

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Чеботарёв С.В.

*(Липецкий государственный технический университет,
Липецк)
sergcheb@lipetsk.ru*

Введение

При переходе к работе в условиях рынка российские предприятия оказались в жёстких условиях внешней и внутренней конкуренции, что потребовало активных действий, направленных на оптимизацию технологических процессов и экономических стратегий компаний. Несмотря на то, что плановая социалистическая экономика подвергалась резкой критике после перехода к рынку, диверсификация направлений хозяйственной деятельности предприятий в настоящее время невозможна без чёткого планирования производства. Последующая оптимизация деятельности компании достигается принятием корректных управленческих решений, что требует комплексного анализа результатов работы предприятия. Результатом анализа должна быть информация, раскрывающая механизм работы компании на рынке и показывающая возможности для корректировки производственного процесса в целях приведения системы хозяйствования к уровню, обеспечивающему заданный уровень рентабельности.

При этом, анализ хозяйственной деятельности предприятия – это прежде всего экономический анализ, направленный на системное исследование набора значимых показателей. Таким образом, в условиях современной экономики очевидным становится тот факт, что практическое использование эмпирического и теоретического экономического анализа позволяет не только рационально проанализировать сложившуюся ситуацию или возможные перспективы, но и получить реальную выгоду от использования новейших методов исследования в условиях реального производства.

1. Постановка основной задачи экономического факторного анализа

Базовым инструментом при проведении комплексного анализа хозяйственной деятельности предприятий является факторный анализ (в широком смысле этого термина, а не только в виде статистического факторного анализа). Под экономическим факторным анализом [1] понимается постепенный переход от исходной факторной системы к результирующей факторной системе, раскрытие полного набора количественно измеримых факторов, изменение которых оказывает влияние на изменение результирующего показателя.

Таким образом, основными задачами экономического факторного анализа является построение экономико-математических моделей, описывающих влияние факторов на результирующий показатель, и оценка оказываемого этими факторами влияния. Понятия факторов и результирующего показателя аналогичны понятию независимых переменных и функции в классическом математическом анализе. При этом однофакторный анализ аналогичен исследованию функции одной переменной, а многофакторный – функции многих переменных.

Основная идея экономического факторного анализа заключается в разложении общей вариации результирующей функции на не зависящие друг от друга компоненты, каждая из которых характеризует влияние вариации того или иного фактора или взаимодействия целого ряда факторов. На практике различают задачи прямого и обратного факторного анализа.

При прямом факторном анализе выявляются отдельные факторы, влияющие на изменение результирующего показателя, устанавливаются формы детерминированной (функциональной) или стохастической зависимости между результирующим показателем и определённым набором факторов и выясняется роль отдельных факторов в изменении показателя.

В качестве анализируемой конечной факторной системы рассмотрим некоторую функцию $y = f(x)$, где $x = \{x_i\}$, $i=1, \dots, n$ – некоторый набор изменяющихся факторов, от которых зависит функция $f(x)$, то есть показатель y .

Рассматривается ситуация, когда факторы получили по сравнению со своими начальными (базовыми) значениями приращения $\Delta x = \{\Delta x_i\}$, результатом чего стало изменение начального значения показателя на Δy . Требуется определить, как правило, в аддитивной форме, какой частью

численное приращение функции обязано приращению каждого аргумента

$$\text{(фактора): } \Delta y = \sum_{i=1}^n A_{x_i} = A_{x_1} + A_{x_2} + \dots + A_{x_n}.$$

Таким образом, ставится задача разложения приращения функции на составляющие, каждое из которых характеризует влияние изменения i -го фактора на изменение результирующего показателя. Сформулированная таким образом проблема описывает главную задачу прямого детерминированного факторного анализа.

В технико-экономических исследованиях, кроме задач, сводящихся к детализации показателя, к разбивке его на составляющие части, существует группа задач, где требуется увязать ряд характеристик процесса в комплексе, то есть построить функцию, содержащую в себе основное качество всех рассматриваемых показателей-аргументов, то есть задач синтеза. В этом случае ставится обратная задача (относительно задачи прямого факторного анализа) – задача объединения ряда показателей в комплекс.

2. Методы анализа влияния изменения факторов на изменение результирующего показателя

Экономический факторный анализ предполагает определение факторов, влияющих на хозяйственную деятельность предприятия (результующие показатели), а также оценку степени их влияния. При этом используется ряд различных способов анализа.

Так, в рассматриваемых условиях поставленной задачи прямого детерминированного факторного анализа простейшим является разложение приращения результирующего показателя в виде

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n \Delta y_i + \sigma(x),$$

где

$$\Delta y_i = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + \Delta x_i, x_{i+1}, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n),$$

$\sigma(x)$ – неразложимый остаток, который можно интерпретировать как результат синергического эффекта от одновременного изменения взаимосвязанных факторов.

В этом случае используется принцип элиминирования – способ определения влияния некоторого фактора на результирующий показатель при фиксированных остальных факторах.

Целый класс методов экономического факторного анализа опирается на разложение приращения результирующего показателя как линейной функции от приращений его аргументов, то есть в виде $\Delta y = L(\Delta x) + \theta(x)$.

Так, например, пользуясь известной математической формулой для представления дифференциала функции, можно записать

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n f'_{x_i}(x_0) \cdot \Delta x + \bar{\theta}(x).$$

Но, как нетрудно заметить, представленные выше способы разложения приращения результирующего показателя содержат в своей структуре неразложимый остаток.

С распределением остатка между аргументами связано разнообразие подходов к ответу на вопрос о величине факторного влияния.

В экономическом анализе для оценки факторного влияния традиционно используется ряд методов: метод дифференциального исчисления; индексный метод; метод цепных подстановок; метод абсолютных разниц; метод относительных разниц; метод простого прибавления неразложимого остатка; метод взвешенных конечных разностей; метод коэффициентов; метод долевого участия; логарифмический метод; метод дробления приращений факторов; интегральный метод.

Сравнительный анализ, проведённый на основе сведений из [1, 6, 7, 11], выявляет ряд существенных недостатков в большинстве известных методов оценки количественного влияния факторов на результирующий показатель.

При этом всё же существуют универсальные методы, позволяющие однозначно оценивать величины факторного влияния. Среди последних, по мнению ведущих специалистов в области экономического анализа [1], позицию приоритетного занимает интегральный метод, вытекающий из метода дробления приращений факторов, развивающего, в свою очередь, метод дифференциального исчисления. Действительно, применение интегрирования даёт возможность получить общий подход к решению задач разного вида. Однако и этот метод имеет ряд недостатков, затрудняющих его широкое применение в практике работы с нестандартными факторными моделями.

В процессе исследования теории и практики экономического факторного анализа группой авторов был разработан альтернативный интегральному метод оценки количественного влияния факторов на результи-

рующий показатель [3, 9, 10, 12], основанный на применении теоретического аппарата классического математического анализа.

Данный метод использует формулу конечных приращений (формулу Лагранжа), которая позволяет найти точное разложение приращения результирующего показателя в условиях, когда приращения факторов не малы, но конечны.

3. Применение теоремы о среднем значении в экономическом факторном анализе

Теорема Лагранжа (теорема о среднем значении) формулируется следующим образом [5, 8]: если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a;b]$ и дифференцируема во внутренних точках этого отрезка, то внутри отрезка $[a;b]$ существует по крайней мере одна точка c , такая, что для неё выполняется равенство

$$f(b) - f(a) = f'(c)(b - a).$$

Дифференциальная теорема Лагранжа о среднем значении, записанная для функции многих переменных, позволяет перейти к формуле

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n f'_{x_i}(c_1, c_2, \dots, c_n) \Delta x_i.$$

Поскольку $c_i = x_i + \alpha \Delta x_i \in (x_i; x_i + \Delta x_i)$, $\alpha \in (0;1)$, то приращение функции можно представить в виде

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n f'_{x_i}(x_1 + \alpha \Delta x_1, x_2 + \alpha \Delta x_2, \dots, x_n + \alpha \Delta x_n) \Delta x_i,$$

где $0 < \alpha < 1$ – параметр, который используется при анализе модели, если существует необходимость тщательного исследования всех показателей, влияющих на формирование структуры факторной системы.

Вычислив данный параметр, можно найти промежуточные значения факторов, при которых достигается точное разложение анализируемого результирующего показателя на величины факторного влияния.

Если же α находить не требуется, то изменение результирующего показателя вычисляется с использованием интегральной формы теоремы о среднем.

Применив интегральную форму теоремы о среднем значении для функции многих переменных, получаем формулу

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n A_{x_i} = \sum_{i=1}^n \int_0^1 f'_{x_i}(x_1 + \alpha \Delta x_1, \dots, x_n + \alpha \Delta x_n) \Delta x_i d\alpha.$$

Возможность вычисления точного разложения приращения функции открывает широкие перспективы для применения формулы Лагранжа в экономическом факторном анализе, так как величины, входящие в формулу разложения приращения функции, имеют содержательную экономическую интерпретацию: приращение функции Δy есть изменение результирующего показателя, а x_i и Δx_i – соответственно фактор и его приращение.

Новый метод экономического факторного анализа (метод Лагранжа) позволяет находить влияние вариации факторов на вариацию результирующего показателя таким образом, что все факторы равноправны по отношению друг к другу, то есть в процессе анализа не используются никакие априорные предположения о значимости того или иного фактора.

При этом, структура факторной системы сохраняет вид

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n A_{x_i} = A_{x_1} + A_{x_2} + \dots + A_{x_n}.$$

Из полученных формул также следует вывод о том, что применение формулы Лагранжа позволяет решить проблему неразложимого остатка, величина которого оказывается распределённой между факторами.

Как и в случае интегрального метода [1], можно выделить два направления практического использования метода Лагранжа в решении задач факторного анализа.

К первому направлению относятся задачи статического факторного анализа, когда нет информации об изменении факторов внутри анализируемого периода. К статическим типам задач относятся расчёты, связанные с анализом выполнения плана показателей – анализ исполнения бюджета, анализ плана производства и продаж продукции и т.п. Статический тип задач факторного анализа – наиболее разработанный и распространённый тип задач в детерминированном анализе хозяйственной и производственной деятельности управляемых объектов.

Ко второму направлению можно отнести задачи факторного анализа, когда имеется информация об изменениях факторов внутри анализируемого периода и она должна приниматься во внимание, то есть случай, когда этот период в соответствии с имеющимися данными разбивается на ряд элементарных. Этот тип задач факторного анализа можно назвать динамическим [2], так как при этом участвующие в анализе факторы изменяются на каждом элементе разбиваемого на участки периода (номенклатурного перечня). К динамическим типам задач следует относить расчёты, связанные с анализом временных рядов анализируемых показателей.

Важной особенностью метода Лагранжа является то, что он даёт общий подход к решению задач самого разного вида независимо от количества элементов, входящих в модель факторной системы, и формы связи между ними. Таким образом, появляется возможность применять алгоритмы факторного анализа при исследовании широкого спектра моделей. Данное преимущество имеет большое значение в практической работе, когда специалист работает не только с классическими, но и различными смешанными типами систем. В этом случае при использовании метода Лагранжа нет необходимости применять дополнительные способы для упрощения нестандартных типов систем.

Другим преимуществом метода Лагранжа является то, что для его непосредственного применения не требуется использовать сложные вычислительные алгоритмы, что имеет большое значение в практике аналитической работы на предприятии, когда важно владеть методами безмашинного анализа факторных моделей.

4. Прикладные задачи факторного анализа

Конкретная постановка производственных задач факторного анализа в полной мере корреспондирует с задачей экономического факторного анализа в целом. Основная цель применения факторного анализа, стоящая перед соответствующим специалистом, заключается в нахождении параметров хозяйственного процесса, изменение которых оказывает наиболее сильное влияние на отклонение некоторого результирующего показателя от плановой величины (нормального значения), и последующей выработке возможных рекомендаций по нивелированию влияния выявленных факторов. Таким образом, производится поиск решения задачи управления процессом хозяйствования (производства).

Для апробации полученных теоретических результатов автором проводилось комплексное исследование модели энергопотребления на предприятии металлургической отрасли.

Так, для плановых расчётов потребности в электроэнергии на предприятиях металлургии используется базовая модель вида

$$W = \sum_{i=1}^n N_i \cdot Q_i + \sum_{j=1}^m L_j \cdot n_j,$$

где W – общий объём потребности в электроэнергии;

N_i – норма (удельный расход энергии на единицу продукции);

Q_i – объём продукции, выпущенной i -ым цехом (агрегатом) за анализируемый период;

L_j – суточные объёмы расхода электроэнергии по лимитной схеме, когда заказ формируется, исходя не из норм или объёмов производства, а из валового объёма требуемого электричества для работы в течение n_j календарных дней отчётного месяца.

После проведения процедуры прямого детерминированного факторного анализа, факторы необходимо ранжировать по величинам влияния их вариаций на изменение исследуемого показателя. При этом, для наглядности, алгоритм ранжирования можно применить к относительным величинам, определяемым путём отнесения модуля величины влияния к общей сумме модулей влияния всех факторов.

Заключительным этапом процедуры факторного анализа является выработка рекомендаций по принятию решений о мерах для контроля над наиболее весомыми по оказанному влиянию факторами, которые отрицательно сказались на точности планирования потребности предприятия в энергоносителях. При этом, в ряде случаев следует проводить более глубокий структурный анализ по выявленным факторам, в том числе, с учётом накопленных статистических данных.

Перспективным направлением исследования является изучение методологии индексного и относительного экономического факторного анализа [4], а также расширение прикладных областей, в которых возможно эффективное применение экономического факторного анализа.

Литература

1. БАКАНОВ М.И. *Теория экономического анализа* / М.И. Баканов, А.Д. Шеремет. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 416 с.
2. БЛЮМИН С.Л. *Динамический и структурный экономический факторный анализ* / С.Л. Блюмин, В.Ф. Суханов, С.В. Чеботарев // Программное обеспечение автоматизированных систем управления: Сб. докладов междунауч. науч.-техн. конф. SAS-2000. – Липецк: ЛГТУ, 2000. – С. 25-30.
3. БЛЮМИН С.Л. *Основы прикладной математики. Экономические производственные задачи: Учеб. пособие* / С.Л. Блюмин, В.Ф. Суханов, С.В. Чеботарев. – Липецк: ЛЭГИ, 2000. – 72 с.
4. БЛЮМИН С.Л. *Формула конечных относительных приращений для эластичностей в относительном экономическом факторном анализе производственных функций. Методические аспекты* / С.Л. Блюмин, В.Ф. Суханов, С.В. Чеботарев // Вестник Тамбовского университета. Серия:

- Естественные и технические науки. Том 5, Вып. 3. – Тамбов: ТГУ, 2003. – С. 347-348.
5. КУДРЯВЦЕВ Л.Д. *Краткий курс математического анализа: Т. 1* / Л.Д. Кудрявцев. – Висагинас: Alfa, 1998. – С. 168-169.
6. ЛЮБУШИН Н.П. *Теория экономического анализа* / Н.П. Любушин, В.Б. Лещева, Е.А. Сучков. – М.: Юрист, 2002. – 480 с.
7. САВИЦКАЯ Г.В. *Анализ хозяйственной деятельности предприятия* / Г.В. Савицкая. – Мн.: Новое знание, 2002. – 704 с.
8. ФИХТЕНГОЛЬЦ Г.М. *Курс дифференциального и интегрального исчисления: Т. 1* / Г.М. Фихтенгольц. – СПб.: Лань, 1997. – С. 211-228, С. 375-404.
9. ЧЕБОТАРЁВ С.В. *Актуальные аспекты применения математических методов в современном экономическом факторном анализе* / С.В. Чеботарёв // Международный форум по проблемам науки, техники и образования: Труды форума. – Том 1. – М.: Академия наук о Земле, 2002. – С. 80-83.
10. ЧЕБОТАРЁВ С.В. *Теория и практика статического и динамического экономического факторного анализа* / С.В. Чеботарёв // Системы управления и информационные технологии: Межвузовский сб. науч. трудов. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 2001. – С. 68-73.
11. *Экономический анализ* / Под. ред. Л.Т. Гиляровской. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 527 с.
12. CHEBOTAREV S. V. *Economic factorial analysis: general theory and original approaches* / S.V. Chebotarev // The 4th International Carpathian Control Conference (ICCC 2003): Proceedings of the conference. – High Tatras, Slovak Republic, 2003. – P. 795-798.