.

12. Френкель А.А., Сурков А.А. Методологические подходы к улучшению точности прогнозирования путем объединения прогнозов//Вопросы статистики. 2015. №8. С. 17-36.
13. Шелобаева И.С. Прогнозирование затрат в условиях позаказного метода//Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2015. № 4-1. С. 526-535.
14. Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution//Philosophical Transactions of the Royal Society. 1894-1916.
15. Student. The Probable Error of a Mean//Biometrika. 1908. №6 (1.1). P. 1-25.

### References

1. Akhmetova Yu.A., Bakaev V.V., Borovkova E.S., Rebrov I.V. Statistical Methods of Forecasting the Volume of Sales of Products at the VNTC Enterprise (Branch) VSTU//Modern Science-Intensive Technologies. 2013. №6. P. 93-94.
2. Babkin I.A. Analysis of Methods and Development of Models for Forecasting Costs for New Equipment//Scientific and Technical Bulletin of the Saint-Petersburg State Polytechnic University. Economics. 2008. №5. P. 316-322.
3. Zilberstein O.B., Kotov V.V., Shklyar T.L. Forecast of Revenue from Sales in the Field of Physical Culture and Recreation Activities//Russian Business. 2019. Vol. 20. №4. P. 955-974.
4. Kiseleva O.V. Methods of Forecasting Costs in Investment Planning//Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Vol. 14. №4-2. P. 737-741.
5. Leonov A.V., Pronin A.Yu. Method of Forecasting Costs for Creating High-Tech Products//Competence. 2016. №2. P. 5-14.
6. Lubushin N.P., Babicheva N.E. Analysis of Approaches to Estimating and Forecasting Sales Revenue Taking into Account the Seasonal Component//Economic Analysis: Theory and Practice. 2004. №6. P. 6-16.
7. Parkhomenko A.V., Parkhomenko V.L., Shvadchenko O.V. On the Issue of Forecasting Costs for Environmental Protection Measures//Application of Mathematics in Economic and Technical Research. 2017. №1. P. 156-161.
8. Polunina N.A., Belyaeva T.A. Forecasting the Volume of Sales of Enterprise Products Based on a Regression Model//Interactive Science. 2016. №10. P. 147-149.
9. Rubashkin G.V. Forecasting Sales Volumes of Industrial Enterprises Based on Multiple Linear Regression Models//Economic Analysis: Theory and Practice. 2006. №8. P. 51-57.
10. Stepanova A.S., Shchekin M.V. Extrapolation Method of Sales Forecasting in Pharmacy//Pharmacy. 2007. №5. P. 27-28.
11. Francisco O.Yu., Pustovetov A.A. Use of Information Technologies for Estimating and Forecasting the Volume of Revenue from Sales of Products//Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2015. №112. P. 1804-1819.
12. Frenkel A.A., Surkov A.A. Methodological Approaches to Improving the Accuracy of Forecasting by Combining Forecasts//Statistics Questions. 2015. №8. P. 17-36.
13. Shalabaeva I.S. Forecasting of Costs in Terms of Order Method//Bulletin of the Tula State University. Economic and Legal Sciences. 2015. №4-1. P. 526-535.
14. Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution//Philosophical Transactions of the Royal Society. 1894-1916.
15. Student. The Probable Error of a Mean//Biometrika. 1908. №6 (1.1). P. 1-25.

Статья поступила в редакцию 17.09.2020 г