

УДК 621.311

**Ф.Д.ЛАРИЧКИН, д-р экон. наук, профессор, директор, lfd@iep.kolasc.net.ru**  
*Институт экономических проблем им. Г.П.Лузина, Кольский научный центр РАН, Апатиты*

**F.D.LARICHKIN, Dr. in ec., professor, director, lfd@iep.kolasc.net.ru**  
*Institute of Economic Problems of Kola Scientific Centre of Russian Academy of Science, Apatity*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФАКТОРНОМУ АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрены методологические и практические вопросы факторного анализа изменений параметров горно-промышленного производства, выявления совокупности наиболее значимых факторов и оценки дифференцированного их количественного влияния на результирующие технико-экономические показатели предприятия. Обоснована целесообразность способа обособленного изучения влияния отдельных факторов на результативный параметр при выявлении наиболее значимых из них. При составлении и анализе реализации комплексных планов, программ развития предприятия (комплекса, отрасли) количественное влияние отдельных факторов (мероприятий) на результативный показатель необходимо определять поочередно по принципу «цепных подстановок» в соответствии с запланированной (фактической) хронологией реализации конкретных мероприятий.

**Ключевые слова:** экономический анализ, метод обособленного изучения, способ «цепных подстановок», рациональные области применения.

## METHODICAL APPROACHES TO THE FACTORIAL ANALYSIS OF CHANGES OF PARAMETERS OF MINING PRODUCTION

The methodological and practical issues of changes factor analysis of parameters of mining production are reviewed. The combination of the most significant factors and evaluation of differential their quantitative impact on the resulting technical and economic indicators of the enterprise are defined. The suitability of using the method of a separate study of the individual factors influence on the effective parameter when identifying the most significant of them is substantiated. When the compilation and analysis of the implementation of complex development plans, programs of the enterprise (a complex, industry) the quantitative impact of individual factors (events) on the effective indicator should be determined in turn by the principle of «chain substitutes» in accordance with the planned (actual) chronology of the implementation of specific activities.

**Key words:** economic analysis, a method of a separate study, the method of «chain of substitutes», rational fields of application.

Определенный уровень параметров (показателей, индикаторов) деятельности, экономического развития горно-промышленного производства является результатом совокупного влияния множества основных и второстепенных, взаимосвязанных технических, организационных, экономических, объективных, субъективных и других факторов – условий производства, изменяющихся во

времени и количественно различающихся в отдельных предприятиях, переделах, комплексах, отраслях.

Исследование основных факторов, закономерностей их взаимодействия и влияния на уровень результирующих параметров позволяет всесторонне изучить состояние, эффективность функционирования, выявить имеющиеся резервы и основные направления

дальнейшего развития экономики предприятий как социально-экономических систем.

Основным методом, позволяющим выявить закономерности развития социально-экономических систем разного уровня как конкретных проявлений объективных экономических законов в специфических условиях, стал экономический анализ [4]. Характерная и важнейшая особенность метода экономического анализа – изучение причин, вызвавших изменение тех или иных показателей производства. Поскольку экономические явления обусловлены причинными связями, то одной из центральных задач экономического анализа является раскрытие и изучение, исследование этих причин-факторов.

Пофакторный анализ в экономике (и других науках) как метод исследования, базируется на предположении о наличии между изучаемым показателем и формирующими показателями причинно-следственной, детерминированной (функциональной) или стохастической взаимосвязи, которая всегда может быть представлена в виде функции двух или более переменных, выраженной в явном виде. Характер взаимосвязей обуславливается сущностью, природой изучаемого явления, а их конкретное выражение определяется экономической теорией [1].

Любое экономическое явление в реальной действительности связано с огромным множеством других, которые объективно и в полном объеме не могут быть учтены ни при каких условиях. Поэтому необходимо помнить, что всякое функциональное представление взаимосвязи между показателями является только приближением к действительности, упрощенной и значительно «огрубленной» моделью [1]. Вместе с тем экономико-математические методы в сочетании с современными ЭВМ являются мощнейшим инструментом познания особенностей и закономерностей массовых экономических явлений с достаточной для подавляющего большинства практических целей точностью, так как позволяют также оценить статистическую достоверность и точность (величину вероятной относительной ошибки) исследуемых параметров социально-экономических систем.

Разработка экономико-математических моделей на основе теоретических представлений о природе и взаимосвязях исследуемых показателей проводится либо непосредственно путем логических построений, либо с использованием вероятностно-статистических методов, например корреляционного и регрессионного анализа и их различных модификаций.

При последующем пофакторном анализе полученных моделей используются различные способы оценки количественного воздействия отдельных факторов и их совокупного влияния на изучаемый результативный показатель (в абсолютных показателях или чаще в индексной форме). Основными из них являются способ обособленного изучения и способ последовательного расчета влияния факторов, или способ цепных подстановок.

По способу обособленного изучения расчет количественного влияния изменения каждого фактора на изменение анализируемого показателя в отчетном периоде по сравнению с базисным не учитывает всех других факторов (они предполагаются неизменными, закрепленными на определенном уровне). При этом алгебраическая сумма частных (пофакторных) изменений исследуемого показателя в общем случае количественно не совпадает с фактическим его приращением в отчетном периоде по сравнению с базисным.

При использовании способа цепных подстановок предполагается, что факторы влияют на изменение изучаемого показателя в определенной последовательности. Величина изменения изучаемого показателя под влиянием каждого последующего фактора определяется с учетом влияния изменения всех предыдущих факторов. Поэтому количественная оценка влияния каждого отдельного фактора при этом способе анализа зависит от принятой последовательности факторов. Если при двух факторах количество различных подстановок равно двум, то для трех факторов – шести, а при  $n$  факторах количество разных подстановок равно  $n!$ . Алгебраическая сумма пофакторных изменений при использовании способа цепных подстановок (при любой последовательности под-

становок факторов) равна фактическому приращению результативного показателя в отчетном периоде по сравнению с базисным.

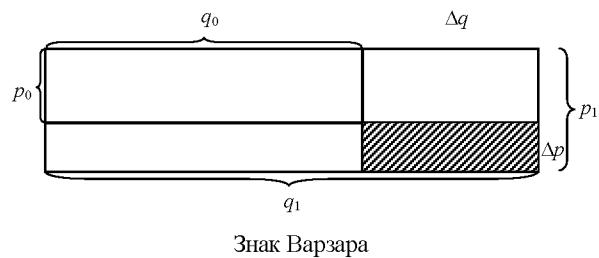
Причина наличия различных способов факторного анализа и несовпадения их результатов заключается в следующем [2, 3]. По характеру взаимосвязей различают модели мультипликативные (вида  $Y = X_1 \cdot X_2 \dots X_n = \prod_i X_i$ ), в которых результативный показатель представлен произведением факторов-аргументов (в том числе и их обратных значений  $1/X_i$ ); аддитивные ( $Y = \sum_i X_i$ ), выраженные суммой (алгебраической) факторов, и комбинированные из двух предыдущих типов.

В мультипликативных моделях общий прирост исследуемого результативного показателя представляет собой алгебраическую сумму частных его приращений, обусловленных изменением факторов-аргументов и так называемого «неразложенного»\* остатка, который характеризуется как результат взаимодействия факторов. Например, в простейшей двухфакторной модели (зависимость стоимости товарной продукции  $Y$  от физического объема произведенной продукции  $q$  и оптовой цены  $p$ ) прирост результативного фактора в отчетном периоде по сравнению с базисным ( $\Delta Y = Y_1 - Y_0$ ) в результате изменений объема продукции ( $\Delta q = q_1 - q_0$ ) и оптовой цены ( $\Delta p = p_1 - p_0$ ) соответствует выражению вида

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y_1 - Y_0 = q_1 p_1 - q_0 p_0 = \\ &= (q_0 + \Delta q)(p_0 + \Delta p) - q_0 p_0 = \\ &= \Delta q p_0 + q_0 \Delta p + \Delta q \Delta p. \end{aligned} \quad (1)$$

В этом выражении два первых слагаемых характеризуют количественное влияние изменения отдельных факторов на изменение результативного показателя, как оно определяется по способу обособленного, изолированного изучения. Третье слагаемое является «неразложенным» остатком, на величину которого как раз и отличается сумма частных пофакторных изменений результа-

\* В аддитивных моделях «неразложенного» остатка нет и оба способа дают одинаковые результаты. В мультипликативных моделях с большим (более двух) числом факторов «неразложенный» остаток представляет собой несколько слагаемых.



тивного показателя и фактическое его приращение в анализируемом периоде.

Для наглядности эти особенности целесообразно представить в геометрической форме в виде особого вида плоскостной диаграммы (см. рисунок), так называемого «знака Варзара» [3] по имени российского статистика В.Е.Варзара (1851-1940).

Многолетняя дискуссия о методах распределения «неразложенного» остатка между факторами до сих пор не привела к выработке единого мнения по этому вопросу.

В работе [2] детально описаны девять методов анализа количественного влияния факторов на изменение результативного показателя:

- метод дифференциального исчисления («неразложенный» остаток в конечном счете отбрасывается, т.е. результат оценки соответствует получаемому по способу обособленного, изолированного изучения влияния факторов);
- индексный метод (не является самостоятельным, соответствует способу цепных подстановок; особенность только в том, что вместо абсолютных значений факторов используются их относительные величины);
- метод цепных подстановок (метод разниц);
- метод простого прибавления «неразложенного» остатка к результату обособленного влияния одного из факторов;
- метод взвешенных конечных разностей (при двухфакторной модели приводит к делению остатка между факторами поровну);
- логарифмический метод;
- метод коэффициентов (алгебраически неточен);
- метод дробления приращения факторов (путем деления всего интервала изменения факторов на возможно большее число равных малых отрезков);

- интегральный метод оценки факторных влияний.

Ряд авторов, являющихся преимущественно сторонниками способа цепных подстановок, считает бесперспективным поиск рациональных методов распределения «неразложенного» остатка, как не имеющий под собой теоретической базы [1].

По методу цепных подстановок влияние отдельных факторов на результативный показатель применительно к приведенной выше двухфакторной модели стоимости товарной продукции может быть определено двумя вариантами способами:

$$\begin{aligned}\Delta Y &= Y_1 - Y_0 = \Delta qp_0 + q_1 \Delta p; \\ \Delta Y &= Y_1 - Y_0 = q_0 \Delta p + \Delta qp_1.\end{aligned}\quad (2)$$

Основной теоретической и практической проблемой способа цепных подстановок является обоснование порядка рассмотрения факторов, от которого зависит количественная оценка их влияния на результативный показатель. К настоящему времени известно единственное предложение по этому вопросу: при оценке влияния изменения качественного показателя рекомендуется в качестве базы использовать данные отчетного (анализируемого) периода, а при рассмотрении объемного показателя – данные базисного периода [1, 2].

Эта рекомендация, на наш взгляд, не имеет строго научного обоснования, а при количестве факторов больше двух не может быть использована без «свертывания» модели в двухфакторную\* путем замены произведения нескольких факторов одним показателем. В работе [1, с.63] отмечается, что рекомендуемый порядок оценки влияния качественных и объемных количественных показателей при факторном анализе основан

на определенных соглашениях и является в известной мере условным. Аналогично в работе указано, что «активная роль в изменении обобщающего показателя часто необоснованно приписывается влиянию изменения качественного фактора» [2, с.121].

Более того, анализ показывает, что при использовании способа цепных подстановок оценка влияния первого фактора осуществляется так же, как и по методу обособленного рассмотрения факторов. Следовательно, оценка влияния второго фактора ( $q_1 \Delta p$ ) будет равна сумме изолированного влияния этого фактора и «неразложенного» остатка, т.е. сумме второго и третьего слагаемых в выражении (1). Таким образом, при способе цепных подстановок, по существу, используется метод присоединения «неразложенного» остатка к одному из факторов, который отвергается сторонниками цепных подстановок по теоретическим соображениям [см формулы (2)].

Метод дробления приращений факторов является дальнейшим развитием метода дифференциального исчисления, а интегральный, в свою очередь, – логическим развитием метода дробления приращений факторных признаков [2]. Получается несколько странная логика, поскольку исходный метод дифференциального исчисления авторами по существу отвергается как не обеспечивающий «точный баланс изменения результативного показателя и алгебраической суммы влияния всех факторов» [2, с.118]. Далее авторы достаточно сложным и длинным путем развивают интегральный метод факторного анализа, который, в сравнении с другими методами, по их мнению, «...устристил неоднозначность оценки влияния факторов и позволил получить наиболее точный результат. Результаты расчетов по интегральному методу существенно отличаются от того, что дает метод цепных подстановок или модификации последнего. Чем больше величина изменений факторов, тем разница значительнее» [2, с.133].

Между тем для применимости интегрального метода авторы выдвигают довольно жесткие условия: непрерывная диф-

\* В факторном анализе двухфакторная модель (т.е. мультиплективная модель результативного показателя в виде произведения двух факторов-аргументов), на наш взгляд, является базовой, позволяющей с исчерпывающей полнотой проанализировать и наглядно представить суть, особенности, достоинства и недостатки всех известных и мыслимых методов распределения «неразложенного» остатка. Многофакторные модели теоретически не имеют принципиальных отличий от двухфакторных (всегда могут быть «свернуты» в двухфакторные), лишь несколько усложняют вычисления и не позволяют сделать анализ наглядным.

ференцируемость функции, изменение функции между начальной и конечной точками элементарного периода по прямой, постоянство соотношения скоростей изменения факторов. Как отмечают сами авторы, в реальных экономических процессах такие условия не соблюдаются, но тут же допускают такую возможность за элементарный период (минимальный отрезок времени), т.е. оперируют бесконечно малыми величинами. Остается неясным, кто и как будет измерять скорость изменения факторов? Для приведенного авторами примера соблюдение отмеченного условия может быть достигнуто только в том случае, когда предприятие (отрасль, регион) будет тщательно и непрерывно отслеживать изменение рыночной цены на свой продукт и строго в том же направлении и с той же скоростью изменять объем производства и реализации своего продукта.

Анализ разработанной авторами матрицы расчета элементов структуры мультиплекативных моделей факторных систем (от двух до пяти факторов-аргументов) [2, с. 139-143] показал, что для двухфакторной модели, к которой элементарно сводятся все мультиплекативные модели с любым числом факторов-аргументов, «неразложенный» остаток делится поровну. Иными словами, сложный интегральный метод, в конечном счете, дает точно такой же результат, что и отвергнутый авторами исключительно простой метод.

Таким образом, строго аргументированного научно обоснованного решения проблемы распределения «неразложенного» остатка до сих пор не найдено. Нет необходимости доказывать, что любой способ распределения «неразложенного» остатка в среднем дает меньшую ошибку, чем при соединение остатка к одному из факторов.

Обобщая изложенное, можно утверждать, что в подавляющем большинстве случаев относительная значимость факторов в формировании изменений результативного показателя не изменится при любом способе распределения «неразложенного» остатка. В конечном счете относительная ошибка распределения остатка между факторами в большинстве случаев не превысит относительную ошибку, внутренне присущую са-

мой экономико-математической модели как упрощенного, огрубленного отражения реальной действительности, поэтому достижение идеальной точности распределения «неразложенного» остатка и полного соответствия суммы частных пофакторных изменений фактическому приращению (изменению) результативного показателя в большинстве случаев не имеет, на наш взгляд, особого смысла.

Главное при анализе состоит в выявлении в конкретных условиях относительно более значимых факторов, подразделении их на зависящие и не зависящие от предприятия (конкретного подразделения, исполнителя), приоритетности и принципиальной возможности их использования (регулирования) при разработке планов, программ и фактического повышения эффективности деятельности.

Для этих целей способ обоснованного рассмотрения факторов представляется более логичным, гибким и удобным на практике, поскольку позволяет в процессе анализа или в последующем расширять круг рассматриваемых факторов без переоценки других и формально не требует предварительной разработки полной модели с включением всех анализируемых факторов. Как показано выше, относительная значимость факторов в изменении результативного показателя в подавляющем большинстве случаев не зависит от способа распределения между факторами «неразложенного» остатка, который при этом нет необходимости вычислять (к тому же он меняется в зависимости от количества анализируемых факторов) и распределять между отдельными факторами.

На возможность использования рассматриваемого способа указывал еще К.Маркс: «Норма прибыли является функцией многих переменных, и, если мы желаем узнать, как влияют эти переменные на норму прибыли, мы должны по порядку исследовать обоснованное влияние каждой из них, независимо от того, допустимо ли экономически такое изолированное влияние по отношению к одному и тому же капиталу»\*.

\* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т.25. Ч.1. С.67.

В связи с изложенным для факторного анализа экономических явлений, результирующих параметров социально-экономических систем, в целях выявления наиболее значимых из них и, главное, поддающихся плановому регулированию в рамках анализируемого предприятия (системы) рекомендуется способ обособленного изучения влияния отдельных факторов на результативный показатель. Однако в ряде случаев, для принципиально других целей более приемлемым является способ цепных подстановок. Поясним это на примере из практики горно-промышленного предприятия, на котором была поставлена задача разработки научно-технических и организационных мероприятий по его выводу из убыточных в рентабельные. Для решения задачи была создана комплексная комиссия из ученых и практиков-специалистов разного профиля (геологов, горняков-технологов, взрывников, проходчиков, обогатителей, энергетиков и т.п.). Каждая группа специалистов обособленно разработала и оценила эффективность реализации конкретного перечня мероприятий по повышению эффективности работы (снижению производственных издержек) отдельных подразделений (процессов) предприятия и передала их руководителю комиссии (опытному горняку-технологу).

Сложив ожидаемую годовую экономию от снижения эксплуатационных затрат по всем мероприятиям всех групп специалистов, руководитель комиссии с удовлетворением обнаружил, что она превышает фактические годовые убытки предприятия и посчитал свою миссию успешно выполненной. Однако экономист на основе расчетов всех групп специалистов выполнил комплексную взаимоувязанную (системную) оценку всех предложенных мероприятий и обнаружил, что их недостаточно для вывода предприятия в рентабельные. Руководитель комиссии (производственник и исследователь с солидным стажем) не принял результатов расчетов и пояснений, аргументов экономиста, обвинил его в некомпетентности и заявил, что в таких экономистах комиссия не нуждается.

Самый поверхностный анализ показывает, что в данном случае экономист был безусловно прав, поскольку каждая группа специалистов решала одну и ту же общую задачу по снижению издержек предприятия, но оценивала эффективность своих мероприятий обоснованно по сравнению с одним и тем же базовым периодом (предыдущим отчетным годом), независимо друг от друга, не учитывала эффекта взаимодействия своих мероприятий с мероприятиями других групп и соответствующий «неразложенный» остаток, который в данном случае оказался отрицательным. Многие мероприятия были взаимозависимыми, а некоторые исключали друг друга. Если определять эффективность большого числа мероприятий по сравнению с одним и тем же базовым периодом и независимо друг от друга, а затем сложить результаты, то теоретически не исключены случаи повышения, например, извлечения свыше 100 % или снижения затрат до нуля и даже до отрицательных величин, что невозможно в принципе и свидетельствует об ошибочности расчетов. В данном случае правильной будет процедура цепных подстановок, т.е. оценка эффективности взаимосвязанных и взаимозависимых мероприятий поочередно в любой последовательности с переменной базой оценки (с учетом влияния уже оцененных мероприятий). Результаты оценки последнего из оцениваемых мероприятий определят и конечный уровень результативного показателя.

Применительно к рассматриваемому и другим подобным случаям (примерам) возникает другого вида проблема: как оценить вклад каждого мероприятия (исполнителя, фактора) в ожидаемый (планируемый), а затем и фактический экономический эффект, например, для соответствующего поощрения (выплаты вознаграждения). Реально всегда имеется возможность обоснованно расставить мероприятия по дате их подачи (при планировании) или по дате фактической реализации (при оценке фактического вклада), что означает однозначность количественной оценки вклада каждого мероприятия (фактора) в общее совокупное изменение результативного показателя. В исключительно редких случаях, когда два или,

что возможно только теоретически, более мероприятий реализуются одновременно, соответствующий их взаимодействию «неразложенный» остаток, всегда имеющий подчиненное значение, целесообразно распределить между ними одним из следующих способов: поровну, исходя из рекомендаций работы [2]; пропорционально вкладу каждого контрагента (затрат исполнителя на реализацию предложенного мероприятия); на основе согласительных процедур между контрагентами.

На основании изложенного можно однозначно сформулировать следующие практические рекомендации:

- при пофакторном анализе экономических явлений, результирующих параметров социально-экономических систем предприятия (комплекса, отрасли, региона) с целью выявления наиболее значимых из них и, главное, поддающихся плановому регулированию в рамках анализируемого объекта (системы) следует использовать способ обобщенного изучения влияния отдельных факторов на результативный показатель;

- при составлении комплексных планов, программ развития экономики предприятия (комплекса, отрасли, региона) количественное влияние отдельных факторов (мероприятий) на результативный показатель не-

обходимо определять поочередно по принципу цепных подстановок в соответствии с запланированной хронологией реализации включенных в план или программу мероприятий. Аналогично при определении фактического вклада каждого мероприятия (фактора) в изменение результативного показателя очередность их оценки в цепи подстановок определяется по фактической дате реализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адамов В.Е. Факторный индексный анализ (Методика и проблемы). М., 1977.
2. Баканов М.И. Теория экономического анализа / М.И.Баканов, А.Д.Шеремет. М., 2000.
3. Елисеева И.И. Общая теория статистики: Учебник / И.И.Елисеева, М.М.Юзбашев; Под ред. И.И.Елисеевой. М., 1996.
4. Шеремет А.Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятий (вопросы методологии). М., 1974.

## REFERENCES

1. Adamov V.E. Factor index analysis (Methods and problems). Moscow, 1977.
2. Bakarov M.I., Sheremet A.D. The theory of economic analysis. Moscow, 2000.
3. Eliseeva I.I., Iusbashev M.M. General theory of statistics: Textbook / Ed. I.I.Eliseeva. Moscow, 1996.
4. Sheremet A.D. Comprehensive economic analysis of the enterprise activity (methodological issues). Moscow, 1974.