

Калинина Мария Анатольевна

канд. физ.-мат. наук, доцент

Поладова Валентина Викторовна

канд. пед. наук, доцент

АНО ВО «Российский новый университет»

г. Москва

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ

Аннотация: в статье исследована двухфакторная математическая модель детерминированного факторного анализа методом цепных подстановок, методом абсолютных разниц и интегральным методом. Проведено сравнение вышеперечисленных методов на примере решения конкретной задачи: анализа хозяйственной деятельности отрасли экономики «Сельское хозяйство».

Ключевые слова: экономический анализ, факторный анализ, метод цепных подстановок, метод абсолютных разниц, интегральный метод.

Введение

Работа основана на результатах статистических наблюдений за отраслью российской экономики «Сельское хозяйство» [4]. Для математического моделирования взята двухфакторная математическая модель детерминированного факторного анализа и исследована несколькими методами: методом цепных подстановок, методом абсолютных разниц и интегральным методом. Проведён сравнительный анализ вышеперечисленных методов.

Общая постановка задачи

Двухфакторная математическая модель детерминированного факторного анализа [1] может быть представлена в виде функции двух переменных: $y = f(x_1, x_2)$.

Требуется определить или количественно оценить влияние каждого фактора на результативный показатель. При математическом моделировании зависимости между результативными и факторными признаками необходимо учитывать,

что факторы, включаемые в модель, должны реально существовать, а не быть абстрактными величинами. Согласно общей теории, факторы должны находиться в причинно-следственной связи с изучаемыми показателями, иными словами, система должна быть познавательно ценной. Дополнительно, все показатели, входящие в модель, должны быть количественно измеримыми. Также модель должна обеспечивать возможность измерения каждого фактора в отдельности и выявлять возможные резервы улучшения результирующего показателя.

Метод цепных подстановок

Сущность метода заключается в последовательной замене в математической модели $y = f(x_1, x_2)$ плановых частных показателей отчётными. Подстановок будет столько, сколько анализируется факторов (в данном случае – две). Расчёт ведется от количественных показателей к качественному. Результат каждого последующего расчёта сопоставляется с предыдущим и определяется влияние отдельных факторов:

$$\begin{aligned}y^0 &= f(x_1^0, x_2^0), \\y_1^* &= f(x_1^1, x_2^0), \\ \Delta y(x_1) &= y_1^* - y^0, \\y_2^* &= f(x_1^1, x_2^1), \\ \Delta y(x_2) &= y_2^* - y_1^*,\end{aligned}$$

Здесь x_1^0 и x_2^0 – плановые значения количественных факторов, x_1^1 и x_2^1 – отчётные значения количественных факторов, y^0 – плановое значение качественного фактора, y_1^* и y_2^* – отчётные значения качественного фактора.

Необходимо отметить, что в зависимости от выбранного порядка замены факторов результаты разложения имеют разные значения. В этом заключается недостаток метода цепных подстановок.

Рассмотрим пример применения метода цепных подстановок.

Пример 1.

Зависимость объема выпуска продукции от среднегодовой численности персонала и выработки описывается двухфакторной мультипликативной моделью [2]:

$$N = R \cdot N^{Г0Д}.$$

По данным таблицы 1, содержащей показатели, определяющие объём выпуска продукции, определить влияние среднегодовой численности персонала и выработки на величину объёма выпуска продукции в отрасли «Сельское хозяйство» [4] методом цепных подстановок.

Таблица 1

Исходные данные для определения зависимости объёма выпуска продукции от показателей численности персонала и среднегодовой выработки на одного сотрудника в отрасли «Сельское хозяйство»

Показатель	Плановый период (°)	Отчетный период (1)	Отклонение
Объём выпуска продукции (N^T), млрд руб.	5109,5	5348,8	+239,3
Среднесписочная численность персонала (R), чел.	102 296	103 658	+1 362
Среднегодовая выработка на одного рабочего ($N^{Г0Д}$), млрд руб. / чел.	0,0499	0,0516	+0,0016

Решение.

Плановая величина: $N^{T^0} = R^0 \cdot N^{Г0Д^0} = 102\,296 \cdot 0,0499 = 5109,5$ (млрд. руб.).

Промежуточное значение: $N^{T^*} = R^1 \cdot N^{Г0Д^0} = 103\,658 \cdot 0,0499 = 5177,5294$ (млрд. руб.).

Отчётное значение: $N^{T^1} = R^1 \cdot N^{Г0Д^1} = 103\,658 \cdot 0,0516 = 5348,8$ (млрд руб.).

Изменение объёма выпуска продукции из-за изменения численности персонала:

$$\Delta N^T(R) = N^{T^*} - N^{T^0} = 5177,5294 - 5109,5 = + 68,0294 \text{ (млрд руб.)}.$$

Изменение объёма выпуска продукции из-за роста выработки:

$$\Delta N(N^{Г0Д}) = N^{T^1} - N^{T^*} = 5348,8 - 5177,5294 = + 171,2706 \text{ (млрд руб.)}.$$

Совокупное влияние факторов равно сумме влияний:

$$\Delta N^T = \Delta N^T(R) + \Delta N^T(N^{Г0Д}) = 68,0294 + 171,2706 = 239,3 \text{ (млрд руб.)}.$$

По приведённым выше вычислениям можно понять, что выпуск продукции в отчётном периоде по сравнению с плановым возрос на 239,3 млрд руб., в том числе за счет среднесписочной численности персонала – на 68,0294 млрд руб., за счёт роста среднегодовой выработки на одного рабочего – на 171,2706 млрд руб. Прирост объёма выпуска продукции на 71,6% обеспечен ростом качественного показателя – производительности труда и на 28,4% – дополнительным привлечением работников. (Удельный вес влияния каждого фактора рассчитывается как отношение влияния каждого фактора к суммарному отклонению.)

Как было отмечено выше, изменение последовательности подстановки даёт другие результаты вычислений. Если сначала рассчитывать влияние выработки на одного рабочего, а затем – влияние численности персонала, то изменение объёма выпуска продукции за счет каждого фактора составит:

$$\Delta N^T(N^{Г^0Д}) = \Delta N^{Г^0Д} \cdot R^0 = 0,0016 \cdot 102\,296 = + 169,0202 \text{ (млрд руб.)};$$

$$\Delta N^T(R) = \Delta R \cdot N^{Г^0Д} = 1\,362 \cdot 0,0516 = + 70,2798 \text{ (млрд руб.)}.$$

Итого: + 239,3 млрд руб.

При таком порядке вычислений выпуск продукции в отчётном периоде по сравнению с плановым возрос также на 239,3 млрд руб., в том числе за счёт среднесписочной численности персонала – на 70,2798 млрд руб., а за счёт роста среднегодовой выработки на одного рабочего – на 169,0202 млрд руб. В данном случае прирост объёма выпуска продукции на 70,6% обеспечен ростом качественного показателя – производительности труда и на 29,4% – дополнительным привлечением работников.

Таким образом, при любом порядке вычислений, прирост объёма выпуска продукции в отрасли «Сельское хозяйство» обеспечивается в основном ростом производительности труда.

Важно заметить, что алгебраическая сумма влияния факторов должна быть равна приросту результативного показателя, то есть должен быть баланс. Отсутствие такого баланса означает ошибку в расчётах.

Метод абсолютных разниц

Данный метод представляет собой модификацию метода цепных подстановок. Алгоритм решения задачи для двухфакторной мультипликативной модели $y = x_1 \cdot x_2$ имеет вид:

$$y^0 = x_1^0 \cdot x_2^0,$$

$$y^* = x_1^1 \cdot x_2^0,$$

$$\Delta y(x_1) = y^* - y^0 = x_1^1 \cdot x_2^0 - x_1^0 \cdot x_2^0 = (x_1^1 - x_1^0) \cdot x_2^0 = \Delta x_1 \cdot x_2^0,$$

$$y^1 = x_1^1 \cdot x_2^1,$$

$$\Delta y(x_2) = y^1 - y^* = x_1^1 \cdot x_2^1 - x_1^1 \cdot x_2^0 = (x_2^1 - x_2^0) \cdot x_1^1 = \Delta x_2 \cdot x_1^1.$$

Здесь x_1^0 и x_2^0 – плановые значения факторов, x_1^1 и x_2^1 – отчётные значения факторов, y^0 – плановое значение качественного фактора, y^* и y^1 – отчётные значения качественного фактора. Изменение результативного показателя за счёт каждого фактора методом абсолютных разниц определяется как произведение отклонения изучаемого фактора на плановое или отчётное значение другого фактора в зависимости от выбранной последовательности подстановки.

Рассмотрим пример применения метода абсолютных разниц.

Пример 2.

По данным таблицы 1 определить влияние среднегодовой численности персонала и выработки на величину объёма выпуска продукции в отрасли «Сельское хозяйство» методом абсолютных разниц.

Решение.

$$\Delta N^T(R) = \Delta R \cdot N^{T0Д} = 1\,362 \cdot 0,0499 = + 68,0294 \text{ (млрд руб.)};$$

$$\Delta N^T(N^{T0Д}) = \Delta N^{T0Д} \cdot R^1 = 0,0016 \cdot 103\,658 = + 171,2706 \text{ (млрд руб.)}.$$

Итого: + 239,3 (млрд руб.).

По приведённым вычислениям можно понять, что выпуск продукции в отчётном периоде по сравнению с плановым возрос на 239,3 млрд руб. (как и в методе цепных подстановок), в том числе за счёт среднесписочной численности персонала – на 68,0294 млрд руб., за счёт роста среднегодовой выработки на одного рабочего – на 171,2706 млрд руб. Прирост объёма выпуска продукции на 71,6% обеспечен ростом качественного показателя – производительности труда и на 28,4% – дополнительным привлечением работников. Таким образом,

прирост объёма выпуска продукции обеспечивается в основном ростом производительности труда в отрасли «Сельское хозяйство».

Интегральный метод

По сравнению с методом цепных подстановок, интегральный метод даёт более точные результаты, так как дополнительный прирост результативного показателя за счёт взаимодействия факторов распределяется пропорционально их изолированному воздействию на результативный показатель [3].

Величина влияния отдельного фактора на изменение результативного показателя определяется на основе формул для разных факторных моделей, выведенных с применением дифференцирования и интегрирования.

Изменение результативного показателя за счет фактора x в двухфакторной мультипликативной модели вида $f = x \cdot y$ выражается соотношением: $\Delta f_x = 0,5 \cdot \Delta x \cdot (y_0 + y_1)$.

Изменение результативного показателя за счет фактора y в двухфакторной мультипликативной модели имеет вид: $\Delta f_y = 0,5 \cdot \Delta y \cdot (x_0 + x_1)$.

Общее изменение результативного показателя рассчитывается по формуле:

$$\Delta f = \Delta f_x + \Delta f_y.$$

Баланс отклонений имеет вид: $\Delta f = f_1 - f_0 = \Delta f_x + \Delta f_y$.

Пример 3.

На основе данных, представленных в таблице 1, необходимо интегральным методом определить влияние на объём выпуска продукции изменения численности персонала и среднегодовой выработки на одного сотрудника отрасли «Сельское хозяйство».

Решение.

$$\Delta N^T(R) = 0,5 \cdot (+1\ 362) \cdot (0,0499 + 0,0516) = +69,1546 \text{ (млрд руб.)};$$

$$\Delta N^T(N^{ГОД}) = 0,5 \cdot (+0,0016) \cdot (102\ 296 + 103\ 658) = +170,1454 \text{ (млрд руб.)}.$$

Проверка баланса:

$$0,0516 \cdot 103\ 658 - 0,0499 \cdot 102\ 296 = +69,1546 + 170,1454; 239,3 = +239,3 \text{ (млрд руб.)}.$$

Проведённый анализ показал, что объём выпуска продукции отрасли «Сельское хозяйство» вырос по сравнению с запланированным на 239,3 млрд руб. При этом на рост объёма выпуска продукции оба фактора повлияли положительно: за счёт увеличения среднесписочной численности персонала объём продукции вырос на 69,1546 млрд руб., а за счёт роста среднегодовой выработки на одного рабочего он вырос на 170,1454 млрд руб. Прирост объёма выпуска продукции отрасли на 71,1% обеспечен ростом качественного показателя – производительности труда и на 28,9% – дополнительным привлечением работников. Таким образом, прирост объёма выпуска продукции обеспечивается в основном ростом производительности труда в отрасли «Сельское хозяйство».

Заключение

В работе проведено математическое моделирование зависимости между результативным (объём выпуска продукции) и факторными признаками (среднесписочная численность персонала и среднегодовая выработка на одного рабочего) для отрасли экономики «Сельское хозяйство». Исследование проведено с помощью нескольких методов детерминированного факторного анализа: метода цепных подстановок, метода абсолютных разниц, интегрального метода. Результаты сравнения методов детерминированного факторного анализа хозяйственной деятельности отрасли «Сельское хозяйство» представлены в таблице 2. Рассмотренная в работе мультипликативная двухфакторная модель обеспечивает возможность измерения каждого фактора в отдельности и выявляет возможные резервы улучшения результирующего показателя – объёма выпущенной продукции (за счёт увеличения среднегодовой выработки на одного рабочего).

Таблица 2

Результаты сравнения методов факторного анализа хозяйственной деятельности отрасли «Сельское хозяйство»

	Метод цепных подстановок	Метод цепных подстановок (другой порядок вычислений)	Метод абсолютных разниц	Интегральный метод

Изменение объёма выпуска продукции за счёт среднесписочной численности персонала, млрд руб. (в % от общего изменения объёма выработки)	68,0294 (28,4)	70,2798 (29,4)	68,0294 (28,4)	69,1546 (28,9)
Изменение объёма выпуска продукции за счёт среднегодовой выработки на одного рабочего, млрд руб. (в % от общего изменения объёма выработки)	171,2706 (71,6)	169,0202 (70,6)	171,2706 (71,6)	170,1454 (71,1)
Общее изменение объёма выпуска продукции, млрд руб. (в % от общего изменения объёма выработки)	239,3 (100)	239,3 (100)	239,3 (100)	239,3 (100)

Список литературы

1. Александров О.А. Экономический анализ: учебное пособие / О.А. Александров. – М.: Инфра-М, 2020. – 179 с.
2. Калинина М.А. Методы экономического анализа хозяйственной деятельности организации: учебное пособие / М.А. Калинина, А.И., Меняйлов, Н.А. Рыхтикова. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 160 с.
3. Баканов М.И. Теория экономического анализа: учебник для студ. эконом. спец. / М.И. Баканов, М.В. Мельник, А.Д. Шеремет; под ред. М.И. Баканова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 536 с.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>