

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Ю.Ф. Трунин, А.А. Черников

Нижегородский государственный университет

В статье представлены содержание и результаты обработки показателей производственно-коммерческой деятельности с помощью факторного анализа. Используя исходные данные, сформирована постановка задач, получены модели доходности и затратности и приведена интерпретация результатов и выводы.

Факторный анализ как раздел многомерной статистики разработан и успешно используется для исследования представительных наборов типовых объектов различной физической природы. Основная его идея заключается в выявлении наименьшего числа обобщенных характеристик (факторов), отражающих наиболее существенные свойства изучаемых процессов. В математическом плане эта идея реализуется путем построения моделей вида:

$$X = AF,$$

$$F = \Lambda^{-1} A^T X,$$

где X — вектор-столбец с компонентами, представляющими нормированные отклонения исходных показателей от среднестатистических значений; F — вектор-столбец искоемых факторов; A — матрица весовых нагрузок, определяемая как

$$A = U\Lambda^{-1/2},$$

где U и Λ — матрицы собственных векторов и собственных значений уравнения

$$\Lambda = U^T R U,$$

где R — матрица корреляции исходных показателей.

Факторные модели представляют по существу формулы специфической замены исходных переменных (показателей) на другие переменные (факторы) в виде линейных комбинаций. Задача сжатого представления информации сводится либо к простой процедуре отбрасывания малозначимых факторов (у которых нагрузочные коэффициенты пренебрежимо малы), либо к более сложной операции их поглощения головными (значимыми) факторами. В последнем случае исследователь априорно определяет число таких факторов с помощью вариации конструктивно введенного коэффициента значимости. При этом отобранные для анализа факторы содержат все 100% суммарной информации исходной системы.

Важнейшим этапом факторного анализа является интерпретация факторов как комплексных функциональных характеристик исследуемого объекта или процес-

са. В такой интерпретации много субъективного, поскольку разные исследователи могут толковать одни и те же результаты по-разному. Тем не менее, она весьма важна: при достаточно глубоком понимании практической сущности задачи нередко удается распознать у факторов такое качественное содержание, какое невозможно определить другими путями и, что особенно важно, численно выразить другими методами математического анализа.

Само по себе выявление значимых факторов, даже при их грамотной интерпретации, не является конечной целью исследования. По конкретно рассчитанным факторам каждого объекта или явления из начальной выборки можно проводить анализ сложившейся на момент измерения ситуации, решать задачи классификации объектов исследования и прогноза их поведения. Классификация по исходным показателям, которые обладают существенной коррелированностью, как правило, весьма затруднительна. Существующие методы регрессионного анализа взаимосвязанных показателей трудоемки, а построенный на их основе прогноз часто не удовлетворяет современным требованиям по точности. Регрессионные модели, построенные по независимым факторам, позволяют устранить недостатки, а проведенная по ним классификация объектов оказывается более объективной.

Еще одно немаловажное достоинство факторного анализа состоит в том, что он совершенно безразличен к единицам измерения показателей. При его использовании не требуется априорного приведения исходных данных к единой системе координат (например, «на душу населения» или «в условных денежных единицах», как часто принято делать в социально-экономических исследованиях). Дело в том, что в процессе реализации факторного анализа заложена автоматическая нормировка показателей, после которой все они становятся безразмерными и равноправными

Несмотря на «простоту» используемого математического аппарата (матричная алгебра), факторный анализ имеет глубокое качественное содержание. Он является одним из немногих методов математического анализа, моделирующих механизм подсознательного мышления человека. Действительно, наша интуитивная оценка какого-либо объекта или явления, вроде бы, совсем не опирается на анализ его структурных показателей. Просто мы подозреваем, что в неизученных глубинах мозга отпечатаны сотни, тысячи и миллионы типовых объектов и явлений с широчайшим спектром характерных деталей. При знакомстве с новым (или очередным) объектом в подсознании мгновенно возникают ассоциативные связи, создающие «портрет» этого объекта в форме минимального числа обобщенных образов. Проводя сравнение с факторным анализом, можно предположить, что интуитивно возникающие ассоциации суть прямые аналоги коэффициентов корреляции показателей, а сформированные на их основе образы – искомые факторы. Кстати, наша интерпретация полученных образов, как и в факторном анализе, является сугубо индивидуальной и может сильно различаться в оценках разных людей.

На основе факторного анализа нами построена численно-аналитическая методика статистической обработки систем показателей различной физической природы (технических, медико-биологических, социально-экономических, производственно-финансовых и других). В соответствии с ней по специально разработанному программному комплексу вычисляются корреляционные связи исходных показателей, выделяется минимальное число обобщенных характеристик (факторов), проводится их смысловая интерпретация и строится математическая модель для

расчета факторов у каждого объекта изучаемой системы. Далее, в зависимости от специфики поставленной задачи, возможны различные пути решения.

Стационарная задача, предусматривающая сравнительный анализ множества типовых объектов, сводится к их классификации по величине и знаконаправленности факторных значений. Принадлежность конкретного объекта тому или иному классу является выраженным признаком его состояния, по которому можно проводить углубленный качественный анализ, определять рейтинг, строить прогнозы и принимать регулирующие решения.

Динамическая задача, предусматривающая анализ текущего состояния конкретного объекта или явления, сводится к построению графиков изменения факторов на заданном временном интервале, выяснению причин характерных особенностей их поведения и прогнозированию возможного развития ситуаций. На практике стационарная и динамическая задачи нередко решаются совместно в различных сочетаниях пространственных и временных координат.

Факторный анализ вполне применим для экономических исследований производственно-коммерческих предприятий любого профиля и любой формы собственности. На первый взгляд, при изучении деятельности отдельно взятого предприятия мощный потенциал факторного анализа кажется излишним и даже неприемлемым, если отсутствуют данные по выборке аналогичных предприятий. Однако в условиях рыночной экономики каждый этап работы отдельного предприятия может иметь вполне независимые от других этапов параметры, что позволяет формально считать одно и то же предприятие на разных этапах своей деятельности независимым объектом. Таким образом, при наличии представительно-го набора отчетных этапов задача может быть сведена к анализу совокупности как бы различных предприятий и допускает применение факторного аппарата исследования. Получается классическая динамическая задача факторного анализа.

Для подтверждения возможности и результативности такого подхода проведен анализ деятельности коммерческой фирмы АО «N». В качестве исходных «объектов» исследования взят набор квартальных этапов, начиная с I кв. 2000 г. и кончая II кв. 2003 г. В качестве исходных показателей деятельности фирмы использованы данные расшифровок доходов и расходов на каждом этапе, соответствующие официальным балансовым отчетам. Это:

1. Возраст фирмы (годы).
2. Численность работников (чел.).
3. Себестоимость товара.
4. Прибыль (убытки).
5. Заработная плата.
6. Отчисления с заработной платы.
7. Муниципальные налоги.
8. Расходы на транспорт и перевозку товара.
9. Расходы на аренду помещений.
10. Расходы на услуги связи.
11. Командировочные расходы.
12. Прочие расходы.

Здесь приведен сокращенный набор показателей, в котором отдельные мелко-расходные статьи балансовых отчетов объединены в укрупненные комплексы. Так, например, в графу «прочие расходы» вошли представительские расходы, кассовое обслуживание, реклама и т.д. В конкретных расчетах оказалось удобным использовать не абсолютные значения рублевых показателей, а их долевые вкла-

ды в общей выручке от реализации товара. Численные значения показателей на всех этапах рассматриваемого периода деятельности фирмы приведены в таблице.

Таблица

Матрица исходных данных

Год	Кв	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	I	6,25	18	0,49	0,01	0,07	0,02	0,01	0,13	0,03	0,01	0,03	0,20
	II	6,50	20	0,49	-0,16	0,12	0,05	0,01	0,14	0,04	0,01	0,05	0,25
	III	6,75	22	0,49	-0,14	0,17	0,06	0,02	0,13	0,07	0,01	0,08	0,11
	IV	7,00	34	0,49	0	0,15	0,05	0,01	0,11	0,05	0,01	0,06	0,07
2001	I	7,25	24	0,45	-0,14	0,29	0,03	0,04	0,11	0,08	0,01	0,00	0,13
	II	7,50	23	0,45	0,09	0,11	0,01	0,02	0,18	0,10	0,01	0,00	0,03
	III	7,75	22	0,48	0,09	0,09	0,03	0,01	0,16	0,10	0,01	0,01	0,02
	IV	8,00	22	0,49	0,02	0,12	0,03	0,02	0,14	0,11	0,01	0,01	0,05
2002	I	8,25	21	0,74	0,03	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02
	II	8,50	19	0,74	-0,02	0,07	0,02	0,02	0,03	0,07	0,01	0,04	0,02
	III	8,75	19	0,72	0,02	0,07	0,02	0,02	0,03	0,07	0,01	0,02	0,02
	IV	9,00	19	0,77	0,05	0,05	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02
2003	I	9,25	17	0,77	-0,09	0,10	0,04	0,04	0,06	0,01	0,03	0,00	0,04
	II	9,50	18	0,52	0,09	0,12	0,05	0,05	0,02	0,00	0,02	0,03	0,10

Система исходных данных реализована в вышеупомянутом программно-методическом комплексе. В результате получена матрица корреляции показателей, на основе которой построена математическая модель для расчета факторов как обобщенных характеристик, отражающих проявление внутренних закономерностей системы.

Оказалось, что вся информация, заложенная в системе исходных данных, может быть представлена двумя значимыми факторами:

$$f_1 = 0,52 x_1 - 0,30 x_2 + 0,56 x_3 + 0,87 x_4 - 0,75 x_5 - 0,82 x_6 - 0,28 x_7 - 0,42 x_8 + \\ + 0,05 x_9 + 0,22 x_{10} - 0,61 x_{11} - 0,76 x_{12},$$

$$f_2 = 0,18 x_1 - 0,80 x_2 + 0,72 x_3 - 0,38 x_4 - 0,17 x_5 - 0,14 x_6 + 0,63 x_7 + 0,65 x_8 + \\ + 0,76 x_9 + 0,73 x_{10} - 0,26 x_{11} - 0,13 x_{12}.$$

Здесь $\frac{X_j - \bar{X}_j}{\sqrt{D_j}}$ — отклонение j -го показателя от его среднего значения (ма-

тематического ожидания), отнесенное к корню из дисперсии (стандартному отклонению), $j = 1, 2, 3, \dots, 12$. Жирным шрифтом выделены слагаемые, вносящие наибольшие весовые вклады в формирование факторов. По этим вкладам проводится смысловая интерпретация факторов как обобщенных характеристик системы.

Первый фактор f_1 содержит 52% суммарной информации исходной системы. С точностью до 89% он формируется положительными вкладами от прибыли, себестоимости товара и возраста фирмы, а также отрицательными вкладами от зарплаты с начислениями, от командировочных и прочих расходов. По смысловой значимости формирующих показателей он может быть условно назван **фактором доходности**.

Второй фактор f_2 содержит 48% суммарной информации исходной системы. С точностью до 92% он формируется положительными вкладами от расходов на

аренду помещений и на услуги связи, от себестоимости товара, муниципальных налогов и транспортных расходов, а также отрицательным вкладом от численности работников. По смысловой значимости формирующих показателей он может быть условно назван **фактором затратности**.

Напомним, что интерпретация факторов — дело субъективное, т.е. каждый исследователь волен по-своему трактовать смысловое содержание полученных факторов. Однако в нашей модели хорошо просматривается разделение системы показателей на две группы, одна из которых несет в большей степени прибыльное содержание, а другая — убыточное. Это разделение и дает нам необходимые основания для вышеуказанной интерпретации факторов.

Рассчитанные по модели факторы измеряются в единицах дисперсии, которые сами по себе не имеют конкретного экономического содержания, но весьма информативны в сравнениях по факторным величинам результатов деятельности фирмы на различных этапах. В пределах первой дисперсии ($-1, +1$) располагаются факторы, близкие к нулевому уровню, соответствующему средним значениям показателей за весь рассматриваемый временной период. Положительные значения факторов означают для конкретного этапа ситуацию выше средней, т.е. более высокие уровни доходности и затратности. Соответственно отрицательные значения факторов сигнализируют об обратной ситуации и чем больше абсолютное значение фактора, тем хуже эта ситуация, по крайней мере, в плане доходности предприятия.

По математической модели рассчитаны конкретные значения факторов для каждого исходного «объекта», т.е. для каждого этапа деятельности фирмы, и построены графики изменения факторов на рассматриваемой временной оси. Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2.

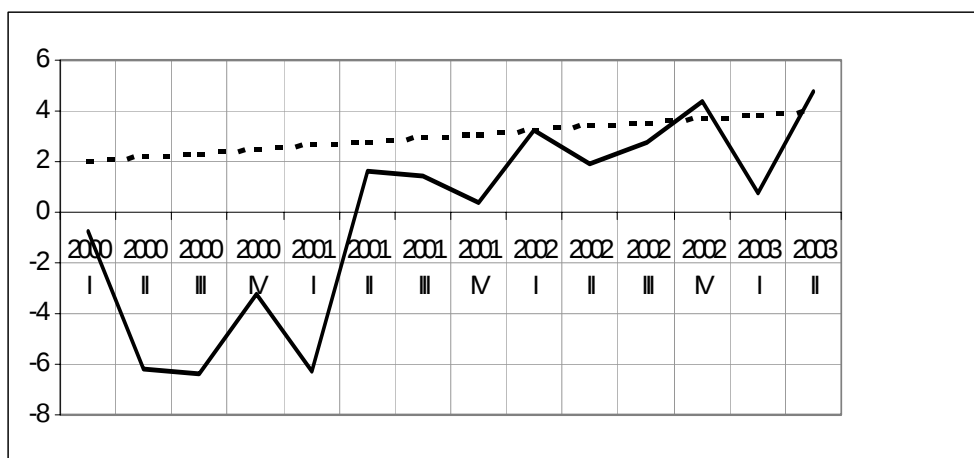


Рис. 1. График изменения фактора доходности

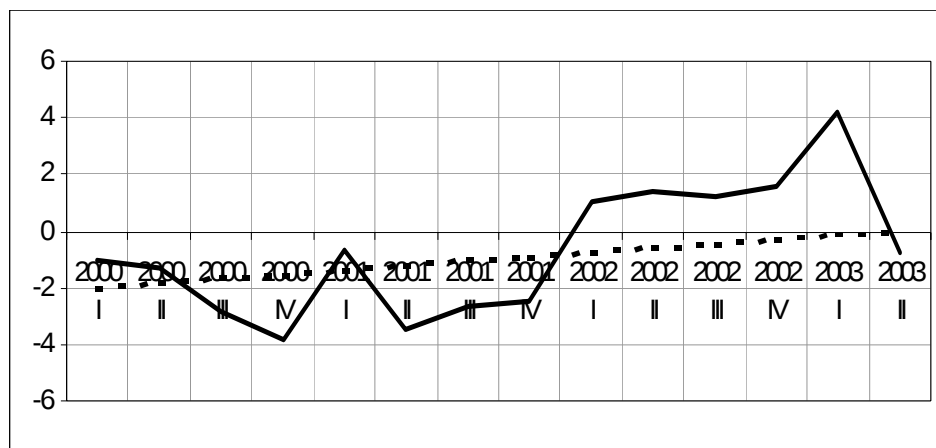


Рис. 2. График изменения фактора затратности

Нулевая ось на графиках соответствует нулевым значениям факторов, т.е. таким значениям, у которых формирующие показатели равны средним по всему временному интервалу (среднестатистическим). Рассчитанные по модели текущие значения факторов доходности (рис. 1) и затратности (рис. 2) изображены жирными ломаными линиями. Штриховыми линиями изображены графики изменения «нормативных» факторов, сформированных показателями, значения которых руководство фирмы считает желательными и вполне достижимыми при оптимальной организации работы, а также своевременности поставок и сбыта товара.

Анализ динамического поведения факторов показал, что в своих взлетах и падениях они примерно соответствуют изменениям главных формирующих показателей, а именно прибыли у фактора доходности и себестоимости товара у фактора затратности. Однако в процессе формирования факторов участвуют абсолютно все исходные показатели с соответствующими весовыми нагрузками. Как раз в этом и проявляется главное достоинство факторного анализа. Резкие поквартальные колебания обусловлены плохо предсказуемыми изменениями текущей ситуации: нарушениями планируемых сроков поставщиками товара, несвоевременной оплатой товара покупателями, неустойчивостью конъюнктуры рынка, необоснованным вмешательством инспектирующих органов и т.д. Несмотря на резкие поквартальные колебания, на графиках хорошо просматривается общая тенденция роста факторных значений и приближения их к нормативным уровням. При этом рост доходности заметно опережает рост затратности, что свидетельствует о жизнеспособности и рентабельности изучаемой фирмы.

Подобный анализ может быть проведен для любого предприятия, срок существования которого допускает возможность использования аппарата многомерной статистики. Следует только заметить, что результаты анализа будут объективны ровно настолько, насколько достоверна исходная информация.