Ep.6.7
605

ISSN 0136-3549
0203-9699

TALLINNA
POLÜTEHNILISE INSTITUUDI
TOIMETISED
605

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

TPI '85

МАТРИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Ep.6.7

605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

TPI '85

УДК 338.658

МАТРИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Межвузовский сборник
научных работ по статистике УШ

Под общей редакцией
доктора экономических наук
профессора У.И. Мересте

Таллин 1985

330

Редколлегия: канд. экон. наук доц. Г. Кисина,
д-р экон. наук проф. Э. Линнакс,
д-р экон. наук проф. У. Мересте,
д-р экон. наук проф. член-корр. АН ЭССР Р. Хагельберг,
д-р экон. наук проф. Х. Мююр.

В сборнике рассматриваются различные теоретические и практические вопросы применения матричного моделирования в экономико-статистическом анализе результатов хозяйствования на предприятиях, в отраслях народного хозяйства, в народном хозяйстве в целом и в межгосударственном сравнительном анализе. В статьях находит освещение опыт применения матрично-комплексного анализа как метода экономического анализа - в народном хозяйстве Эстонской ССР и в других союзных республиках.

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Труды ТПИ № 605

МАТРИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ
Межвузовский сборник научных трудов по статистике У111
На русском языке.

Редактор А. Кудрявцева.
Техн. редактор В. Луговой.
Сборник утвержден коллегией Трудов ТПИ 26. 03. 1985.
Подписано к печати 14 октября 1985.
МВ-08644.
Формат 60x90/16.
Печ. л. 9,0 + 0,5. Уч. изд. л. 8,2.
Тираж 400.
Заказ № 678.
Цена 1 руб. 20 коп.
Таллинский политехнический институт,
200026, Таллин, Эхитаяте тее, 5.
Ротапринт ТПИ, 200006, Таллин, ул. Коскла, 2/9.

© Таллинский политехнический институт, 1985.

Оглавление

I. У. Мереете. Основы теории поля эффективности. (Новый подход к изучению эффективности производства путем ее полносистемного моделирования) 5

U. Mereste. Grundlagen der Theorie des Effektivitätsfeldes,(Eine neue Methode für Untersuchung der ökonomischen Effektivität der Gesellschaftlichen Produktion auf Grunde der Systemmodellierung). Zusammenfassung..... 34

2. Х.А. Луур. Матричное моделирование хозяйственной деятельности: опыт и перспективы..... 35

H. Luur. Matrix simulation of production activity: experience and prospects. Summary..... 50

3. Т. Городецкая, В. Малыхин, А. Михайлов. Статистический анализ некоторых итогов матричного моделирования эффективности общественного производства (на примере народного хозяйства СССР за 1960-1981 гг.)..... 51

T. Gorodezkaja, W. Malychin, A. Michailow. Statistische Analyse einiger Bilanzen der Matrizenmodellierung der Effektivität der gesellschaftlichen Produktion (am Beispiel der Volkswirtschaft der UdSSR in der Periode 1960-1981).Zusammenfassung... 61

4. В. Венсел. Измерение динамики экономической эффективности производства по матричной модели..... 63

V. Vensel. Measuring the dynamics of economic efficiency of production by using the matrix model. Summary..... 72

5. А.Б. Бутник-Сиверский. Моделирование рекурсивных факторных систем посредством матриц связи..... 73

A. Butnik-Siverskij. Modellieren der rekursiven Faktorsysteme durch die Verbindungsmatrize. Zusammenfassung..... 82

6. М. Саарепера, В. Венсел. Построение факторных систем на основе матричной концепции..... 83

M. Saarepera, V. Vensel. The bases of constructing factor systems on the ground of matrix conception. Summary..... 97

7. М. Орвет. Матричное моделирование и комплексный анализ результатов хозяйствования с учетом закономерностей развития..... 99

M. Orvet. Matrix modelling and complex analysis of economic results considering the law-governed nature of development. Summary..... 109

8. А. Роот. Расширенный комплексный анализ на основе данных по видам продукции..... III

A. Root. The extended complex analysis of data by the kinds of production. Summary..... 122

9. М.У. Тинитс. О формулах обобщающего коэффициента сравнения эффективности..... I23

M. Tinits. Über die Formeln der verallgemeinernden Vergleichskoeffiziente der Effektivität. Zusammenfassung..... 127

I0. М.С. Флейдервиш. Структура матрицы эффективности. I29

M. Fleidervish. The structure of the efficiency matrix. Summary..... 136

II. Х. Юрвисте. Библиография публикаций по матричному моделированию и комплексному анализу экономической эффективности производства..... I37

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 338.003:658

У. Мереете

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ (НОВЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ЕЕ ПОЛНОСИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)

Для состояния разработки теории экономической эффективности общественного производства уже в течение длительного времени характерно существование многих противоречивых концепций, не только сильно расходящихся друг с другом, но отчасти и полностью отрицающих друг друга. Это, по нашему мнению, дает полное основание предполагать, что уже в постановке проблемы изучения уровня и динамики экономической эффективности производства кроется, по всей вероятности, некоторая методологическая недоработанность и противоречивость.

В данной статье предпринимается попытка показать, что противоречивость постановки проблемы изучения и измерения эффективности производства заключается в сущностной многогранности эффективности как явления экономической действительности и научной категории, с одной стороны, и в сверхпростом, однограннном способе ее моделирования - с другой. Для решения проблемы разработки удовлетворительного метода отражения и измерения экономической эффективности производства необходимо, по нашему мнению, отказаться от традиционного представления эффективности в качестве отношения только двух явлений (показателей эффекта и затрат или ресурсов) и перейти к использованию нового модельного представления уровня эффективности в виде поля отношений.

Данная работа, при составлении которой использованы, кроме того, материалы из некоторых более ранних публикаций автора - первая попытка систематически изложить на русском языке главные принципы, лежащие в основе теории

поля эффективности, разработанной автором настоящих строк в сотрудничестве с группой студентов, аспирантов и сотрудников некоторых таллинских научно-исследовательских учреждений.

В деле теоретически правильного, практически целесообразного и логически непротиворечивого решения проблемы измерения эффективности, по нашему мнению, необходимо придать большее значение прежде всего разработке концептуального аппарата исследования, в том числе в особенности определению и разграничению его объекта, цели и задачи, построению модели объекта исследования - уровня эффективности, обуществлению интепретации как самой модели, так и результатов анализа. До настоящего времени в рамках теоретического обоснования различных подходов этим вопросам уделяется относительно мало внимания, чаще всего они обходятся молчанием. В этом одна из причин, почему счет формулам-дефинициям эффективности идет уже на десятки и сотни и лавинообразно продолжает увеличиваться.[1]

I. Существующее модельное представление эффективности и его реализации в виде отношений двух величин. Эффективность и интенсивность

Сложившееся в советской экономической литературе и хозяйственной практике понятие экономической эффективности неоднократно модифицировалось и в течение времени обогащалось, но при этом неизменно сохраняло свое основное материальное и смысловое содержание. В современном понимании с термином "экономическая эффективность" связан широкий, причем точно не ограниченный круг факторов, влияющих на нее и определяющих в конечном итоге ее уровень на каждый период

---

[1] К концу 70-х годов по некоторым источникам было предложено уже более 150 обобщающих показателей оценки экономической эффективности, различающихся между собой алгоритмами расчета и численными значениями. (См. Системный анализ при оценке экономической эффективности размещения общественного производства. М., 1980, с. 142).

времени на каждом отдельном производственном предприятии, в каждой отрасли материального производства и в народном хозяйстве в целом. Факторами, определяющими изменения в уровне эффективности, являются прежде всего повышение производительности труда, улучшение использования производственных мощностей, увеличение отдачи вложенных в производство денежных средств, сокращение энерго-, зарплато- и материалоемкости продукции, повышение рентабельности как продукции, так и производственных фондов, повышение фондоотдачи основных фондов и т.д.

Экономическая эффективность производства, таким образом, - это сверхобобщающая экономическая категория или обобщающая категория наивысшего порядка, включающая в себя все перечисленные категории - производительность труда, энерго-, зарплато- и материалоемкость и т.д. - как обобщающие категории более низкого порядка. Из этого вытекает, что поскольку все перечисленные качественные явления экономической действительности - составляющие или компоненты эффективности, то ни один из соответствующих показателей не может быть понят как прямое отражение или показатель уровня эффективности в целом. Все они по своему статистическому смыслу - показатели интенсивности, но поскольку все соответствующие явления входят в состав категории эффективности, все они являются одновременно и частными показателями эффективности. Каждый из них выражает уровень эффективности и его изменение в определенном частном разрезе.

Тем самым определяется и различие между понятиями интенсивность и эффективность, интенсификация и эффективизация производства. Интенсификация означает повышение производительности труда снижением удельного расхода материалов и электроэнергии и других положительных изменений подобного рода. Интенсификация производства в отдельных его направлениях, секторах и аспектах является необходимой предпосылкой совокупной эффективизации производства. Но тем не менее интенсификация и эффективизация, повышение интенсивности и повышение эффективности не являются тождественными понятиями. Это хорошо выражено и во многих директивных документах, в том числе, например, в "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года", где поставлена

задача "Настойчиво повышать эффективность общественного производства на основе его всесторонней интенсификации".[1]

Повышение эффективности происходит, таким образом, на основе интенсификации производства, но не каждый акт повышения интенсивности сводится автоматически и к повышению эффективности. Повышение производительности живого труда или показателя выработки может не привести к росту эффективности, если, например, оно сопровождается непомерным увеличением материало- или энергоемкости продукции или снижением фондоотдачи.

Эффективизация по своему характеру явление критериальное. Повышение народнохозяйственной эффективности обеспечивается и каким-либо актом интенсификации производства только в том случае, если, во-первых, повышение интенсивности использования одного фактора эффективности не сопровождается непомерным снижением интенсивности другого фактора, т.е. непомерным повышением экстенсивности использования какого-либо или каких-либо других факторов - частных явлений эффективности; и, во-вторых, если вследствие повышения интенсивности производства на одном предприятии не снижается непомерно интенсивность хозяйствования на каких-либо других предприятиях или в отраслях производства. Таким образом, повышение эффективности - это многостороннее уравновешенное повышение интенсивности производства одновременно во многих его секторах, сторонах и аспектах, на многих предприятиях, объединениях и отраслях народного хозяйства, причем оно может быть обеспечено иногда и в таком случае, когда некоторые факторы эффективности изменяются в нежелательном направлении, т.е. воздействуют в направлении на снижение уровня эффективности.

Методологическая противоречивость нынешнего подхода к решению измерения эффективности обнаруживается в том, что при любой попытке определить уровень эффективности в виде отношения двух абсолютных величин, получается показатель, являющийся не общим, а частным показателем эффективности. На это обстоятельство уже обратили внимание некоторые авторы, в том числе, например, Р.М. Петухов и В.В. Волостных, согласс-

---

[1] Материалы XXУI съезда КПСС. М., 1981, с. 141.

но утверждению которых оно ведет к подмене самого понятия эффективности производства "иными категориями, имеющими самостоятельный смысл, назначение и содержание".[1] Упомянутые авторы правильно подчеркивают, что если растет тот или иной из названных показателей, т.е. выработка, количество продукции, привлекающиеся на единицу основных производственных фондов, применяемых в данном производстве и пр., это еще не означает роста эффективности производства в целом.[2]

Получение вследствие моделирования модели, являющейся не моделью самого изучаемого явления, а только одной из его частей - признак допущения явной методологической ошибки при моделировании. Использование таких моделей не может дать неискаженной информации об эффективности. Выход из положения - отыскание такого способа моделирования уровня эффективности, который позволил бы адекватно отражать сущность категории эффективности. Составление такой модели имеет краеугольное значение не только с точки зрения методики измерения эффективности, но и для формирования правильного представления о сущности феномена "эффективность", т.е. с точки зрения развития теории. Приведенное суждение служит, между прочим, достаточным основанием утверждать, что нынешнее представление об эффективности как отношении эффекта и затрат (или ресурсов) далеко от совершенства. Оно не совпадает с современным теоретическим представлением об эффективности, обобщающей в себе и производительность труда, и фондоотдачу, и материалоемкость, и другие качественные показатели такого же уровня и характера.

Несоответствие способа моделирования теоретическим представлениям об эффективности производства - главная причина затянувшихся и малорезультативных дискуссий по теории и методике измерения эффективности производства.

---

[1] Петухов Р.М., Волостных В.В. Управление повышением эффективности производства в отрасли. М., 1979, с. 9.

[2] Там же.

2. Познавательные различия между задачами адекватного отражения и ранжировки при изучении эффективности производства

Вторая методологическая погрешность, мешающая решению проблемы измерения эффективности, заключается в нечетком представлении целей изучения и измерения эффективности. В специальных теоретико-методологических исследованиях исходят из предпосылки, что задача изучения эффективности по существу едина. Стремятся к созданию такой методики, на основе которой можно было бы ответить на все вопросы, возникающие в хозяйственной практике в связи с эффективностью. В действительности же на практике требуется точная числовая информация для решения двух не только различных, но по своему познавательному существу даже противоположных задач:[I]

1) для детального отражения уровня эффективности и для нахождения внутренних резервов его повышения. Назовем эту задачу задачей адекватного отражения и

2) для ранжировки предприятий, объединений, отраслей производства по достигнутой эффективности производства. Назовем эту задачу задачей ранжировки. Последняя задача в свою очередь может выступать как

2.1) статическая задача ранжировки по достигнутым уровням или как

2.2) динамическая задача, когда ранжировка проводится по темпам повышения или индексам эффективности.

Названные задачи являются противоположными в том смысле, что задача адекватного отражения предполагает ввиду сущностной многогранности явления "эффективность" применения некоторого количества показателей, а решение задачи ранжировки, наоборот, предполагает применение только одного показателя "эффективности." Если показателей оказывается

[I] Характеристика названных познавательных задач была дана впервые в работе Mereste, U. Ühiskondliku tootmise majandusliku efektiivsuse tõus Eestis 1960-1977. (Majandusliku efektiivsuse maatrikskäsitus.) - ENSV TA Toimetised, 29. köide. Ühiskonnateadused, 1980, nr. 1, c. 1 - 18.

больше, то единая ранжировка невозможна: по одному показателю может опережать одно, по другому показателю - другое предприятие.

Задача адекватного отражения эффективности производства является основной(первичной), ее следует решать в первую очередь. Первичность задачи адекватного отражения обосновывается прежде всего экономически, т.е. по содержательным соображениям, поскольку с точки зрения управления предприятием более важно знать действительное положение эффективности и получить указание, в каком направлении работать, чтобы добиться дальнейшего повышения эффективности, чем узнать, какое место оно занимало в общей совокупности предприятий данного министерства или ведомства. Методологически первичность задачи отражения определяется тем,что на основе данных, полученных при ее решении, нетрудно дополнительными методами получить и решение задачи ранжировки.

3. Понятие поля эффективности и охват его традиционными показателями интенсивности

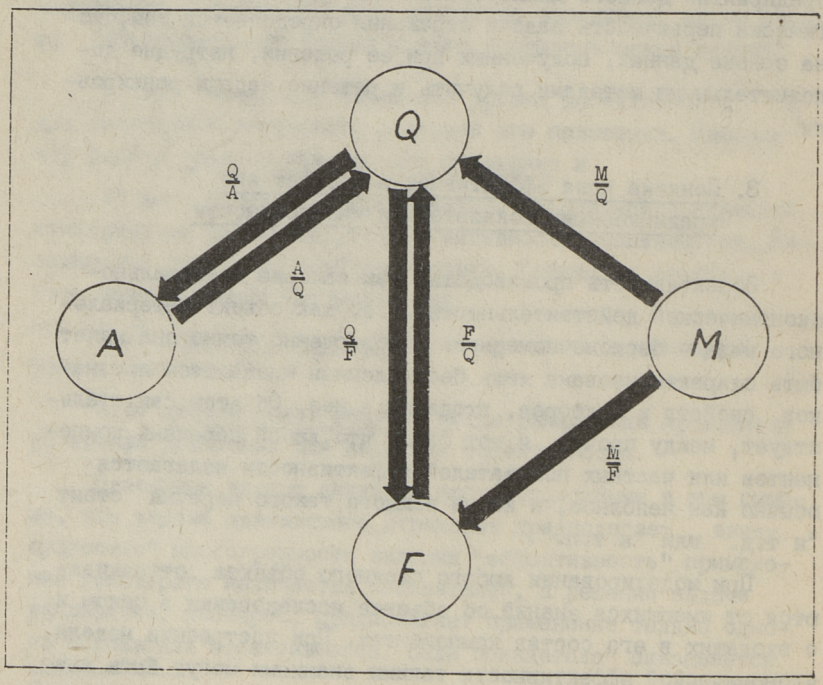
Эффективность производства как явление материально-экономической действительности, т.е. как объект материального мира - бесконечномерное. Совершенно точно она может быть охарактеризована лишь бесчисленным множеством признаков, свойств и факторов, входящих в нее. Об этом свидетельствует, между прочим, и тот факт, что любой перечень компонентов или частных показателей эффективности излагается обычно как неполное, в конце каждого такого перечня стоит "и т.д." или "и т.п.".

При моделировании любого сложного объекта отталкиваются от имеющихся знаний об объекте исследования в целом и о входящих в его состав компонентах. При построении модели экономической эффективности такими знаниями могут быть знания о том, что изменение уровня эффективности зависит от производительности труда, от рентабельности, от фондоотдачи и фондоемкости и т.д. В целях максимального упрощения задачи ограничимся предварительно вышеперечисленными показателями интенсивности и предположим, что уровень эффективности в первом приближении определяется только этими показателями.

Производительность труда выражается в пропорции между продукцией (Q) и фондом рабочего времени, использованной при производстве продукции; она измеряется или показателем выработки Q/A, или показателем удельного расхода рабочего времени A/Q.

Фондоотдача - это отношение производственной продукции (Q) к средней стоимости использованных при этом производственных фондов (F), т.е. отношение Q/F. Фондоемкость выражает обратную пропорцию между этими же количественными показателями F/Q.

Рентабельность может быть понята как рентабельность продукции, т.е. в качестве отношения между прибылью (M) и



Фиг. 1. Набор некоторых наиболее часто используемых частных показателей экономической эффективности производства. Количественные результаты хозяйственной деятельности (Q, A, M, F) изображены кружками, а отношения между ними или качественные показатели, служившие частными показателями эффективности (Q/A, A/Q, F/Q, Q/F, M/Q и M/F) - соответствующими стрелками.

стоимостью продукции (Q) - M/Q или как рентабельность производственных фондов, т.е. в качестве отношения прибыли и стоимости производственных фондов - M/F.

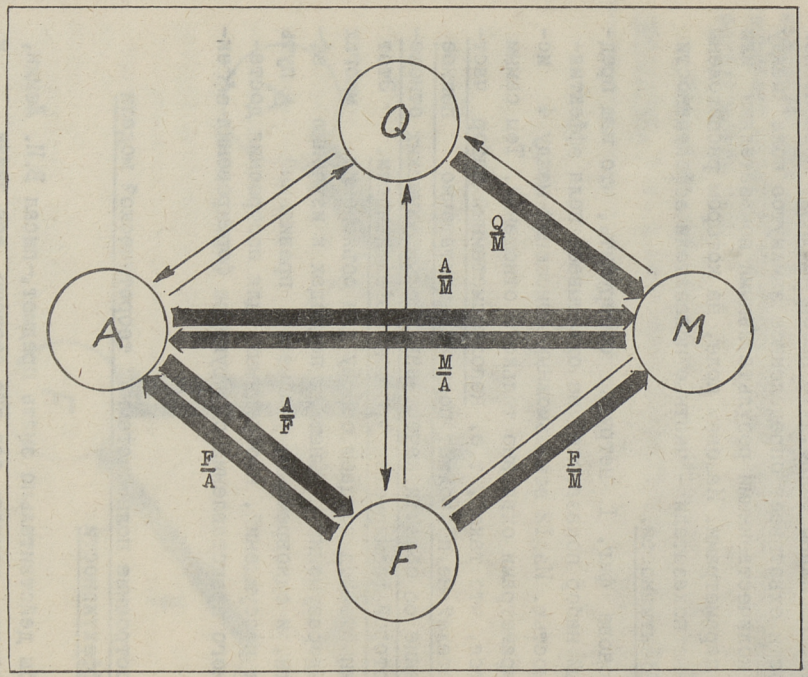
По графу (см. фиг. I), на котором изображены все перечисленные показатели интенсивности, т.е. частные показатели эффективности и количественные результативные показатели, отношениями между которыми являются показатели интенсивности, наглядно видно, что набор частных показателей эффективности охватывает определенное замкнутое поле между исходными количественными результативными показателями или исходными параметрами. Назовем поле, на котором расположены качественные показатели - частные показатели эффективности - полем эффективности.

На основе фиг. I нетрудно обнаружить, что наш предварительный набор показателей не охватывает поля эффективности полностью. Из I2 всевозможных отношений между 4 исходными параметрами охвачено только 6 отношений. Тем самым доказывается, что такой, т.е. неполносистемный набор частных показателей не позволяет получить достаточно полное представление об области качественных экономических отношений, на которой формируется уровень эффективности. Этот весьма важный вывод создает основу для объяснения многих частных недоразумений в нынешних подходах к изучению эффективности, и одновременно указывает правильный путь дальнейших рассуждений, необходимых для построения достаточно полного представления о структуре формирования эффективности.

4. Построение полносистемной теоретической модели эффективности

"Чтобы действительно знать предмет,-писал В.И. Ленин, - надо охватить, изучать все его стороны, все связи и "опосредования"".[I] Следовательно, чтобы действительно знать область отношений, на которой образуется экономическая эффективность, надо охватить все без исключения отношения между исходными параметрами, или по терминологии современной теории систем - надо охватить ее полносистемно.

[I] Ленин В.И. Полн. собр. соч., т. 42, с. 200.



Фиг. 2. Полносистемный охват поля эффективности предполагает рассмотрение ряда отношений между исходными параметрами, ограничивающими поля эффективности, обычно не рассматриваемых в качестве частных показателей эффективности.

Полносистемная модель поля экономической эффективности изображена на фигуре 2. Фигурой наглядно демонстрируется, насколько она полнее по сравнению с обычным и ставшим уже традиционным представлением об уровне эффективности, который определяется по неполносистемным наборам показателей.

Полносистемное рассмотрение эффективности производства невозможно без того, чтобы не принимать в расчет и следующие частные показатели эффективности - показатели интенсивности:

I) рентабельность рабочей силы или рабочего времени M/A, т.е. сумма прибыли на одного среднего работающего или на один человеко-час (или -день);

2) закрепленность рабочего времени за прибылью, "трудоемкость" прибыли M/A;

3) закрепленность продукции за прибылью Q/M, т.е. стоимость продукции, необходимой для получения одного рубля прибыли;

4) фондовооруженность рабочей силы F/A;

5) закрепленность рабочей силы за производственными фондами A/F;

6) закрепленность фондов за прибылью или "фондоемкость" прибыли F/M.

Полное описание уровня эффективности дается совокупностью всех отношений между исходными параметрами, в данном случае между четырьмя параметрами Q, M, A, F.

Изображенный на фиг. 2 граф состоит из двух частей различного качественного характера:

I) из исходных количественных параметров - результативных показателей хозяйственной деятельности, которые ограничивают поле эффективности и тем самым определяют его конкретное содержание, но сами не входят в состав поля эффективности, и

2) из системы всевозможных отношений между исходными параметрами или модели поля эффективности в прямом смысле этого слова.

Построенная нами таким образом теоретическая модель уровня эффективности общественного производства, как теоретические модели вообще, не только основывается на уже имеющихся знаниях об объекте, но и дает новое знание о нем. Тем самым она способна выполнять немалую роль в дальнейшем развитии теории эффективности, в развитии понятийного аппарата, специфического языка и профессионального мышления.

Прежде всего необходимо провести уточнение определения уровня эффективности производства. Уровень эффективности по нашему модельному представлению не является частным от деления результата на затраты (или ресурсы). Уровень эффективности - это поле или полносистемная совокупность всевозможных показателей интенсивности (качественных показателей), связывающих между собою количественные результаты хозяйствования.

5. Обогащение понятийного аппарата теории эффективности

Приведенная формулировка понятия уровня эффективности в качестве поля отношений не остается пустой декларацией, а конкретизируется целой системой новых понятий, отражающих компоненты эффективности, которые до сих пор в специальных разработках оставались без внимания. Тем самым понятийный аппарат теории эффективности обогащается рядом понятий - рентабельность рабочей силы (А), закрепленность рабочей силы за производственными фондами (Б) и др. Часть из них совсем новые, в литературе и на практике раньше не использованные, а часть такие, правомерность которых была предметом научных дискуссий и осталась дискуссионной до настоящего времени (напр. рентабельность рабочей силы). Теперь, в рамках теории поля эффективности, эти показатели приобретают статус необходимых компонентов понятия эффективности и осмысленность, теоретическая обоснованность и методологическая правомерность их не могут быть уже поставлены под сомнение.

В результате включения принципиально новых явлений экономической реальности, новых понятий и новых показателей в состав предмета детального научного исследования возникает необходимость в разработке соответствующей терминологии, т.е.

в обогащении специального языка. В данном случае это выражается прежде всего в использовании термина "закрепленность" в вышеприведенном смысле, в расширении семантической области применения терминов "рентабельность", "емкость" и некоторых других подобных модификациях.[I]

Уровень эффективности и ее изменения характеризуются по развиваемому модельному представлению не каким-либо одним отношением между двумя абсолютными показателями (между эффектом и суммой затрат), а состоянием всего поля эффективности, т.е. состоянием определенной полносистемной совокупности отношений.

Состояние поля эффективности зависит при этом от состояния всех явлений-компонентов поля эффективности, выражаемого их численными значениями. Различные компоненты-явления поля эффективности несоизмеримы. Из этого с необходимостью вытекает, что уровень эффективности или состояние поля эффективности не подвергается прямым измерениям в одном числе, оно может найти адекватную характеристику только посредством числовых значений всех качественных показателей, входящих в полносистемную совокупность применяемой в каждом данном случае модели эффективности.

Четырех количественных исходных параметров, конечно, недостаточно для построения модели эффективности, на основе которой можно провести действительно глубокий анализ причин изменения уровня эффективности или отыскать дополнительные резервы для его повышения. Чтобы включить в состав модели, например, удельный расход материалов на продукцию, надо дополнить перечень исходных параметров материальными затратами. Вследствие этого численность непосредственных явлений-компонентов поля эффективности возрастает от I2 до 20.

Если число исходных параметров n, то общая численность элементов поля эффективности или показателей интенсивности будет равна

$$n^2 - n.$$

[I] См. также статью Х. Луура в данном сб., с. 33.

Каждая такая модель-представление обеспечивает в своих конкретных рамках адекватное отражение поля эффективности. Причем большие модели в общем случае, конечно, передают большую и более многостороннюю информацию об эффективности и об ее изменениях.

Одновременно с увеличением численности параметров растет и полнота отражения явления - эффективности в применяемой модели как инструменте, построенном исследователем специально в этих целях. Тем не менее любая модель описанного типа только упрощенное и приближенное отражение эффективности в качестве явления экономической реальности. Одновременно модели, опирающиеся на понятие поля эффективности, в познавательном смысле гораздо более точны и более адекватно отражают сущность явления, чем любое отношение двух величин, потому что при их построении соблюдается требование полносистемности или всесторонности. По словам В.И. Ленина "требование всесторонности предостережет нас от ошибок и омертвения"[1].

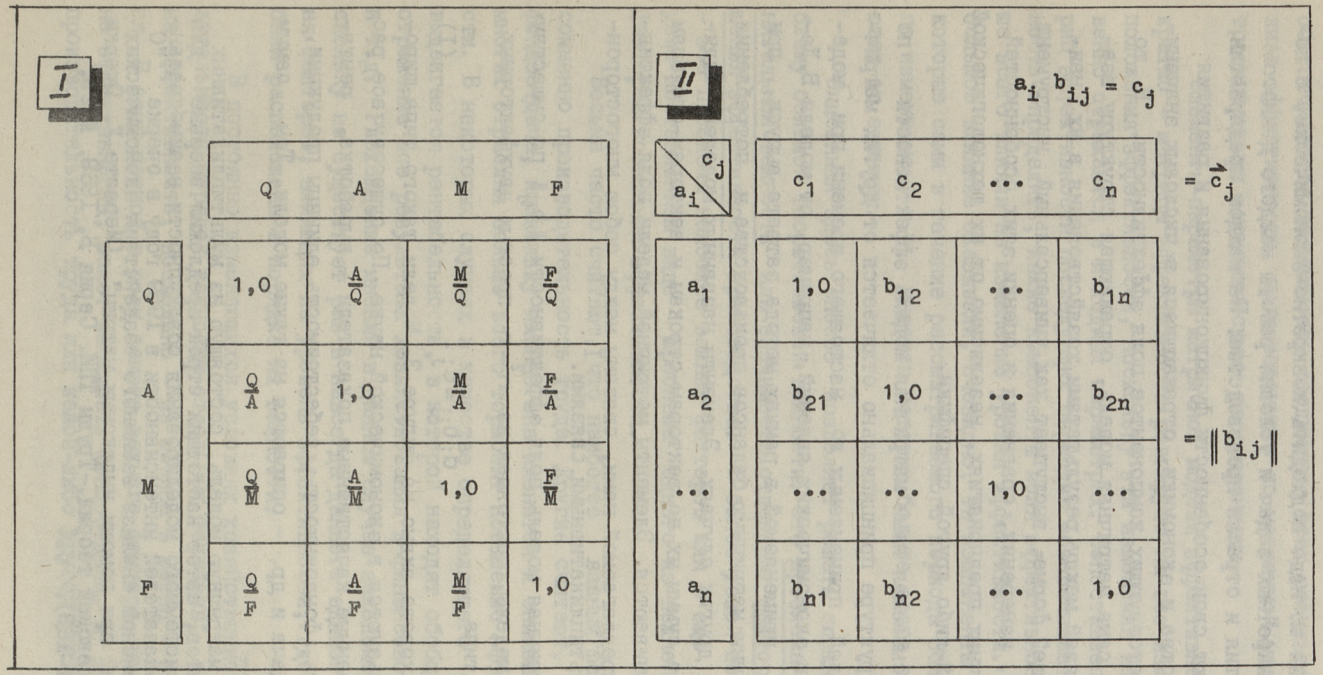
6. Матричная модель поля эффективности

Графическая модель поля эффективности позволила вывести некоторые важные принципы теоретического порядка. Тем самым она доказала свою продуктивность в качестве инструмента построения теории. Для количественного измерения уровня эффективности целесообразно перейти к использованию идентичной описанной графической модели - математической модели в виде матрицы, изображенной на фиг. 3. Графической модели отвечает матрица 4 х 4 (см. фиг. 3), охватывающая все отношения между 4 исходными параметрами в виде соответствующих относительных величин.

Матричная модель поля эффективности помогает не только адекватно отразить состояние рассматриваемого явления в целом, со всех его сторон, но и подойти к выявлению неиспользованных внутренних резервов для повышения эффективности. Разумеется, к изучению состояния эффективности и возможностей

---

[1] Ленин В.И. Полн. собр. соч., т. 42, с. 200.



Фиг. 3. Матричная модель поля эффективности, идентичная графической модели на фиг. 2 (1) и та же модель в общем случае при любом количестве n параметров.

управления ею надо подходить конкретно-экономически, с позиции конкретных задач и условий работы каждого данного предприятия и отрасли производства. На каждом предприятии существуют свои особенности функционирования и развития производства и экономики, отражающиеся в числовых значениях соответствующих компонентов поля эффективности. В то же время сама матричная модель, отражающая структуру взаимных связей между результатами хозяйствования в их наиболее общей форме, выступает как универсальный инструмент изучения, измерения, сравнения и оценки этих особенностей на различных предприятиях, независимо от их технологической или какой-либо другой специфики.

Описываемая нами матричная модель эффективности по своей структуре принципиально отличается от других матричных моделей, применяемых до настоящего времени при моделировании экономических явлений, например, от модели В.Леонтьева, применяемой в рамках метода затрата-выпуск, при составлении матричных балансов производства и потребления и многих других случаях. Элементы названных моделей аддитивные, а суммы их по векторам-строкам и векторам-столбцам уравновешиваются. Элементы матричной модели поля эффективности, предлагаемой нами, связаны между собою многосторонними мультипликативными связями.[I]

Матричная модель поля эффективности $\| b_{ij} \|$ по существу сводная модель, состоящая из $n^2 - n$ простых двухфакторных моделей типа

$$a_i b_{ij} = c_j , \qquad (I)$$

как это хорошо видно на фигуре 3. Модели такого типа широко используются в экономической науке. По существу все распространенные качественные показатели - выработка, рентабельность, фондоемкость, себестоимость единицы продукции, фондоотдача и др. - опираются на такие модели. Тем самым

[I] Такую матричную модель, состоящую из мультипликативных элементов, автор настоящих строк предложил впервые для полносистемного моделирования совокупности взаимосвязанных показателей интенсивности в 1969 году в очерке "О комплексном анализе взаимного воздействия экономических явлений при помощи индексных матриц". (Мереете У. Очерки по индексной теории.-Труды ТПИ. Серия Б, 1969, № 29, с. 151-169).

обеспечивается возможность соединения всех результатов анализа эффективности, произведенного по матричной модели, с традиционными экономическими рассуждениями.

Элементы-параметры матричной модели эффективности или кратко - матрицы эффективности реагируют на все изменения положения эффективности, поскольку эти изменения количественно отражаются в исходных параметрах. Сопоставление матриц эффективности последующих периодов обеспечивает возможность определить, какие компоненты поля эффективности больше всего влияли на изменение уровня эффективности. Самое большое влияние оказывали, очевидно, те компоненты матрицы, которые сами в течение рассматриваемого периода больше всего изменились, т.е. индексы которых больше всего отклоняются от единицы.

Описанный здесь способ позволяет решать сложную проблему большой теоретической важности. Это проблема о сравнительной важности или значимости отдельных факторов повышения эффективности производства. В более узкой постановке - это проблема наиболее важных факторов или в еще более узко поставленном виде - проблема одного из важнейших факторов повышения эффективности.

Весьма часто считают, что наиболее важный фактор несомненно производительность труда. Другие считают, что это фондоотдача, поскольку именно она клонится к снижению и на многих отраслях больше всего тормозит повышение эффективности. В некоторых случаях в качестве определяющего фактора выдвигается рентабельность, в которой находят обобщающее отражение все результаты хозяйствования в финансовой форме и т.д. Расхождение мнений в данном случае закономерно, поскольку не существует раз и навсегда данного единого перечня факторов, влияющих на уровень эффективности, где бы они были расположены в порядке их важности.

В постоянно изменяющихся условиях хозяйственной действительности порядок важности отдельных факторов, влияющих на эффективность, постоянно - из месяца в месяц - изменяется. В один период в роли самого важного фактора, влияющего на эффективность, может выступать фондоотдача, в другой - производительность труда или какой-либо другой фактор. Т.е.

постоянно влияющего доминантного фактора не существует, хотя всегда имеются определенные факторы, изменение которых больше влияет на общий уровень эффективности, чем изменение других. В таких условиях возможность определить в каждый период на основе матричной модели, какое влияние отдельные компоненты поля эффективности оказывали на ее общий уровень, приобретает особую важность как в общей ориентации в хозяйственной действительности, так и при подготовке конкретных управленческих решений для использования резервов повышения эффективности.

Матричное моделирование эффективности выполняет одновременно и некоторые обобщающие (синтетические) и аналитические функции. Матрица эффективности как целостное образование дает полносистемную обобщающую характеристику уровня эффективности в целом, примерно так же, как физико-географическая карта дает представление о рельефе изображенной на ней территории. Эта обобщенная характеристика одновременно и аналитическая в том смысле, что дает исчерпывающую информацию по всем отдельным явлениям-компонентам, от которых зависит и совокупная эффективность производства. Матричные модели эффективности служат, таким образом, богатейшими источниками ценной аналитической информации уже как результаты моделирования, т.е. еще до их специального анализа с применением соответствующих статистических и других методов.

Будучи предметом специального факторного анализа, матричная модель дает возможность получить точные количественные данные о влиянии различных факторов, в том числе и структурных сдвигов на все компоненты поля эффективности.[I]

[I] Методика соответствующих аналитических расчетов см. Мереете У.И. Комплексный анализ основных результатов хозяйственной деятельности предприятий и объединений. Учебное пособие. Таллин, 1982, с. 74 (III изд. 1983). Описанная в учебном пособии методика применяется с I.I.1982 года в системе Минлегпрома Эстонской ССР, где все расчеты проводятся в центральном вычислительном центре министерства. Применяемое при этом математическое обеспечение см. Комплекс задач. Анализ и оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления. - MAINOR. Информационный листок № 2-83, ПКБСУ Минлегпрома ЭССР. Таллин, 1983.

Для упрощения чтения матричных моделей эффективности, облегчения выведения содержательных выводов целесообразно придать им логически упорядоченный вид, переустроить их.

7. Переустройство предварительной матричной модели: упорядоченная матрица эффективности

Матрица эффективности по своей структуре квадратная, а все ее элементы, расположенные симметрично по главной диагонали, т.е. с подстрочными индексами, расположенными в обратной последовательности, являются между собой обратными величинами, т.е.

$$b_{21} = \frac{1}{b_{12}} \; ; \quad b_{31} = \frac{1}{b_{13}}$$

и т.д.

Из этого вытекает, что при любом изменении эффективности в экономической действительности числовые значения одного из двух элементов, расположенных симметрично относительно главной диагонали, всегда растут, а у другого - уменьшаются. Это позволяет поставить относительно каждой пары симметрично расположенных по главной диагонали элементов вопрос: числовое значение какого из них в общем случае или при неизменности остальных факторов увеличивается при повышении эффективности в экономической действительности?

Рассмотрим прежде всего, например, пару элементов $b_{21} = Q/A$ и $b_{12} = A/Q$ на фигуре 3. Не вызывает сомнений, что при повышении уровня эффективности в хозяйственной деятельности при остальных неизменных условиях по общетеоретическим соображениям увеличивается именно первый из них - b_{21}, т.е. выработка, а не удельный расход труда b_{12}. В результате проведения процедуры такой же экономико-содержательной оценки со всеми парами элементов 4 x 4 матричной модели оказывается, что остальными элементами, числовое значение которых по общетеоретическим соображениям при повышении эффективности должно расти, являются $b_{13} = M/Q$, $b_{23} = M/A$, $b_{24} = F/A$, $b_{41} = Q/F$ и $b_{43} = M/F$. Отметим эти элементы модели особо - очертим рамкой (как на фиг. 4 - I). В результате оказывается, что больше всего обрамленных элементов в третьем векторе-столбце - 3, т.е. в векторе прибыли

(M). В векторе-столбце продукции (Q) обрамленных элементов 2 и в столбце производственных фондов (F) только I.

Перестройка матричной модели заключается в том, что все обрамленные элементы собираются под диагональю (см. фиг. 4 - I). Общее поле эффективности разделяется вследствие упорядочения модели на две принципиально различные части. Из них поддиагональная часть представляет собой в данном случае т.н. прямое поле эффективности, положительную часть поля эффективности или поле эффективности в более узком смысле. Наддиагональная часть модели может быть названа соответственно обратным полем эффективности.

При общей характеристике изменений в состоянии поля эффективности и измерении их можно в общем случае ограничиться рассмотрением лишь поддиагональной части модели или положительного поля эффективности. Детальный же факторный анализ всех обстоятельств изменения эффективности предполагает рассмотрение и наддиагональной части модели.

В упорядоченной (или ранжированной) модели эффективности особого внимания заслуживает то, что элементы, оказывающиеся в поддиагональной части матрицы, попали туда не случайно или были перенесены туда по каким-то субъективным соображениям, но оказались именно в этой части модели по строгому экономическому критерию. Переустройство модели было проведено, следовательно, не формально, а по содержательным соображениям как продолжение процесса моделирования эффективности в качестве сложного экономического явления. Вследствие этого и изменения, происшедшие в последовательности исходных параметров модели, приобретают экономико-содержательное значение. В первоначальной модели исходные параметры стояли в случайной последовательности

$$\vec{c}_j = Q, A, M, F,$$

а в упорядоченной модели они расположены в порядке относительной конечности в качестве результатов хозяйствования, т.е.

$$\vec{c}'_j = M, Q, F, A.$$

Вполне бездиспропорционное повышение эффективности предполагает, что относительно более конечные исходные параметры росли бы быстрее чем менее конечные, т.е. что их индексы были бы расположены в следующей последовательности неравенств:

$$I_M > I_Q > I_F > I_A. \qquad (2)$$

При таком условии ни один компонент уровня эффективности не оказывает на его изменение отрицательного влияния, т.е. все индексы частных показателей эффективности больше единицы.[1]

8. Практические приложения теории поля эффективности

Матричную модель эффективности можно построить на базе любого количества исходных параметров. Но с увеличением числа исходных параметров численность компонентов поля эффективности быстро растет. При $n = 10$ таких показателей 90, при $n = 20$ уже 380 и т.д. Это приведет в конечном счете к распылению информации, к уменьшению среди компонентов поля эффективности удельного веса до сих пор хорошо известных качественных показателей и к увеличению совершенно новых, не только малоизвестных, но и экономически трудно истолковываемых явлений-компонентов. Чтобы избавиться от такого нежелательного "эффекта", необходимо руководствоваться соответствующими правилами моделирования.[2] Центральное значение среди них имеет правило построения модели по принципу "такая большая как нужно, такая маленькая как возможно". В практике хозяйствования лучше всего отрекомендовали себя модели в форме матриц размером не более 15 x 15.

Много полезных сведений аналитического характера можно извлечь из матричных моделей вследствие проведения специальных имитаций положения поля эффективности при различных условиях: при условии, что продукция увеличивается на X процентов, что производительность труда увеличивается на У процентов и т.д. Имитационные (или симуляционные) задачи дают богатейший поэлементный материал для изучения и открытия внутренних резервов повышения эффективности.

---

[1] См. подробнее Мересте У.И. Народнохозяйственные динамические пропорции. — Статистический анализ и прогнозирование. Межвузовский сборник научных трудов по статистике УII. Труды ТПИ, 1984, № 588, с. 3-25.

[2] Некоторые из таких правил более подробно рассмотрены в монографии Mereste, U. Kompleksanalüüs ja efektiivsus. Tallinn, 1984, с. 230 и сл.

Однако поэлементный анализ не позволяет ответить на вопрос о темпах изменения совокупной эффективности в отдельные годы и количественно измерить изменение уровней эффективности. Поэлементная аналитическая обобщающая характеристика поля эффективности не позволяет ответить и на вопрос о том, на каком предприятии из всех предприятий данной системы уровень эффективности возрос больше всего и в какой последовательности стоят все предприятия рассматриваемой системы по уровню их эффективности производства. Ответ на такие вопросы требует, по существу, выражения общего изменения состояния поля эффективности одним обобщающим числовым показателем, т.е. решения т.н. динамической ранжировки. Эта задача оказывается решаемой только косвенно, при введении определенных дополнительных предпосылок, т.е. условно. С гносеологической точки зрения нахождение подходящего приема для проведения такого условно-обобщающего измерения - вторичное моделирование. Это уже не моделирование условия эффективности как явления экономической действительности в целях адекватного отражения ее сущности (как это было при первичном моделировании), а преднамеренное деформирование модели адекватно отражающей эффективности в целях получения ее характеристики в виде только одного числа.

Существует несколько различных способов для проведения такого условного обобщения по данным матрицы эффективности, например, исчисление синтетического индекса эффективности I_{Ef} или в форме арифметической, или геометрической средней из всех поддиагональных индексов в упорядоченной матрице[1], определение т.н. векторно-обобщающего показателя эффективности (ВОПЭ), предложенного В. Венселем[2] и др. Каждый из этих обобщающих показателей несколько иначе передает

---

[1] Мересте У.И. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства. - Экономика и математические методы, 1982, т. XУШ, вып. I, с. I38 и сл.; Роот А. Об определении влияния количественных результатов производства на динамику экономической эффективности. - Труды ТПИ, 1981, № 506, с. 45-50.

[2] Венсел В.В. Статистический анализ экономической эффективности производства. - Труды ТПИ, 1982, № 514, с. 17-28.

характер состояния поля эффективности и его изменений. Поиски обобщающего показателя, отвечающего всем экономическо-содержательным и формально-математическим требованиям, продолжаются.

Посредством использования специального синтетического коэффициента сравнения эффективности, определенного в принципе аналогично индексу I_{Ef}, оказывается решаемой и вышеупомянутая задача статической ранжировки. Статическая ранжировка предприятий и отраслей по достигнутому уровню эффективности лежит в основе сравнительного анализа результатов хозяйствования и может выполнять, между прочим, роль главного оценочного показателя в социалистическом соревновании между предприятиями за самый высокий уровень эффективности.

По числовым значениям синтетического индекса эффективности можно определить расположение любого числа предприятий (объединений, отраслей и т.п.) в порядке повышения эффективности, а по числовым значениям синтетического коэффициента сравнения определяется расположение их в порядке высоты уровня эффективности.

Описанный здесь метод определения результатов соревнования, таким образом, одновременно и селективен, и аналитичен. Полная селективность метода выражается в том, что с такой же познавательной точностью определяются места и самых первых, и самых последних предприятий. Исчерпывающая аналитичность описываемого метода выражается в том, что на основе матриц эффективности, по данным которых определялись числовые значения синтетических индексов, можно определить точно, по каким элементам поля уровень эффективности одного конкретного предприятия выше или ниже, чем у самого хорошего, у любого другого предприятия, или средний уровень эффективности всех предприятий в данной группе.

9. Теория поля эффективности - общая теория эффективности производства

Развитие теории поля эффективности не преследует цели рекомендовать еще один дополнительный показатель эффективности - единственно возможный, самый хороший, или просто лучше, чем все ныне используемые. Цель теории поля эффективности качественно иная, а по охвату несравненно более широкая.

Теория поля эффективности не конкурирует ни с одной из теорий или систем теоретических взглядов, развиваемых любым автором для обоснования любого показателя эффективности в виде отношения двух величин. Будем называть такие показатели в дальнейшем более коротко - дробными показателями, а системы взглядов, созданные для научного обоснования дробных показателей, - дробными теориями эффективности.

Теория поля эффективности является по существу обобщением всех отдельных систем теоретических взглядов, построенных для обоснования одного относительного числа в качестве обобщающего показателя эффективности. Тем самым она как система знаний более высокого порядка охватывает конструктивные части всех этих отдельных теорий как свои подсистемы или системы знаний более низкого порядка. Или короче: теория поля эффективности охватывает все дробные теории эффективности. Точнее было бы сказать, что теория поля охватывает все конструктивные положения и действительно научные элементы всех дробных теорий. Те части соответствующих теорий, которые состоят из утверждений, что данный дробный показатель единственно правильный, что он и только он полностью и адекватно отражает сущность эффективности и т.п., разумеется, отклоняются как ненаучные и они не входят в теорию поля эффективности.

Вывод о вхождении всех дробных теорий в состав теории поля легче всего доказывается на простом графическом примере. Отталкиваемся от нашей модели-представления, изображенной в виде четырехвершинного графа на фигуре 2. Допустим, что нашу первоначальную модель мы расширяем добавлением двух исходных параметров, экономическое содержание которых остается предварительно открытым. Получаем шестивер-

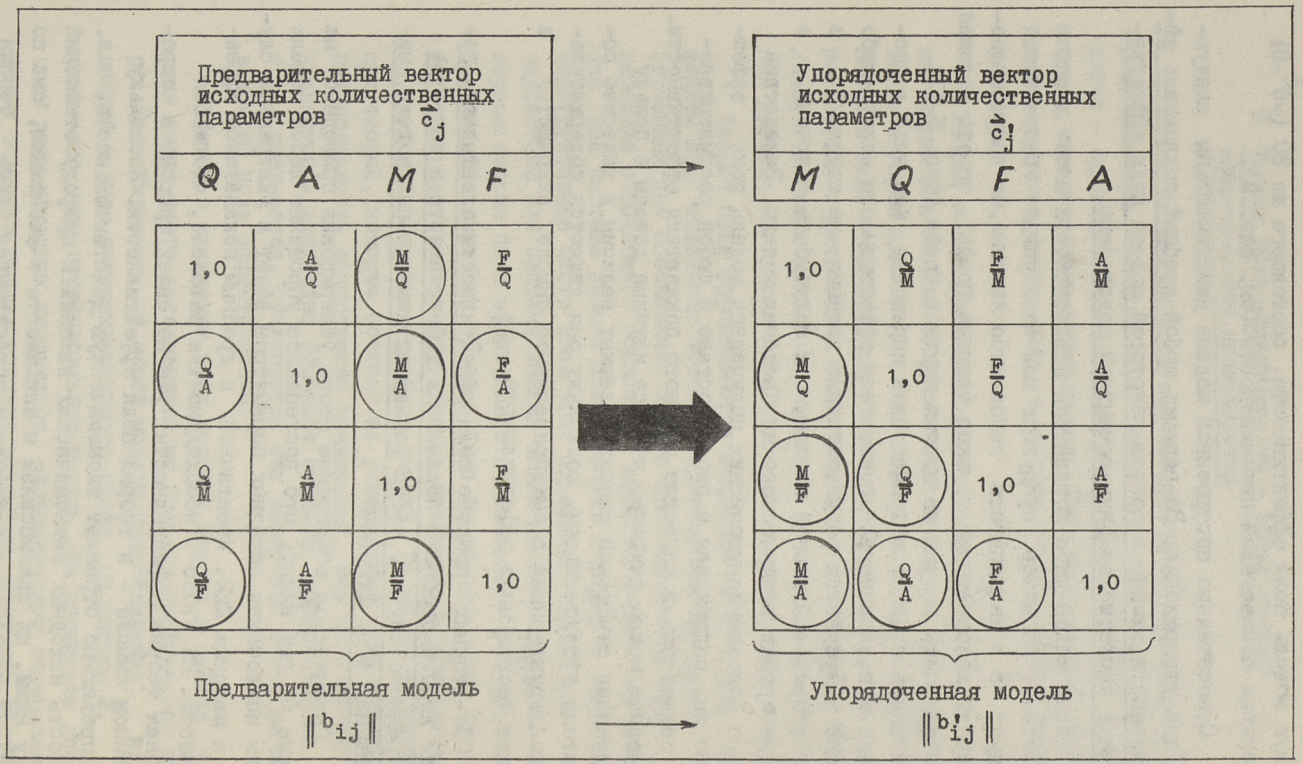
шинную модель поля эффективности, состоящего из 30 ($\doteq 6^2-6$) отдельных показателей интенсивности (см. фиг. 5).

Относительно построенной модели действительны следующие два утверждения. Во-первых: любой дробный показатель эффективности входит в состав некоторой модели поля эффективности в качестве ее двухэлементной подсистемы.

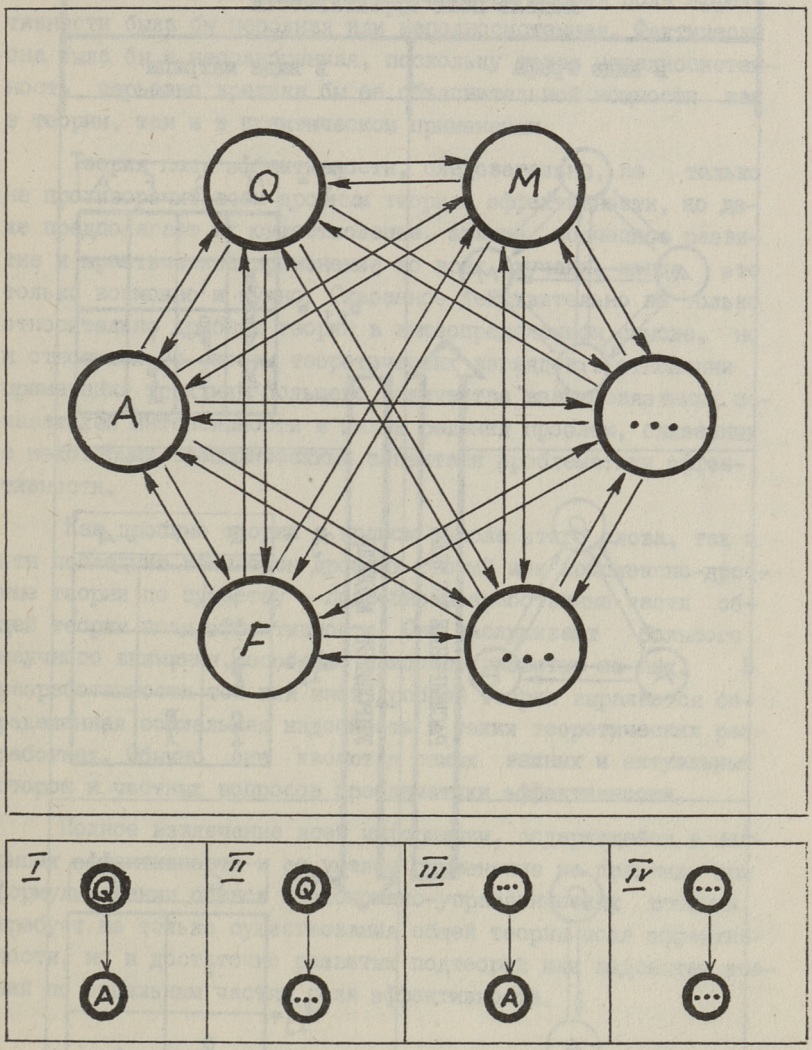
Если какой-либо показатель эффективности имеет в своем числителе, например, продукцию или совокупный общественный продукт, а в знаменателе какое-либо явление, не встречающееся среди заполненных кружков (вершин графа), то это явление надо включить в один из пустых кружков графа (фиг. 5-II). Если такое явление встречается в числителе или если в числителе и в знаменателе показателя эффективности какого-либо автора встречаются результативные явления, не входящие в состав предварительной модели, они могут быть включены в пустые кружки графического изображения модели. Вследствие такого дополнения-уточнения получается модель поля эффективности, содержащая в своем составе и любой рассматриваемый показатель в качестве частного показателя эффективности. Тем самым можно считать, что все научные доводы в пользу применения отношений рассматриваемых величин в качестве показателя эффективности, поскольку они являются содержательно-конструктивными в вышеприведенном смысле, включаются в состав теории поля эффективности.

Во-вторых: понятие поля эффективности охватывает понятие любого дробного показателя эффективности в качестве экстренного случая, когда размерность матричной модели минимальна, т.е. 2x2.

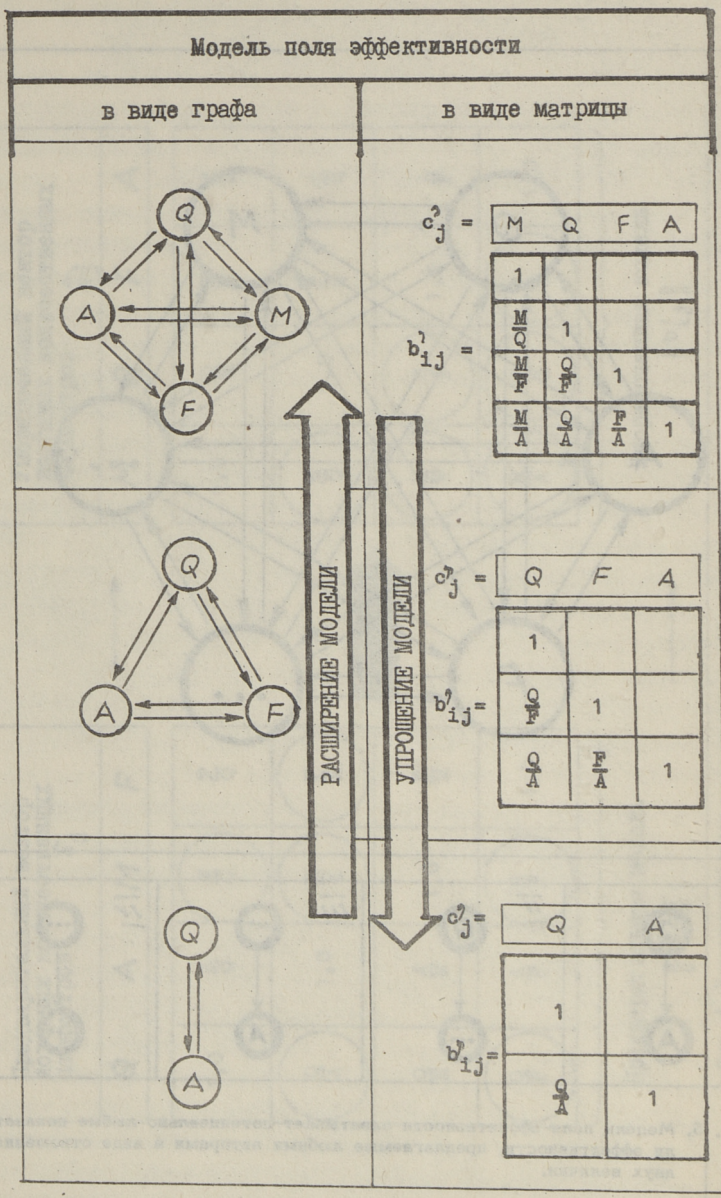
Графическое объяснение этого утверждения приведено на фигуре 6, где видно, что постепенное упрощение любой модели путем исключения исходных параметров ведет в экстренном случае к матрице 2x2, идентичной с дробным показателем эффективности. Из этого с необходимостью вытекает, что любая дробная теория эффективности уже по своей природе в определенном смысле - и теория поля эффективности. Поскольку она правильно отражает экономическую действительность, т.е. сущность исходных экономических явлений и природу отношений между ними, их взаимосвязи и значимость в экономике, она по своей сущности - необходимая и естественная часть теории



Фиг. 4. Завершающий этап моделирования эффективности производства – переустройство первоначальной матричной модели в упорядоченную модель.



Фиг. 5. Модель поля эффективности охватывает потенциально любые показатели эффективности, предлагаемые любими авторами в виде отношения двух величин.



Фиг. 6. Крайним случаем постепенного упрощения матричной модели эффективности производства служит модель в виде 2 x 2 матрицы, отвечающая отношению двух величин.

поля эффективности. Без таких знаний обо всех явлениях количественного и качественного характера теория поля эффективности была бы неполная или неполносистемная. Фактически она была бы и неполноценная, поскольку такая неполносистемность серьезно вредила бы ее объяснительной мощности как в теории, так и в практическом применении.

Теория поля эффективности, следовательно, не только не противоречит всем дробным теориям эффективности, но даже предполагает их существование, знание, всяческое развитие и практическое применение во всех случаях, когда это только возможно и нужно. Сказанное действительно не только относительно дробных теорий в вышеопределенном смысле, но и относительно систем теоретических взглядов в отношении применения трех или большего количества взаимосвязанных показателей интенсивности в целях решения проблем, связанных с некоторыми специфическими аспектами проблематики эффективности.

Как дробные теории в прямом смысле этого слова, так и эти последние комплексы дробных теорий или комплексно-дробные теории по существу - подробно разработанные части общей теории поля эффективности. Они заслуживают большого научного внимания, особенно наиболее развитые из них. В разработанности той или иной дробной теории выражается определенная социальная надобность в таких теоретических разработках. Обычно они касаются самых важных и актуальных сторон и частных вопросов проблематики эффективности.

Полное извлечение всей информации, содержащейся в матрицах эффективности и ее умелое применение на практике при формулировании оценок и экономико-управленческих решений, требует не только существования общей теории поля эффективности, но и достаточно развитых подтеорий или подсистем знаний по отдельным частям поля эффективности.

U. Mereste

Grundlagen der Theorie des Effektivitätsfeldes

(Eine neue Methode für Untersuchung der ökonomischen Effektivität der gesellschaftlichen Produktion auf Grunde der Systemmodellierung)

Zusammenfassung

Ausgehend von der Erkenntnis, dass ökonomische Effektivität der gesellschaftlichen Produktion ihrem Wesen nach ein komplexes Phänomen ist, deren Gestaltung und Dynamik durch die Wechselbeziehungen zwischen bestimmten Kreis wichtiger quantitativer Resultate der Wirtschaftstätigkeit determiniert werden, werden system- und modelltheoretisch begründete grundlegende Prinzipien einer Effektivitätstheorie erörtet. Die ökonomische Effektivität wird als vollständiges Feld aller Beziehungen (qualitativer Kennziffer) definiert, die durch wichtige quantitative ökonomische Resultate der wirtschaftlichen Tätigkeit herausgebildet werden.

Im einzelnen werden behandelt:

- Inhalt der Kategorien Intensivität und Effektivität gesellschaftlicher Produktionstätigkeit;
- Grundlagen der "traditionellen" Effektivitätsmodellierung und Matrizenmodellierung auf Grunde der vollständigen systemgerechten Erfassung ausnahmslos aller Intensivitätsbeziehungen, die bei der Gestaltung der Effektivität mitwirken;
- gnoseologische Aspekte der Messung der ökonomischen Effektivität.

Abschliessend verweist der Verfasser darauf, dass die system- und modelltheoretisch begründete Theorie des Effektivitätsfeldes als eine allgemeine Theorie der ökonomischen Effektivität der gesellschaftlichen Produktionstätigkeit gilt.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 338.00.13

Х.А. Луур

МАТРИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Разработка семейств малых и больших ЭВМ, оснащенных развитыми системами математического обеспечения, периферийных устройств, систем удаленной телеобработки данных является предпосылкой разработки многовариантных расчетов хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления в оперативном режиме. Соответственно росту объема расходов на создание технических и программных средств, приобретению опыта создания систем обработки информации должна расти и эффективность их использования в управлении. Этим оправдан интерес пользователей и разработчиков АСУ всех уровней управления к переоценке ценностей в области их функционирования и дальнейшего развития. На первый план в комплексе работ по повышению эффективности АСУ выдвигается проведение следующих "опережающих" разработок и исследований [1, 8]:

- совершенствование методики планирования, анализа, учета и оперативного управления в условиях функционирования АСУ;
- совершенствование организационных структур и методов управления;
- создание и апробирование новых методов решения задач планирования, анализа и оперативного управления;
- разработка ТПР, ППП и других средств и методов эффективного проектирования ОАСУ.

Одной из наиболее удавшихся "опережающих" разработок в создании АСУ разных уровней управления в последние годы можно считать разработку матричного метода, автоматизирующего функцию анализа и обобщающей оценки производственно-

хозяйственной деятельности (ПХД) экономических объектов разных уровней управления.

При этом с точки зрения пользователя матричными моделями ПХД и проведения расчетов наиболее удобно конструировать т.н. упорядоченные матричные модели, т.е. такие, в которых исходные показатели-параметры модели в вектор-строке и в вектор-столбце расположены в одинаковой убывающей (возрастающей) последовательности. Такое упорядочение позволяет четко разграничить качественные показатели (интенсивные факторы) ПХД в матричной модели на два поэлементно обратно пропорциональных полуполя: если, например, элементы нижнего по отношению к единичной диагонали полуполя с точки зрения повышения эффективности (интенсивности) ПХД должны возрастать, то элементы верхнего полуполя соответственно должны уменьшаться.

Это дает возможность пользователю при решении некоторых конкретных задач, например, исследования интенсификации производства, анализировать в матричной модели только динамику элементов одного полуполя.

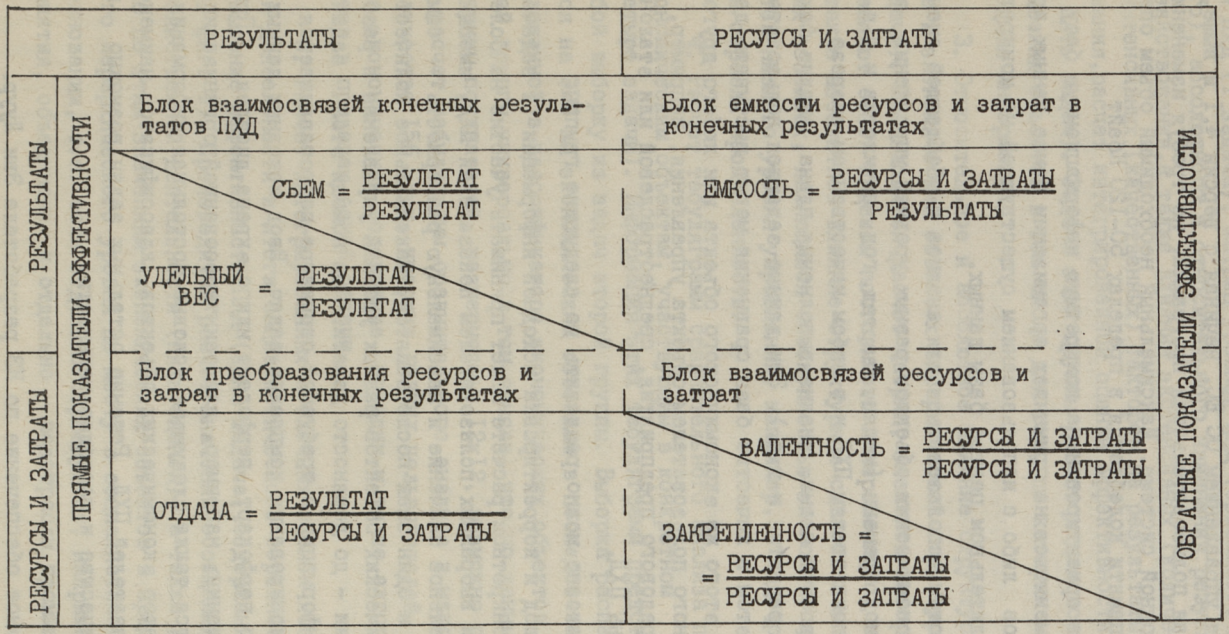
Многие элементы матричной модели не имеют общепринятых наименований, хотя абсолютное большинство из них являются носителями полезной информации. На фиг. I представлена предлагаемая автором данной статьи система формирования наименований матричной модели ПХД и ее декомпозиция на отдельные блоки.[I]

Матричный метод сдан в промышленную эксплуатацию в составе ОАСУ-Эстлегпром в виде комплекса задач (КЗ) "Анализ и оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления" подсистемы "Организация совершенствования управления отраслью".

Программное обеспечение КЗ состоит из тринадцати самостоятельных программных модулей, разработанных на языке КО-

---

[I] В работах других авторов, напр., Х. Паюпуу, А. Роота и др. (см. наст. сборник с. III) при составлении моделей для наименований новых качественных явлений-компонентов поля эффективности пользуются, как правило, только одним специальным термином закрепленность или синонимичным ему термином эквивалентность.



Фиг. 1. Система формирования наименований показателей эффективности ПХД объекта управления.

БОЛ, каждый из которых реализует одну задачу.* КЗ функционирует под управлением ОС ЕС, начиная с версии 4.I и выше, как обычная пользовательская программа, не требуя изменений в операционной системе. Максимальный необходимый объем оперативной памяти колеблется в пределах 50-I20 Кбайт

КЗ не ориентирован на конкретную информационную базу и может применяться на принципах организации банка данных, архива файлов либо с использованием существующей на конкретном вычислительном центре базы данных.

КЗ может использоваться для анализа и обобщающей оценки ПХД экономических объектов разных уровней управления за любой период времени (месяц, квартал, год, пятилетка и т.д.) по любым показателям ПХД и в любом качественном разрезе (анализ проекта плана, анализ выполнения плана, анализ фактического развития и т.д.). Эти данные задаются пользователем. При этом в качестве базы сравнения могут выступать данные о ПХД этого же экономического объекта или любого другого выбранного пользователем объекта управления, например, данные передового предприятия, среднеотраслевой или эталонный уровень ПХД.

КЗ условно можно разделить на следующие группы:

I. Ввод и корректировка исходной информации (I задача). В любом конкретном расчете может принимать участие не более двенадцати выбранных пользователем показателей ПХД, имеющих неотрицательное значение и максимальную размерность - семь знаков до и один знак после запятой, максимальное количество экономических объектов разных уровней управления в разовом решении - до девяносто девяти. При помощи этой задачи входная информация в требуемой структуре подготавливается для функционирования комплекса задач. Ввод исходных данных возможен с перфокарт, перфолент или с экрана дисплея. При первом решении, например, для заинтересованной организации используется также следующая условно-постоянная информация: классификатор экономических объектов, классификатор наименований показателей ПХД. Решение остальных задач возможно в любом количестве и последовательности.

---

* Программное обеспечение по КЗ разработала Эви Луур.

2. Формирование на ЭВМ матрицы наименований показателей ПХД (I задача), матриц уровней ПХД (сравнимого и базисного), абсолютного и относительного изменения результатов хозяйствования,а также влияния экстенсивных (количественных) и интенсивных (качественных) факторов на результаты хозяйствования,расчет интегрированной оценки эффективности ПХД(всего пять задач). Задачи этой группы решаются для всех экономических объектов в том числе для тех, по которым имеется входная информация.

3. Относительное и абсолютное влияние структурных сдвигов в экономических объектах иерархической структуры (две задачи). Производится расчет матриц, элементы которых представляют собой индексы постоянного и переменного состава, а также абсолютное влияние структурных сдвигов в экономических объектах, являющихся совокупностью экономических объектов низшего уровня управления, например, в подотраслях или отрасли промышленности.

4. Расчет табуляграмм сравнительного анализа по всем экономическим объектам, участвующим в конкретном расчете (четыре задачи). Информация этих табуляграмм представляет собой выборку из задач второй группы. Выборка распечатывается на ЭВМ по экономическим объектам в последовательности, заложенной в классификаторе экономических объектов. Задачи этой группы универсальны в том смысле, что по данным из матрицы показателей, размерностью I2xI2, возможно произвести расчет табуляграмм сравнительного анализа в максимальном количестве I56 штук, имеющих разных пользователей, различное экономическое содержание, но одни и те же алгоритмы расчетов в пределах одной задачи.

5. Расчет интегрированных и блочных оценок хозяйственной деятельности и итоги социалистического соревнования за повышение эффективности ПХД (одна задача, содержание блоков см. фиг. I). Производится расчет значений обобщающих оценок хозяйственной деятельности (пять оценок), а также ранжирование по этим значениям экономических объектов в пределах одного иерархического уровня по месту в социалистическом соревновании, т.е. если отдельно соревнуются, например, предприятия, объединения и отдельно - подотрасли промышленности.

В табл. I приведена полученная с ЭВМ распечатка обобщающих оценок хозяйственной деятельности отрасли промышленности, включающей предприятия (объекты управления) двух подотраслей. Производится анализ качества плана 1984 года по сравнению с фактическими данными за 1983 год. При этом ранжирование объектов управления произведено отдельно по предприятиям подотрасли А и подотрасли Б. Из нижней строки графа 9 видно, что по отрасли запланировано повышение эффективности хозяйственной деятельности на I,42 %, повышение интенсивности производства на I,02 % (графа 7). Более напряженный план утвержден для подотрасли Б: интегрированные оценки эффективности и интенсивности составили соответственно I02,32 и I02,42 %, для подотрасли А соответствующие показатели составили 98,66 и 96,93 %, т.е. на 1984 год по подотрасли А было запланировано снижение эффективности и интенсивности хозяйствования. По данным табл. I следует, что в подотрасли А на четырех предприятиях из шести запланировано падение эффективности ПХД и на пяти предприятиях - падение интенсивности производства.

Объяснение создавшегося положения в подотрасли А видно из анализа значений блочных оценок хозяйственной деятельности:

взаимосвязей результатов	- 98,06 %
преобразования затрат в результаты (отдача ресурсов)	- 96,59 %
взаимосвязей затрат	- I03,I5 %.

Одновременно с повышением ресурсообеспеченности производства в подотрасли А на I03,I5 % запланирована более низкая интенсивность их использования (на - 3,07 %) и снижение отдачи ресурсов на 3,4I %, следствием чего является и уменьшение результатов хозяйствования на I,94 %.

Более конкретный "рентгеновский снимок" запланированной хозяйственной деятельности можно видеть из нижнего полуполя распечатки формы "Относительное изменение интенсивных факторов" по подотрасли А, приведенной в табл. 2. Ответ же на вопрос, насколько экономически обоснован именно такой запланированный вариант хозяйственной деятельности подотрасли А, должно дать ее руководство.

Интегрированные и блочные оценки эффективности и итоги социалистического соревнования за повышение эффективности ПХД.

Таблица I

Сравнение плановых данных за 1984 год с данными за 1983 год

Отрасль промышленности ЭССР

Количество результатов - 4, количество затрат - 5

Наименование объектов управления	Блочные оценки				Интегрированные оценки					
	взаимосвязей результатов		преобразования затрат в результаты		взаимосвязей затрат		интенсивности		эффективности	
	оценка	место	оценка	место	оценка	место	оценка	место	оценка	место
А	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Объект А1	0,9874	3	0,9759	3	I,0063	6	0,9786	3	0,9863	5
-"- А2	I,0309	I	0,9966	I	I,0I99	4	I,0045	I	I,0088	I
-"- А3	0,9797	4	0,9699	4	I,0438	3	0,9722	4	0,992I	3
-"- А4	0,9734	5	0,95I9	5	I,0669	I	0,9568	5	0,9874	4
-"- А5	0,9283	6	0,9342	6	I,0I44	5	0,9328	6	0,9555	6
-"- А6	I,0I50	2	0,9830	2	I,0536	2	0,9904	2	I,0080	2
Подотрасль А	0,9806		0,9659		I,03I5		0,9693		0,9866	
Объект Б1	I,0082	4	I,0236	2	I,0298	4	I,020I	2	I,0228	2
-"- Б2	I,0I38	2	I,0I82	3	I,03I8	3	I,0I72	3	I,02I0	3
-"- Б3	0,9962	6	0,9969	7	I,0I82	6	0,9967	7	I,0027	7
-"- Б4	I,0I03	3	I,0I35	4	I,0074	8	I,0I27	4	I,0II3	6
-"- Б5	0,9744	8	0,99I2	8	I,0358	2	0,9873	8	I,0008	6
-"- Б6	I,0037	5	I,0II4	5	I,0I87	5	I,0096	5	I,0I2I	8
-"- Б7	I,03I0	I	I,0400	I	I,0I70	7	I,0379	I	I,032I	5
-"- Б8	0,9839	7	I,0I04	6	I,0557	I	I,0043	6	I,0I86	I
Подотрасль Б	I,0248		I,0240		I,0205		I,0242		I,0232	
Отрасль А+Б.	I,0I37		I,009I		I,0248		I,0I02		I,0I42	

Из рассмотренного выше примера применения обобщающих оценок хозяйственной деятельности следует, что они в матричной трактовке позволяют на основе большого количества качественных (интенсивных) факторов хозяйственной деятельности объекта управления рассчитать одну, интегрированную оценку эффективности и ее значение обосновать, исходя из блочных оценок хозяйственной деятельности. Интенсивные факторы - составляющие конкретных блоков, помогают уже конкретнее объяснить причину именно такого "поведения" блоков.

В соответствии с приказом министра легкой промышленности Эстонской ССР от 04 декабря 1981 года за № 372 "О внедрении матричного метода системного анализа результатов хозяйствования" анализ хозяйственной деятельности предприятий, подотраслей и легкой промышленности республики, начиная с итогов за 1981 год производится по матричному методу.

Внедрению матричного метода анализа ПХД в практику управления отраслью предшествовало обучение специалистов и руководителей предприятий и отраслевого руководства. Для этих целей была разработана специальная программа и при Учебном комбинате Минлегпрома ЭССР в I квартале 1982 года были проведены курсы повышения квалификации для руководящих кадров - специалистов министерства и предприятий по использованию матричного метода анализа ПХД.

Расчеты по матричному методу производятся ежеквартально нарастающим итогом. Ежеквартальная информация выдается предприятиям и руководству министерства по истечении 40 дней по окончании квартала.

Расчеты по годовым итогам хозяйственной деятельности предприятий, подотраслей и Минлегпрома ЭССР с краткой пояснительной запиской представляются руководству министерства, управлений и отделов, а также предприятиям за четыре дня до проведения соответствующих балансовых комиссий. Материалы коллегий по вопросу "Итоги хозяйственной дея-

Таблица 2

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ФАКТОРОВ

Сравнение плановых данных за 1984 год с данными за 1983 год. Подотрасль А.

	Балансовая прибыль	Товарная продукция	Нормат. чистая продукция	С/ст-ть товарной продукции	Материальные затраты	Основные произв. фонды	Нормир. оборотн. средства	Фонд оплаты ППП	Численность ППП(ПТ)
	I	2	3	4	5	6	7	8	9
	8759.0	52850.0	22590.0	45396.0	24766.0	40234.0	6480.0	I3723.0	4629.0
	9205.0	5377I.0	22628.0	46095.0	25305.0	354I7.0	6480.0	I3792.2	4740.0
		Относительное и абсолютное изменение результативного показателя							
	0.95I5	0.9829	0.9983	0.9848	0.9787	I.I360	I.0000	0.9950	0.9766
	-446.0	-92I.0	-38.0	-699.0	-539.0	48I7.0	0.0	-69.2	-III.0
		Относительное изменение интенсивного фактора							
I.	-	I.0329	I.0492	I.0350	I.0285	I.I939	I.0509	I.0456	I.0263
2.	0,968I	-	I.0I57	I.0020	0.9958	I558	I.0I74	I.0I23	0.9936
3.	0.953I	0.9845	-	0.9865	I.9803	I.I379	I,00I7	0.9967	0.9782
4.	0.9662	0,9980	I.0I37	-	0,9938	I.I535	I.0I54	I.0I03	0.99I6
5.	0.9723	I.0043	I.0200	I.0063	-	I.I607	I,02I8	I.0I66	0.9978
6.	0.8376	0.8632	0.8788	0.8669	0.86I5	-	0.8803	0.8759	0,8597
7.	0.95I5	0.9829	0.9983	0.9848	0.9787	I.I360	-	0,9950	0.9766
8.	0.9563	0.9878	I.0034	0.9898	0.9836	I.I4I7	I.0050	-	0.98I5
9.	0.9744	I.0064	I.0223	I.0085	I.0022	I.I632	I.0240	I.0I88	-

Интегрированная оценка эффективности ПХД 0.9866

тельности" подготавливаются по результатам матричного метода анализа и оценки ПХД.*

Экспериментальные расчеты производились по матрицам различной размерности. Начиная с 1983 года, после всесторонней апробации и экспериментальной оценки (экспертами являлись руководящие работники министерства, главные экономисты и работники экономических служб предприятий отрасли) расчеты по матричной модели производятся на основе следующих 11 показателей ПХД: балансовая прибыль, нормативная чистая продукция, валовая продукция, материальные затраты, себестоимость товарной продукции, средняя стоимость основных производственных фондов, нормируемые оборотные средства, фонд оплаты труда ППП (с ФМП), численность ППП (для расчета производительности труда), фонд зарплаты ППП (без ФМП), численность ППП (для расчета средней заработной платы).

При этом блочные и обобщающие оценки хозяйственной деятельности рассчитываются на основе первых девяти показателей матричной модели, а показатели фонда заработной платы и численности ППП для расчета средней заработной платы используются только для анализа хозяйственной деятельности.

Матричный метод анализа прочно закрепился в управленческой деятельности отрасли. Он позволяет повысить оперативность принятия управленческих решений в результате всестороннего и многофакторного анализа информации для руко-

---

* Ниже приводятся несколько фраз из решения Коллегии Минлегпрома ЭССР от 17 ноября 1983 г.: "Во исполнение постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 12 июля 1979 г. № 695 в Минлегпроме ЭССР проделана определенная работа по повышению эффективности хозяйственной деятельности. В 1981 году эффективность работы отрасли повысилась на 2,7 % и в 1982 году на 4,2 %... Вместе с тем системный анализ по матричному методу показал, что в III квартале с.г. снизилась интенсивность работы, в связи с чем эффективность производственно-хозяйственной деятельности за 9 месяцев снизилась по сравнению с прошлым годом на 0,1 %. Снижение эффективности имело место на семи предприятиях... Основными факторами снижения эффективности являются снижение рентабельности производства по всем видам ресурсов (кроме трудовых) и экстенсивное использование основных фондов и оборотных средств...". Такие обобщающие оценки с конкретными цифрами в настоящее время встречаются в констатирующей части официальных документов немногих отраслей промышленности. .

водителей, а также представления руководству отрасли и входящих в ее состав структурных единиц принципиально новой информации в виде интегрированных и блочных оценок эффективности и интенсивности хозяйственной деятельности. Матричный метод дает руководству в комплексном и наглядном представлении результаты аналитических расчетов и собственно анализ (выполняется на ЭВМ и специалистами ПКБ систем управления Минлегпрома ЭССР), на основе которого принимается решение о влиянии какого-либо экономического показателя на различные результаты хозяйственной деятельности или о степени и направлении влияния любого из них на блочные и интегрированные оценки хозяйственной деятельности.

Программное обеспечение и алгоритмы расчетов прошли успешную апробацию примерно по 40 группам экономических объектов различной ведомственной принадлежности. В 1983 году осуществлено внедрение комплекса задач в составе АСУП хлопчатобумажного комбината "Кренгольмская мануфактура" и ОАСУ-легпром Армянской и Казахской ССР. В декабре 1983 года ход работ по разработке и применению матричного метода анализа хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления в управлении предприятиями, объединениями, подотраслями в Минлегпроме ЭССР заслушан на совместном заседании секции экономики, организации производства и труда и секции совершенствования управления отраслью Научно-технического совета Министерства легкой промышленности СССР, где был одобрен опыт Минлегпрома ЭССР по применению и развитию матричного анализа как полезный и перспективный и рекомендовано продолжить в отрасли исследования в следующих направлениях:

- использование матричного метода на различных стадиях разработки отраслевых планов и на стадии корректировки(регулирования) его выполнения;

- разработка и экспериментальное апробирование методов обобщающей оценки ПХД экономических объектов разных уровней управления;

- включение матричного метода анализа в курс обучения соответствующих дисциплин средних специальных и высших учебных заведений легкой промышленности СССР;

- применение матричного метода в анализе технико-экономических (натуральных) показателей отдельных видов производств текстильной и легкой промышленности.*

Известно, что все показатели хозяйственной деятельности любого объекта управления: предприятия, объединения, отрасли промышленности, находятся в тесной взаимосвязи и взаимно воздействуют друг на друга. Увеличения, например, выпуска продукции можно достигнуть экстенсивным путем: применением большого количества ресурсов при неизменном значении качественных показателей ресурсоотдачи или же интенсивным путем, т.е. улучшением качественных показателей ресурсоотдачи при неизменном уровне использования производственных ресурсов, что равнозначно варианту ПХД, при котором происходит более быстрый темп роста показателей ресурсоотдачи по сравнению с темпами роста показателей ресурсов. Именно это и является одной из причин того, что по мере усложнения хозяйственных связей, расширения возможностей выбора технологии и организации производства проблема разработки многовариантных планов становится все более актуальной. Применяемые до сих пор традиционные методы планирования не позволяют за приемлемо короткий срок ввиду их большой трудоемкости и слабой автоматизации рассчитать достаточное количество вариантов плана, соответствующих различным ограничениям хозяйственной деятельности. Все это в полной мере относится также и к проблеме регулирования (корректировки планов) хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления.

---

* В табл. 3 приведена матричная модель анализа технико-экономических показателей ткацкого производства. Эта модель разработана для анализа работы ткацких фабрик хлопчатобумажного комбината "Кренгольмская мануфактура". Аналогичная модель разработана и для прядильных фабрик комбината. Смешанные модели из стоимостных и натуральных показателей разработаны и используются на шерстяной фабрике "Кейла" для анализа работы отдельных цехов (прядильного, крутильного, отделочного и т.д.). Автором названных технико-экономических матричных моделей является В. Тааль. Матричные модели натуральных показателей разработаны и апробированы также для некоторых других отраслей промышленности, например, для сравнительного анализа и оценки эффективности технологического процесса производства сильноточных высокочастотных диодов и лавинных сильноточных тиристоров [2, 31]. Все расчеты проводились на программном обеспечении комплекса задач, что подтверждает их универсальность и в этом аспекте применения.

Таблица 3

МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

	ВЫРАБОТАНО СУРОВЫХ ТКАНЕЙ млн.уточн.	ВЫРАБОТАНО СУРОВЫХ ТКАНЕЙ тыс.пог.м	СЫРЬЕ (ПРЯЖА) т	ОТРАБОТАНО СТАНКО-ЧАСОВ (тыс.)	ЗАПРАВЛЕНО СТАНКОВ ВО ВСЕХ СМЕНАХ шт.	РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ тыс.квт.ч	ОТРАБОТАНО ЧЕЛ.-ЧАСОВ ТКАЧАМИ (тыс.)	ОТРАБОТАНО ЧЕЛ.-ДНЕЙ ТКАЧАМИ	ЧИСЛО ТКАЧЕЙ	ПРОСТОЙ ОБОРУДОВАНИЯ СТАНКО-ЧАСОВ (тыс.)
ВЫРАБОТАНО СУРОВЫХ ТКАНЕЙ млн. уточн.нитей	* * *	Объем суров. (пог.м.)На млн.уточн. нитей	Расход пряжи на млн. уточн.нитей (Т)	Отработано станко-час. на млн.уточ. нитей		Энергоемкость пр-ва млн.уточн. нит.суровья	Часов.трудоемк.пр-ва млн.ут.нит. суровья	Дневная трудоемк.пр-ва млн.ут.нитей суровья	Трудоемк. производства млн.ут. нит.суровья	Простой оборуд. на млн. ут.нит.станко-часов
ВЫРАБОТАНО СУРОВЫХ ТКАНЕЙ тыс.пог.м	Средняя плотность ткани на I см	* * *	Расход пряжи на I пог.м (кг)	Отработано станко-час. на I пог.м суровья		Энергоемк. производства I пог.м суровья	Часовая трудоемкость пр-ва тыс. пог.м суров.	Дневная трудоемк.пр-ва тыс.пог.м суровья	Трудоемк. производства тыс.пог. м суровья	Простой оборудов. на пог.м суровья
СЫРЬЕ (ПРЯЖА) т		Выход суровья из тонны пряжи (тыс.пог.м)	* * *	Отработано станко-час. на I кг пряжи		Энергоемк. переработки I кг пряжи	Часовая трудоемк.переработки I кг пряжи	Дневная трудоемк.перераб. I кг пряжи	Трудоемк. переработки I т пряжи	Простой оборудов.на перераб.I кг пряжи(ст.-час)
ОТРАБОТАНО станко-часов (тыс.)	Выработка суров.на I станок в час. (ут.нит.)	Выработка суровья на I станок в час (пог.м)	Переработка пряжи на I станок в час(кг)	* * *		Расход эл. энергии на тыс.отраб. станко-час.	Отработано чел.-часов на 100 ст.-часов			Процент простоя на тыс.отраб. станко-часов
ЧИСЛО ЗАПРАВЛЕННЫХ СТАНКОВ ВО ВСЕХ СМЕНАХ	Выработка суров.на I станок в см. (млн.ут.нит.)	Выработка суров.на I станок за I смену	Переработ. пряжи на I станок за I смену	Отработано станко-час. на I станок во всех см.	* * *	Расход эл. энергии на I заправл. стан.во всех сменах			Число ткачей на тыс.заправ.станк. во всех см.	Простой в час.на I станок во всех сменах
РАСХОД ЭЛ. ЭНЕРГИИ тыс.квт.ч.	Электроотдача (млн.ут. нитей)	Электроотдача (тыс.пог. метров)	Перераб.пряжи на тыс. квт.ч.(Т)	Отработано станко-час. на тыс.квт.ч.	Заправл.ст. на тыс.квт. час.расхода электроэнер.	* * *				
ОТРАБОТАНО ЧЕЛ.ЧАСОВ ТКАЧАМИ (тыс.)	Часов.выработка ткачей в млн.ут.нитей	Часов.выработка ткачей в пог.м	Переработано пряжи на I рабочего в час (кг)	Отработано станко-час. на I человека в час	Заправлено станков на тыс.чел.-час работы ткача	Часовая энерговооруженность ткача	* * *			Простой на I чел.-час работы
ОТРАБОТАНО Чел.-дней ткачами	Дневная выработка ткача в млн. ут.нитей	Дневная выработка ткача в тыс. пог.м	Переработано пряжи на ткача в день (Т)	Отработано тыс.станко-час.на ткача в день	Заправлено станков на чел.-день работы ткача	Дневная энерговооруженность ткача	Продолжительность рабочего дня ткача	* * *		Простой на I чел.-день работы
ЧИСЛО ТКАЧЕЙ	Выработка суровья на I ткача (млн.ут.нит.)	Выработка суровья на I ткача (тыс.пог.м)	Переработка суровья на I ткача (Т)	Отработано станко-час. на I ткача	Зона обслуживания	Энерговооруженность ткача в периоде	Отработано человеко-дн.ткачом за период	Отработакно чел.-дней ткачом за период	* * *	Простой оборудования на ткача в периоде
ПРОСТОЙ ОБОРУДОВАНИЯ (тыс. станко-час.)				Отработано станко-час. на I ст.-час простоя						* * *

Эту задачу можно решить, объединив опыт и интуицию хозяйственного руководителя, возможности ЭВМ и разработав соответствующую имитационную модель, базирующуюся на матричной концепции ПХД. Такая имитационная модель позволит описать задачу планирования и регулирования относительно простыми алгоритмами и быстрыми машинными программами и получить в приемлемый срок наилучший вариант решения проблемы, показывающий, что произойдет с ПХД объекта управления, если предпринять тот или иной маневр ресурсами или технологиями. Матричная модель ПХД базируется на двухфакторной модели экономического анализа типа: результат ПХД равен произведению качественного и количественного факторов. В таком представлении изменение результата ПХД или любого из факторов возможно при различных направлениях и скоростях изменения двух других составляющих двухфакторной модели.

В таблице 4 приведены все возможные направления изменения результата ПХД, экстенсивного и интенсивного факторов, а также действия хозяйственного руководителя.

К настоящему времени разработана матричная имитационная модель планирования и регулирования размерностью 8 х 8 показателей, позволяющая в диалоговом режиме с экрана дисплея корректировать любой параметр матричной модели и автоматически рассчитывать остальные качественные и количественные факторы модели за несколько секунд.*

Хозяйственному руководителю модель позволяет за приемлемо короткий отрезок времени "проиграть" множество вариантов ПХД типа "что произойдет, если изменить значение такого-то показателя", оценить достоинства и недостатки, выбрать удовлетворяющий создавшейся ситуации (с использованием обобщающих оценок ПХД), вывести на АС ПУ и включить в реальный управленческий цикл.

Авторам действующая модель дает возможность производить экспериментальные расчеты и на их основе уточнять и дорабатывать некоторые алгоритмы, расширять сферу ее применения. В перспективе вполне реально применение матричного метода и имитационной модели в обучении студентов анализу хозяйственной деятельности, на курсах повышения квалифика-

* Модель реализована на СМ-4, автор программы Т.Хинрикус.

Таблица 4

Возможные варианты двухфакторного моделирования ПХД*

№ пп	Направление изменения в период $t+1$ по сравнению с t			Действие хозяйственного руководителя или результат
	результата i_α	факторов i_β	факторов i_γ	
I	2	3	4	5
I.	$i_\alpha > 1$	$i_\beta > 1$	$i_\gamma = 1$	$\beta^{t+1} - \beta^t > 0$
2.	$i_\alpha > 1$	$i_\beta > 1$	$i_\gamma > 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$
3.	$i_\alpha > 1$	$i_\beta > 1$	$i_\gamma < 1$	-"-
4.	$i_\alpha > 1$	$i_\beta = 1$	$i_\gamma > 1$	$\gamma^{t+1} - \gamma^t > 0$
5.	$i_\alpha > 1$	$i_\beta < 1$	$i_\gamma > 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$
6.	$i_\alpha = 1$	$i_\beta = 1$	$i_\gamma = 1$	
7.	$i_\alpha = 1$	$i_\beta < 1$	$i_\gamma > 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$
8.	$i_\alpha = 1$	$i_\beta > 1$	$i_\gamma > 1$	-"-
9.	$i_\alpha < 1$	$i_\beta < 1$	$i_\gamma = 1$	$\beta^{t+1} - \beta^t < 0$
I0.	$i_\alpha < 1$	$i_\beta < 1$	$i_\gamma < 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$
II.	$i_\alpha < 1$	$i_\beta = 1$	$i_\gamma < 1$	$\gamma^{t+1} - \gamma^t < 0$
I2.	$i_\alpha < 1$	$i_\beta < 1$	$i_\gamma > 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$
I3.	$i_\alpha < 1$	$i_\beta > 1$	$i_\gamma < 1$	задай значение $i_\beta \vee i_\gamma$

* В данном случае значение i_α считается заданным хозяйственным руководителем, например, темп роста продукции равный I,I (i_α = I,I). На основе опыта руководителя выбирается желаемое направление изменения факторов и рассчитываются их значения, например, значения показателей производительности труда и численности ППП.

ции хозяйственных руководителей, проводимых в т.н. "дисплейных классах".

Литература

I. Руководящие указания по разработке и развитию отраслевых автоматизированных систем управлени (ОАСУ). Утверждены постановлением ГК СССР по науке и технике от 23 января 1980 года за № 21.14.1980.

2. Пуусепп М.Э. Системная оценка эффективности функционирования технологических процессов. - Электронная техника. Сер. Упр. кач-вом, стандартизация, метрология, испытания, 1983, вып. 2 (101).

H. Luur

Matrix Simulation of Production Activity: Experience and Prospects

Summary

This article represents some experience in using the matrix method of analysis and estimation of the economic efficiency at the Ministry of Light Industry of the Estonian SSR.

The last part of the paper is devoted to the prospects of developing the matrix conception of the efficiency reflection of production.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 338.003.13

Т. Городецкая, В. Малыхин,
А. Михайлов

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ИТОГОВ МАТРИЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

(на примере народного хозяйства СССР за 1960-1981 гг.)

Объектом статистических исследований в этой статье определено народное хозяйство СССР за 1960-1981 гг. Первичная информация в виде динамических рядов целой системы исходных показателей собрана на базе статежегодников "Народное хозяйство СССР". К исходным (первичным) показателям отнесены следующие: валовой общественный продукт, производственный национальный доход, основные производственные фонды, оборотные средства, фонд заработной платы, численность занятых в материальном производстве.

Особенностью категорий, отражаемых перечисленными показателями, является то, что они могут одновременно рассматриваться и как предпосылки, и как результаты процесса производства, если анализировать его не только с позиций статики, но и с позиций динамического развития. Разумеется, в представленном списке показателей есть известная соподчиненность, но сами по себе они есть ингредиенты единого процесса производства.

Диалектический взгляд на итоги воспроизводственного процесса дает основание для содержательного рассмотрения всех возможных соотношений между ними. Запишем их в виде матрицы

$$X = \{ x_{ij} \}_{i,j=\overline{1,n}},$$

где $x_{ij} = \frac{x_i}{x_j}$,

n – число изучаемых показателей.

Матрица X имеет ряд особенностей.

Первая состоит в том, что n диагональных элементов равны I, а $\frac{n^2-n}{2}$ (половина оставшихся в матрице за вычетом диагональных элементов) обратны по отношению к остальным $\frac{n^2-n}{2}$ элементам. Именно поэтому достаточно подробно изучить поведение не всех, а лишь $\frac{n^2-n}{2}$ элементов матрицы X.

Вторая особенность элементов матрицы X в том, что если анализировать их поведение во времени, можно выделить: а) устойчиво растущие показатели; б) устойчиво падающие показатели. К группе а) можно отнести, например, производительность труда, фондоотдачу, фондовооруженность и т.п. К группе б) относятся обратные к указанным, например, фондоемкость, трудоемкость и т.п. Разумеется, пока речь идет не о реальных изменениях элементов матрицы X, а лишь о том, как они меняются в теории, в "идеальном", т.е. соответствующем требованиям всей системы экономических законов, развитии. И если найти обобщение этим совокупностям противоположно меняющихся во времени характеристик общественного производства, можно будет говорить в известной мере о нахождении интегрального показателя роста эффективности общественного производства.

Такие попытки предпринимались многими экономистами. Но они были ограничены стремлением построить обобщающий критерий эффективности путем комбинирования всего лишь нескольких элементов матрицы X: фондоотдача, производительность труда, его фондовооруженность и т.д. У.И. Мересте предложил общий подход [I, 2]. На основе всей совокупности показателей матрицы X, имеющих в оптимально функционирующей экономике тенденцию к росту, он ввел в использование такой показатель:

$$I^t = \frac{2\sum_{i=1}^{(n^2-n)/2} I_i^{xt}}{n^2-n}.$$

где I_i^{xt} – темп роста показателя, величина которого при росте общей эффективности производства увеличивается.

В матрице X таких элементов $\frac{n^2-n}{2}$.

Практическая реализация предложенной У.И. Мересте процедуры состоит в получении индексных матриц с элементами $b^t_{ij} = x^t_{ij} / x^{t-1}_{ij}$ за весь изучаемый промежуток времени и свертке элементов, назначенных быть растущими, в обобщающий индекс I^t. Поскольку возможна классификация b^t_{ij} как параметров частичных критериев роста эффективности ($b^t_{ij} = I$ - эффективность неизменна; $b^t_{ij} < I$ - эффективность падает; $b^t_{ij} > I$ - эффективность растет), то соответственно можно градуировать и изменения I^t: $I^t = 1$, $I^t < 1$, $I^t > 1$. В каждом из этих трех случаев можно говорить и об эффективности общественного производства в целом: неизменно, падает, растет.

В соответствии с указанной процедурой нами проведены расчеты на примере как народнохозяйственного комплекса СССР, так и его важнейшей отраслевой структуры за период с 1960 по 1981 гг. Итоги расчетов[1] обобщены в следующих по тексту ниже таблицах I и 2.

Дадим предварительные методические пояснения к приводимым численным построениям. Поскольку исходно для подсчетов элементов матрицы X выбрано 6 показателей, число всех ее элементов равно 36. Шесть диагональных элементов равны I, а оставшиеся 30 можно разбить на две совокупности числом по 15. В одной из них сконцентрированы элементы, имеющие тенденцию к росту, в другой - к падению.

Свертка по группе растущих индексов может проводиться поэтапно, не по всему их количеству, а лишь по ряду из них. В этой статье для примера рассмотрим два варианта свертки, соответственно которым и приводятся расчетные данные в таблицах I и 2.

В расчете № I свертка в обобщающий индекс шла по 6 факторам, а именно: фондоотдача по валовому общественному продукту и по произведенному национальному доходу; производительность труда, рассчитанная также по этим двум основаниям; фондовооруженность основными производственными фондами; зар-

---

[1] Разработан комплекс программ для ЭВМ ЕС-1022 на уровне стандартных процедур с накоплением соответствующего банка данных. Это придает такой работе самостоятельный характер. Кроме того, она имеет и важное прикладное для нужд пополнения инструментария народнохозяйственного планирования значение.

Таблица I

Значения обобщающего индекса эффективности (в %). Расчет I

годы	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Народное хозяйство	101,4	103,4	99,7	103,8	101,5	103,9	104,8	104,7	103,6	104,9	101,3	100,5	103,9	102,6	101,3	102,2	102,3	101,9	101,2	102,5	101,4
Промышленность	100,0	101,9	102,0	101,1	99,6	100,2	106,7	105,0	103,6	102,9	102,5	101,7	102,8	103,7	101,2	101,1	101,1	101,3	101,4	101,8	101,1
Сельское хозяйство	104,0	110,2	94,4	110,2	108,6	109,4	98,7	104,4	100,5	116,9	97,5	96,6	109,1	99,1	98,1	103,9	105,7	102,8	99,4	99,2	100,4
Транспорт и связь	104,1	98,4	103,3	103,1	105,1	102,3	105,3	103;8	101,4	104,7	103,3	102,9	102,4	108,2	102,7	101,7	102,0	101,3	98,5	102,2	100,3
Строительство	98,4	100,0	101,5	100,5	90,3	116,1	106,3	102,3	104,4	93,2	102,8	99,6	101,2	103,2	101,8	100,9	99,6	100,5	99,5	101,0	100,3
Торговля, мат.-тех. снаб. и т.д.	95,7	97,5	98,4	99,1	101,0	100,0	106,5	102,7	103,6	102,1	102,9	100,6	102,5	100,8	104,6	107,0	103,9	103,0	106,9	109,9	105,3

Таблица 2

Значения обобщающего индекса эффективности (в %). Расчет 2.

годы	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Народное хозяйство	100,6	102,0	98,6	102,8	100,4	102,8	103,0	102,5	102,7	103,2	100,3	99,5	102,8	101,2	100,3	101,3	101,6	101,2	100,7	101,7	101,0
Промышленность	99,9	101,4	101,1	100,6	98,5	99,5	104,4	103,2	103,1	101,6	101,8	101,2	102,1	102,4	99,9	100,3	100,5	100,8	101,0	101,1	100,8
Сельское хозяйство	102,4	106,7	92,6	108,7	107,8	107,0	97,7	101,3	99,7	114,2	95,6	95,3	107,7	97.7	97,6	102,1	104,9	102,1	98,8	98,1	99,8
Транспорт и связь	104,3	97,5	102,9	101,9	104,7	101,7	103,5	101,6	99,5	103,4	102,1	101,5	101,5	101,9	101,6	100,3	101,4	100,5	97,8	101,1	99,6
Строительство	98,1	99,5	100,4	99,5	90,3	114,9	103,6	100,3	103.3	91,7	101,7	97,9	100,2	101,5	100,5	100,3	99,0	99,8	98,6	100,4	99,7
Торговля, мат.-тех. снаб. и др.	96,0	96,9	97,3	99,0	99,1	98,4	105,6	101,2	102,9	102,5	102,2	100,8	101,5	100,2	103,9	106,7	103,5	101,5	106,1	108,1	104,9

плата в расчете на одного занятого в материальном производстве.

В расчете № 2 добавлены еще 6 факторов, а именно: фондоотдача по валовому общественному продукту и по произведенному национальному доходу в расчете на оборотные средства; зарплатоемкость совокупного общественного продукта и произведенного национального дохода; доля национального дохода в валовом общественном продукте; обеспеченность одного занятого в материальном производстве оборотными средствами.

В большинстве случаев значение обобщающего индекса эффективности производства по всем его отраслям превышает 100 %. Это означает, что как народное хозяйство, так и его крупнейшие отрасли за рассматриваемый промежуток времени развиваются в расширенном масштабе.

Особенностью расчета № 2 являются меньшие по сравнению с расчетом № I значения I^t по каждому году и по каждой позиции. Поскольку можно точно указать, какими факторами отличается расчет № 2 от расчета № I, можно однозначно указать и на причины снижения эффективности. В данном случае они связаны с недостаточно рациональным использованием оборотных средств по сравнению с использованием основных производственных фондов.

Отметим, что подобного рода процедуры можно проводить по всему циклу анализируемых факторов роста производства и последовательно оценивать роль каждого из них в итоговом значении обобщающего индекса эффективности. Однако, поскольку цель статьи состоит главным образом в объяснении некоторых методических вопросов пользования моделью обобщающего индекса эффективности общественного производства и демонстрации ее возможностей, мы воздержимся от приведения остальной серии расчетов. Тем не менее, отметим, что на основе уже накопленного нами опыта имеющегося математического обеспечения возможно проведение серии расчетов для заинтересованных потребителей.

Основываясь на данных табл. I, 2, характеризующих комплексное влияние факторов экономического роста на его эффективность, можно утверждать факт ее положительности. Однако конкретные значения обобщающего индекса во времени колеблются. Поэтому значительный интерес представляет анализ изме-

нений этих индексов, в связи с чем произведен ряд расчетов, итоги которых обобщены в табл. 3. В ней I^t выравнивается как полином вида: $a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \ldots + a_n t^n$. Порядок расчетов ограничен полиномом четвертой степени.

Если $n = 0$, то $I^t = a_0$ тождественно и представляет собой не что иное, как математическое ожидание обобщающего индекса (среднее значение) за годы исследуемого промежутка времени. Коэффициент a_0 всюду для всех отраслей и всех моделей превышает 100 %. Это означает положительную эффективность развития общественного производства.

Для случая полинома первой степени повсюду, кроме торговли, $a_0 > 100$ %, а $a_1 < 0$. Известна трактовка a_1 как темпа прироста результирующего показателя. В нашем случае это говорит о том, что хотя $I^t > 100$ %, его значение во времени имеет тенденцию к падению: эффективность общественного производства и его отраслей падает. Исключение, казалось бы, составляет торговля, поскольку для нее $a_1 > 0$. Однако $a_0 < 100$ %, что позволяет сделанный выше вывод распространить и на эту отрасль.

Особенностью расчетов по полиномам степеней 2, 3,4 являются весьма малые значения параметров a_2, a_3, a_4. Это связано с тем, что полиномы высокой степени характеризуют колеблющиеся процессы, а изменения I^t во времени весьма незначительны.

Одной из колонок табл. 3 представлены расчетные ошибки (в %). Они исчислялись как средняя абсолютных значений отклонений реального индекса эффективности по отношению к регрессионному. Соизмеряя между собой полученные отклонения, можно сформулировать критерий отбора наилучших вариантов регрессионных формул - по минимуму ошибок. Для полиномов нулевых степеней эти ошибки не рассматривались совсем, поскольку значения обобщающих индексов во времени изменяются. Для остальных же степеней полиномов ошибки расчетов во всех случаях находятся в пределах статистических погрешностей, поэтому реально целесообразнее остановиться на тех вариантах, которые в формальном анализе не дают процедурных осложнений. Это значит, что речь идет о полиномах первой степени.

По 12-факторной модели ошибки расчетов всюду меньше, чем по 6-факторной. Исключение составляет "транспорт и

связь". Тем не менее разница и здесь незначительная, всего лишь 0,0I %. Поэтому для прогностических потребностей целесообразно остановиться на следующих регрессионных зависимостях:

народное хозяйство	$I^t = 101,6 - 0,02t$
промышленность	$I^t = 101,2 - 0,0001t$
сельское хозяйство	$I^t = 104,0 - 0,2t$
строительство	$I^t = 100,3 - 0,02t$
транспорт и связь	$I^t = 102,8 - 0,13t$
торговля, мат.-тех. снабжение, заготовки	$I^t = 97,1 + 0,43t$.

Разумеется, по мере накопления статистической информации в ходе развития общественного производства полученные зависимости подлежат пересчету. Однако их использование на несколько лет вперед способно дать ожидаемую картину при условии сохранения действия ранее сложившихся тенденций, а это значит, что они могут быть использованы и для формирования управленческих мер и решений.

Одновременно с данными табл. 3 нужно рассматривать и данные табл. 4. Они имеют целью получение ответа на вопрос о значимости того или иного конкретного значения обобщающего индекса эффективности. То есть речь идет о том, что любое повышение или снижение эффективности общественного производства нужно рассматривать не просто само по себе, а в той степени, в которой оно реализует цель общественного производства.

Короче говоря, цель производства - рост народного благосостояния. Его измерителями являются, в частности, и реальные доходы. Обозначим их индекс J_g^t. В табл. 4 обобщены данные расчетов взаимосвязи изменений обобщающих индексов эффективности и индексов реальных доходов. Структура табл. 4 аналогична структуре табл. 3. В ней представлены вариантные расчеты полиномов вида $J^t = \sum_{i=0}^{n} a_i J_g^{ti}$.

Из анализа полученных данных можно сделать несколько выводов. Во-первых, порядок степени регрессионных полиномов ограничен. В нашем случае использование полиномов с

Таблица 3

Параметры регрессионных полиномов изменения обобщающего индекса эффективности производства во времени

Отрасли	Порядок полинома	Параметры 6-факторной модели					Ошибка, %	Параметры 12-факторной модели					Ошибка, %
		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Народное хозяйство	0	I02,5					-	I0I,4					-
	I	I03,I	-0,05				I,2	I0I,6	-0,02				0,98
	2	I0I,7	0,30	-0,02			I,I	I00,8	0,I9	$-9\cdot10^{-3}$			0,96
	3	I00,2	I,I	-0,I	$2\cdot10^{-3}$		I,I	99,5	0,83	-0,08	$2\cdot10^{-3}$		0,88
	4	I00,4	0,89	-0,07	$3\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-5}$	0,98	99,6	0,76	-0,07	10^{-3}	$2\cdot10^{-5}$	0,87
Промышленность	0	I02,0					-	I0I,2					-
	I	I02,2	-0,0I				I,I9	I0I,2	10^{-4}				I,0
	2	I00,2	-0,5I	-0,02			I,04	99,9	0,34	-0,0I5			0,8
	3	98,8	I,I7	-0,I0	0,002		0,95	99,0	0,77	-0,06	$I,4\cdot10^{-3}$		5,58
	4	I00,3	0,03	0,I2	-0,0I	$3\cdot10^{-3}$	0,97	I00,8	-0,6	0,2	-0,02	$4\cdot10^{-4}$	0,84
Сельское хозяйство	0	I03,3					-	I0I,8					-
	I	I06,3	-0,28				4,I5	I04,0	-0,2				4,I0
	2	I05,5	-0,07	$-9\cdot10^{-3}$			4,I5	I03,4	-0,39	$-7\cdot10^{-3}$			4,08
	3	I04,6	0,40	-0,06	$2\cdot10^{-3}$		4,I4	I02,3	0,46	-0,06	$2\cdot10^{-3}$		4,I2
	4	I02,4	2,08	-0,39	0,02	$-5\cdot10^{-4}$	4,0I	99,5	2,60	-0,48	$3\cdot10^{-2}$	$-7\cdot10^{-4}$	3,94
Строительство	0	I0I,2					-	I00,I					-
	I	I0I,6	-0,04				2,7I	I00,3	-0,02				2,5I
	2	99,7	0,45	-0,02			2,60	99,2	0,26	-0,0I			2,47
	3	96,9	I,82	-0,I7	$5\cdot10^{-3}$		2,5I	96,8	I,44	-0,I4	$4\cdot10^{-3}$		2,45
	4	95,5	2,9I	-0,39	0,02	$-3\cdot10^{-4}$	2,55	95,0	2,79	-0,4I	0,02	$-4\cdot10^{-4}$	2,47
Транспорт и связь	0	I02,5					-	I0I,4					-
	I	I03,7	-0,II				I,I3	I02,8	-0,I3				I,I4
	2	I0I,8	0,39	-0,02			I,04	I0I,8	0,I4	-0,0I			I,I4
	3	I0I,0	0,77	-0,06	10^{-3}		I,00	I0I,6	0,25	-0,25	$4\cdot10^{-4}$		I,I4
	4	I0I,9	0,I5	0,06	$7\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-4}$	I,05	I02,2	-0,20	-0,26	$-6\cdot10^{-3}$	10^{-4}	I,I4
Торговля, мат.-тех. снабжение и т.д.	0	I02,6					-	I0I,8					-
	I	97,8	0,44				I,62	97,I	0,43				I,23
	2	96,7	0,72	-0,0I			I,5I	96,I	0,68	-0,0I			I,5I
	3	93,4	2,36	-0,I9	$5\cdot10^{-3}$		I,37	93,6	I,90	-0,I5	$4\cdot10^{-3}$		I,4
	4	9I,7	3,62	-0,44	0,02	$4\cdot10^{-4}$	I,I5	93,3	2,I6	-0,20	$7\cdot10^{-3}$	$-8\cdot10^{-5}$	

Таблица 4

Формулы взаимосвязи индексов реальных доходов и обобщающих индексов эффективности общественного производства

Порядок полинома	Параметры 6-факторной модели								Средняя ошибка, %
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	
0	102,5								-
1	103,5	-0,25							1,13
2	96,9	33	-0,4						1,06
3	75,8	20,5	-4,8	0,4					0,97
4	75,6	20,6	-4,9	0,4	$4 \cdot 10^{-4}$				0,97
5	74,1	22,0	-5,3	0,4	10^{-2}	10^{-3}			0,97
6	73,7	21,9	-4,9	-0,3	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-3}$	$-3 \cdot 10^{-3}$		0,96
7	1029,5	-932,5	270,9	-2,7	-5,3	-1,6	0,6	-0,04	2,48
	Параметры 12-факторной модели								
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	
0	101,4								-
1	101,8	-0,08							0,99
2	97,7	2,1	-0,3						0,97
3	79,2	17,1	-4,1	0,3					0,89
4	77,1	19,3	-4,9	0,4	$-7 \cdot 10^{-3}$				0,89
5	693	26,7	-7,0	0,5	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$			0,88
6	68,3	27,3	-7,0	0,5	$4 \cdot 10^{-2}$	$-5 \cdot 10^{-3}$	$-2 \cdot 10^{-4}$		0,88
7	979,4	-8823	255,9	-2,4	-5,0	-1,5	0,5	$-4 \cdot 10^{-2}$	2,42

$n > 6$ нецелесообразно: теряют экономическую осмысленность коэффициенты a_i, резко растут расчетные ошибки.

Во-вторых, порядок ошибок весьма слабо зависит от n. Во всех случаях они достаточно малы (хотя и уменьшаются с ростом n). Поэтому возможно использование простейшего случая: $n=1$. Тогда $J^t = 101{,}8 - 0{,}08\, J_g^t$ (12-факторная модель).

В-третьих, из формулы для J^t следует, на первый взгляд, неожиданный вывод - чем больше J_g^t, тем меньше J^t. Легко видеть, что $\frac{\partial J^t}{\partial J_g^t} = -0{,}08$. А это означает, что темп прироста J^t отрицателен при положительном изменении J_g^t.

Вместе с тем этот вывод позволяет указать на весьма тонкое свойство обобщающего индекса эффективности производства - его оптимизационный характер. Действительно, среди двенадцати факторов, в свертке которых и получены значения J^t, имеются такие как: доля национального дохода в валовом общественном продукте, средняя зарплата и т.д. Эти факторы характеризуют эффективность не просто со стороны затрат, но и со стороны результатов. Следовательно, J^t - характеристика не просто производственной необходимости, а эффективности воспроизводства в целом. Поэтому уже исходно включают в себя и изменения реальных доходов, и при нахождении их зависимости друг от друга неизбежно вычитание и получение обратных связей. Однако именно эта неизбежность и позволила получить результат, утверждающий интегральный, воспроизводственный характер обобщающего индекса эффективности. Это расширяет и возможности его использования и содержательного толкования.

Литература

1. Мерсте У.И. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства. - Экономика и математические методы, 1982, т. XУШ, вып. 1, с. 138-149.

2. Мерсте У.И. Комплексный анализ основных результатов хозяйственной деятельности предприятий и объединений. Учебное пособие. Таллин, 1983. 74 с.

T. Gorodezkaja, W. Malychin, A. Michailow

Statistische Analyse einiger Bilanzen der Matrizenmodellierung der Effektivität der gesellschaftlichen Produktion

(am Beispiel der Volkswirtschaft der UdSSR in der Periode 1960–1981)

Zusammenfassung

In diesem Artikel werden Berechnungen des allgemeinen Index der Effektivität der gesellschaftlichen Produktion und seiner wichtigen Zweigstruktur an einem Beispiel der Volkswirtschaft der UdSSR durchgeführt.

Als eine praktische Bedeutung habende Bilanz dienen regressive Abhängigkeiten des verallgemeinerten Index der Effektivität von den realen Einkommen. Sie können zu kurzfristiger Prognosierung gebraucht werden.

Von theoretischer Bedeutung sind die Schlussfolgerungen, die mit der weiteren Ausarbeitung der Konzeption Matrizenmodellierung verbunden sind. Hierher gehört ein Beweis des Optimisationscharakters des verallgemeinerten Index der Effektivität der Produktion.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 33.003.13

В. Венсел

ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПО МАТРИЧНОЙ МОДЕЛИ

Матричная концепция отражения экономической эффективности производства [I] позволяет всесторонне и многогранно характеризовать эффективность производства в виде матрицы эффективности. При этом элементы матрицы эффективности (качественные экономические показатели или относительные величины интенсивности) характеризуют эффективность и состояние хозяйственной деятельности исследуемой хозяйственной единицы исходя из разных аспектов. Матричная концепция позволяет построить также разные обобщающие показатели для измерения уровня и динамики эффективности производства.

Пусть наблюдением охвачены n количественных (обьемных) экономических показателей Q_i ($i=1,2,\ldots,n$), на основе которых можно вычислить $n(n-1)$ качественных показателей $x_{ij} = \frac{Q_j}{Q_i}$ ($i,j=1,2,\ldots,n$). Если исходный вектор количественных показателей $q=\{Q_i\}$ упорядочен (по принципу: результат производственного процесса - производственные ресурсы и их использование), вычисленные качественные показатели ($n\times n$) образуют квадратную матрицу $X=\{x_{ij}\}$, которая и называется матрицей эффективности.

Матрица эффективности X имеет некоторые присущие ей простые свойства:

I) элементы главной диагонали матрицы X равны единице, т.е. $x_{11}=x_{22}=\ldots=x_{nn}=1$, или

$$x_{ij}\begin{cases} = 1, & \text{если } i=j \\ \neq 1, & \text{если } i\neq j \end{cases} \quad \text{и } Q_i \neq Q_j, \qquad (I)$$

из чего следует, что след матрицы X равен числу рассматриваемых количественных показателей, т.е. $tr(X)=n$;

2) в отношении главной диагонали симметрично расположенные элементы являются по отношению друг к другу обратными величинами: так, например, $x_{21}=\frac{1}{x_{12}}$, $x_{32}=\frac{1}{x_{23}}$ и т.д. в общем случае $x_{ij}=\frac{1}{x_{ji}}$ $(i,j=1,2,\ldots,n;\ i>j)$ и, следовательно, матрица X состоит из двух треугольных матриц размерами $(n-1)\times(n-1)$, которые являются "зеркальным отражением" друг друга;

3) матрица X состоит из линейно-зависимых вектор-строк и вектор-столбцов

$$S=\{x_1,x_2,\ldots,x_n\}. \qquad (2)$$

Можно легко показать, что существуют такие скаляры λ_1, λ_2, ..., λ_n $(\lambda_i\neq 0)$, при которых имеет место равенство

$$\lambda_1 x_1+\lambda_2 x_2+\ldots+\lambda_n x_n=0. \qquad (3)$$

Так, например,

$$x_1=\left[x_{11}=\frac{Q_1}{Q_1}=1 \quad x_{12}=\frac{Q_2}{Q_1}\ldots x_{1n}=\frac{Q_n}{Q_1}\right] \qquad (4)$$

и вектор x_2 мы получаем при умножении вектора x_2 на элемент $x_{21}=\frac{Q_2}{Q_1}$

$$x_2=x_{21}x_1=\left[x_{21}=\frac{Q_1}{Q_2}\,x_{22}=1\ldots x_{2n}=\frac{Q_n}{Q_2}\right]. \qquad (5)$$

Аналогично связаны между собой все вектор-строки и вектор-столбцы матрицы X. Так:

$$\begin{aligned}
x_3&=x_{31}x_1=x_{32}x_2=x_{32}x_{21}x_1\\
x_4&=x_{41}x_1=x_{43}x_3=x_{43}x_{32}x_{21}x_1\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_n&=x_{n1}x_1=x_{n,n-1}x_{n-1}=x_{n,n-1}x_{n-1,n-2}\cdots x_{32}x_{21}x_1
\end{aligned} \qquad (6)$$

и в общем случае

$$\begin{aligned}
x_i=x_{ij}x_j&=x_{i,i-1}x_{i-1,i-2}\cdots x_{32}x_{21}x_1,\\
&(i,j=1,2,\ldots,n;\ i\neq j).
\end{aligned} \qquad (7)$$

Из равенств (6) и (7) видно, что

$$x_1=\frac{x_2}{x_{21}}=\frac{x_3}{x_{31}}=\ldots=\frac{x_n}{x_{n1}} \qquad (8)$$

и, следовательно, равенство (3) примет вид

$$(n-1)x_1 - \frac{1}{x_{21}}x_2 - \frac{1}{x_{31}}x_3 - \ldots - \frac{1}{x_{n1}}x_n = 0, \quad (9)$$

а вектор x_1 выразится, например, как линейная комбинация остальных векторов матрицы X

$$x_1 = \frac{x_2}{x_{21}(n-1)} + \frac{x_3}{x_{31}(n-1)} + \ldots + \frac{x_n}{x_{n1}(n-1)}. \quad (10)$$

Последнее свойство матрицы эффективности позволяет сделать некоторые существенные выводы:

I. Экономическая информация в виде $n(n-1)$ качественных показателей матрицы X в сводной форме полностью представляется в одной вектор-строке или одном вектор-столбце. Следовательно, если задачей является построение одного обобщающего показателя уровня или динамики эффективности, то вся необходимая информация содержится в одном векторе матрицы эффективности X.

2. Все элементы матрицы эффективности $\{x_{ij}\}$ связаны между собой, как это следует из равенств (6). Поэтому матричная концепция отражения эффективности производства представляет много возможностей для построения факторных систем решения разных задач аналитического характера. При этом необходимо взять под наблюдение все элементы (качественные показатели) матрицы X.

На матричной концепции основывается методика построения векторно-обобщающих показателей эффективности (ВОПЭ), которая позволяет измерять уровень и динамику эффективности производства отдельных хозяйственных единиц [2]. Но методику построения ВОПЭ можно применять только тогда, когда объектом исследования является какая-то структурная хозяйственная система (предприятия и объединение, предприятия и отрасль и т.д.), средние качественные показатели которой следует применять при нормировании.

Если объектом исследования является одна конкретная хозяйственная единица (предприятие, объединение, отрасль), то и тогда содержащуюся в матрице эффективности информацию можно применять для построения обобщающих относительных показателей динамики (индексов) эффективности.

Вводим некоторые основные понятия:

I. Определенное треугольной матрицей [с размерами $(n-1)\times(n-1)$] прямое поле эффективности или просто поле эффективности $E=\{x_{ij}\}$, $(i,j=1,2,\ldots,n;\ i>j)$, которое содержит прямые показатели эффективности производства (выработка, фондоотдача, рентабельность и т.д.).

2. Определенное треугольной матрицей обратное поле эффективности $P=\{x_{ij}\}$, $(i,j=1,2,\ldots,n;\ i<j)$, которое содержит обратные показатели эффективности (трудоемкость, фондоемкость, удельный расход материалов и т.д.).

3. Основные элементы прямого поля эффективности - независимые элементы главной диагонали матрицы E

$$x_{k+1,k}=\{x_{21}\ x_{32}\ \ldots\ x_{n-1,n-2}\ x_{n,n-1}\},\quad (k=1,2,\ldots,n-1). \tag{II}$$

4. Основные элементы обратного поля эффективности - независимые элементы главной диагонали матрицы P

$$x_{l,l+1}=\{x_{12}\ x_{23}\ \ldots\ x_{n-2,n-1}\ x_{n-1,n}\},\quad (l=1,2,\ldots,n-1), \tag{I2}$$

которые являются обратными величинами основных элементов поля эффективности.

5. Ведущий элемент прямого поля эффективности - элемент x_{n1}, расположенный в первом столбце и в первом ряду упорядоченной матрицы E, равный произведению основных элементов поля эффективности

$$x_{n1}=x_{21}x_{32}\ldots x_{n-1,n-2}x_{n,n-1}=\prod_{k=1}^{n-1}x_{k+1,k}. \tag{I3}$$

6. Ведущий элемент обратного поля эффективности, элемент x_{1n}, расположенный в последнем столбце и в первом ряду матрицы P, который равен произведению основных элементов обратного поля эффективности

$$x_{1n}=x_{12}x_{23}\ldots x_{n-2,n-1}x_{n-1,n}=\prod_{l=1}^{n-1}x_{l,l+1} \tag{I4}$$

и является обратной величиной ведущего элемента по эффективности, т.е. $x_{1n} = \frac{1}{x_{n1}}$.

Аналогичные понятия можно применять и при использовании индексных матриц эффективности: поле индексов эффективности, ведущий и основные элементы поля индексов эффективности, обратное поле индексов эффективности, ведущий и основные элементы обратного поля индексов эффективности.

В рамках матричной концепции отражения эффективности разработаны две методики для построения обобщенных индексов эффективности (ОИЭ):

I. ОИЭ в виде арифметической средней всех элементов прямого поля индексов эффективности [I]

$$I_э = \frac{\sum_{i,j=1}^{n} i_{x_{ij}}}{\frac{n(n-1)}{2}}, \quad (i > j), \qquad (I5)$$

где $i_{x_{ij}} = \frac{x_{ij1}}{x_{ij0}}$ - индивидуальные индексы прямых показателей эффективности (элементов поля эффективности).

2. ОИЭ в виде геометрической средней элементов прямого поля индексов эффективности [3]

$$I_э = \sqrt[\frac{n(n-1)}{2}]{\prod_{i,j=1}^{n} i_{x_{ij}}}, \quad (i > j). \qquad (I6)$$

Рассмотрим сущность ОИЭ (I5) и (I6). С методологической точки зрения более обоснованным является применение геометрической средней, так как индексы характеризуют геометрические пропорции между исследуемыми явлениями. ОИЭ (I6) выражается как геометрическая средняя всех элементов поля индексов эффективности

$$I_E = \begin{bmatrix} i_{x_{21}} & & & \\ i_{x_{31}} & i_{x_{32}} & & \\ i_{x_{41}} & i_{x_{42}} & i_{x_{43}} & \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ i_{x_{n1}} & i_{x_{n2}} & i_{x_{n3}} & \cdots i_{x_{n,n-1}} \end{bmatrix} = \{i_{x_{ij}}\}; \quad (i,j = 1,2,\ldots,n; \; i > j). \qquad (I7)$$

Точно так, как связаны между собой экономические показатели, связаны между собой и характеризующие их динамику индексы (темпы роста). Следовательно,

$$i_{x_{ij}} = i_{x_{j+1,j}} i_{x_{j+2,j+1}} \cdots i_{x_{i-2,i-1}} i_{x_{i,i-1}} = \prod_{k=j}^{i-1} i_{x_{k+1,k}} \qquad (18)$$

и произведение индексов $\prod_{i,j=1}^{n} i_{x_{ij}}$ равняется произведению элементов поля индексов эффективности (в соответствующей степени).

Нетрудно убедиться, например, что если $n = 3$, то

$$\prod i_{x_{ij}} = i_{x_{21}} i_{x_{32}} i_{x_{31}} = i_{x_{21}} i_{x_{32}} i_{x_{21}} i_{x_{32}} = i^2_{x_{21}} i^2_{x_{32}},$$

а если $n = 4$, то

$$\prod i_{x_{ij}} = i_{x_{21}} i_{x_{32}} i_{x_{43}} i_{x_{31}} i_{x_{42}} i_{x_{41}} = i^3_{x_{21}} i^4_{x_{32}} i^3_{x_{43}}$$

и т.д.

Степени основных элементов прямого поля индексов эффективности изменяются по определенной закономерности симметрично в отношении обоих концов главной диагонали матрицы I_E. Соответствующие степени для некоторых значений n (от $n = 3$ до $n = 10$) вычислены автором и представлены в табл. I.

Общее число членов произведения основных элементов матрицы поля индексов эффективности также изменяется по определенной закономерности в зависимости от значений

$$S = \sum (n-m)^2 = (n-1)^2 + (n-3)^2 + (n-5)^2 + \ldots;$$

$$(m = 1,3,5,\ldots;\ n-m \geqslant 1). \qquad (19)$$

Общие числа членов соответствующих произведений также представлены в табл. I.

Можно сделать вывод, что применение ОИЭ в виде геометрической средней (16) не совсем обоснованно. То же самое можно сказать в отношении ОИЭ в виде арифметической средней (15). В последнем случае получаются соответствующие суммы основных элементов поля индексов эффективности и их произведений. Так, например, если $n = 3$, то

$$\sum i_{x_{ij}} = i_{x_{21}} + i_{x_{32}} + i_{x_{31}} = i_{x_{21}} + i_{x_{32}} + i_{x_{21}} i_{x_{32}},$$

Таблица I

Выражение произведения элементов поля индексов эффективности через ее основные элементы

Число исходных показателей (n)	Число основных элементов индексной матрицы I_E									Общее число членов произведения (S)
	$i_{x_{21}}$	$i_{x_{32}}$	$i_{x_{43}}$	$i_{x_{54}}$	$i_{x_{65}}$	$i_{x_{76}}$	$i_{x_{87}}$	$i_{x_{98}}$	$i_{x_{10,9}}$	
3	$n-1=2$	$n-1=2$								$(n-1)^2=4$
4	$n-1=3$	$n=4$	$n-1=3$							$(n-1)^2+(n-3)^2=10$
5	$n-1=4$	$n+1=6$	$n+1=6$	$n-1=4$						$(n-1)^2+(n-3)^2=20$
6	$n-1=5$	$n+2=8$	$n+3=9$	$n+2=8$	$n-1=5$					$(n-1)^2+(n-3)^2+(n-5)^2=35$
7	$n-1=6$	$n+3=10$	$n+5=12$	$n+5=12$	$n+3=10$	$n-1=6$				$(n-1)^2+(n-3)^2+(n-5)^2=56$
8	$n-1=7$	$n+4=12$	$n+7=15$	$n+8=16$	$n+7=15$	$n+4=12$	$n-1=7$			$(n-1)^2+\ldots+(n-7)^2=84$
9	$n-1=8$	$n+5=14$	$n+9=18$	$n+11=20$	$n+11=20$	$n+9=18$	$n+5=14$	$n-1=8$		$(n-1)^2+\ldots+(n-7)^2=120$
10	$n-1=9$	$n+6=16$	$n+11=21$	$n+14=24$	$n+15=25$	$n+14=24$	$n+11=21$	$n+6=16$	$n-1=9$	$(n-1)^2+\ldots+(n-9)^2=165$

а если $n = 4$, то

$$\sum i_{x_{ij}} = i_{x_{21}} + i_{x_{32}} + i_{x_{43}} + i_{x_{21}} i_{x_{32}} + i_{x_{32}} i_{x_{43}} + i_{x_{21}} i_{x_{32}} i_{x_{43}}$$

и т.д.

Как все-таки измерить динамику экономической эффективности производства и построить ОИЭ в рамках матричной концепции отражения эффективности?

Автору кажется, что наиболее естественно применять в качестве показателя динамики эффективности ведущий элемент поля индексов эффективности $i_{x_{n1}}$ как произведение всех основных элементов матрицы I_E, , т.е.

$$i_{x_{n1}} = i_{x_{21}} i_{x_{32}} \dots i_{x_{n,n-1}} = \prod_{j=1}^{n-1} i_{x_{j+1,j}}, \qquad (20)$$

который характеризует изменение эффективности использования какого-то определенного фактора производства.

По своему содержанию все основные количественные экономические показатели делятся на четыре группы:

I. Показатели, характеризующие результат или эффект производственного процесса - показатели объема продукции и ее составных компонентов: валовая, чистая, товарная, реализованная продукция, прибыль и т.д.

2. Показатели, характеризующие использование или оборот и объем производственных факторов (ресурсов):

2.I. показатели использования живого труда: численности и фонды зарплаты разных категорий работающих, состав фонда зарплаты, премии и т.д.

2.2. показатели использования основных производственных фондов: объем и структура основных производственных фондов в различных оценках, амортизация, капитальные вложения и т.д.

2.3. показатели использования оборотных фондов и материальных затрат: запасы и расход разных видов оборотных фондов, объем и структура материальных затрат и т.д.

В соответствии с приведенным можно составить три поля эффективности (а также соответствующие обратные поля эффективности):

I) поле эффективности трудовых ресурсов;

2) поле эффективности основных производственных фондов;

3) поле эффективности оборотных фондов.

Отдельные элементы соответствующих полей эффективности отражают эффективность использования факторов производства, исходя из разных аспектов. ОИЭ как интегральный показатель динамики эффективности использования всех трех основных факторов производства выражается в виде геометрической средней ведущих элементов соответствующих индексных матриц

$$I_э = \sqrt[3]{i_{x(R_1)}\, i_{x(R_2)}\, i_{x(R_3)}}, \qquad (21)$$

где $i_{x(R_1)}, i_{x(R_2)}, i_{x(R_3)}$ – ведущие элементы индексных матриц полей эффективности факторов производства.

Если ставится задача только определения динамики эффективности производства какой-то хозяйственной единицы, то, разумеется, нет необходимости предварительно вычислять матрицы эффективности X, треугольные матрицы поля эффективности E и соответствующие индексные матрицы. Ведущие элементы индексных матриц, характеризующие эффективность использования отдельных факторов производства, можно исчислить непосредственно на основе показателей динамики исходных количественных показателей:

$$I_э = \sqrt[3]{\frac{i_Q}{i_{R_1}}\,\frac{i_Q}{i_{R_2}}\,\frac{i_Q}{i_{R_3}}} = \frac{i_Q}{\sqrt[3]{i_{R_1} i_{R_2} i_{R_3}}}, \qquad (22)$$

где i_Q – индекс экономического показателя, характеризующего результат или эффект производства (индекс объема продукции, прибыли и т.д.);

$i_{R_1}, i_{R_2}, i_{R_3}$ – индексы экономических показателей, характеризующих объемы факторов производства (индексы затрат живого труда, объема основных производственных фондов и объема оборотных фондов).

Но если задачей является также анализ влияния разных факторов на динамику эффективности производства, то необходимо использовать всю экономическую информацию, содержащуюся в матрицах, и сформулировать соответственную задачу аналитического характера [4].

Литература

I. Мересте У. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства. - Экономика и математические методы, 1982, т. XУШ, вып. I, с. I38-I49.

2. Венсел В. Статистический анализ экономической эффективности производства.-Труды ТПИ, 1982, № 5I4, с. I0 -I2.

3. Роот А. Об определении влияния количественных результатов производства на динамику экономической эффективности. - Труды ТПИ, 1981, № 506, с. 45-50.

4. Венсел В. Некоторые возможности применения матричной концепции для анализа хозяйственной деятельности. - Материалы респ. научно-методической конференции "Проблемы методики преподавания бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности". Таллин, 1984, с. I0-I2.

V. Vensel

Measuring the Dynamics of Economic Efficiency of Production by Using the Matrix Model

Summary

The paper deals with the methodological problems of using the matrix model to measure the dynamics of economic efficiency of production. The ideas of field of efficiency and inverse field of efficiency are represented, the connections between the elements of field of efficiency are investigated. The problems of constructing generalized indices of efficiency are examined.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 658.5.011

А.Б. Бутник-Сиверский

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКУРСИВНЫХ ФАКТОРНЫХ СИСТЕМ ПОСРЕДСТВОМ МАТРИЦ СВЯЗИ

Детерминированный факторный анализ работы производственных предприятий и объединений является наиболее распространенным и доминирующим на среднем уровне управления видом экономического анализа в хозяйственной практике.

В историческом аспекте до 50-х годов детерминированный экономический анализ был сужен рамками исследования простейших функциональных связей между экономическими показателями. Формулизация факторных моделей в таком анализе проводилась крайне редко. При анализе обобщающего показателя агрегирование проводилось при помощи цепного метода с получением простейших показателей-факторов. Набор тематических задач в основном был предназначен для предприятий и включал в себя факторный анализ изменения объемов производства валовой продукции, затрат на рубль товарной продукции, рентабельности производства и пр.

В последующий примерно двадцатилетний период детерминированный факторный анализ развивался по "горизонтали" в сторону увеличения числа факторов-показателей в конечной модели факторной системы.[x] Это достигалось путем конструирования или моделирования исходной модели какого-либо экономического показателя, в модель которого методами расширения, удлинения или сокращения [2] вносился набор экономически осмысленных показателей.

---

[x] Здесь и далее: терминология "исходная модель факторной системы" и " конечная модель факторной системы" удачно характеризует начальную и конечную точки процесса моделирования факторной системы. Эта терминология заимствована из теоретических очерков У. Мерсте [1, с. 78].

Толчком к такому моделированию рекурсивных факторных систем для целей детерминированного факторного анализа явились многочисленные предложения по построению интегральных показателей эффективности производства, охватывающих все основные стороны или процессы расширенного производства. Если для интегральных показателей эффективности производства связывались в одну формулу от трех до пяти-шести разноименных по содержанию экономических показателей, то в детерминированном экономическом анализе встречались модели с охватом более 30 экономических показателей. Погоня за "глобальными" детерминированными моделями факторных систем приводила к появлению сомнительных по экономическому содержанию связей показателей. Вместе с тем применение цепного метода факторного анализа и его разновидности - способа абсолютных разниц - потребовало в этих моделях выделения объемных (количественных) и качественных показателей, так как в зависимости от этого определялся порядок подстановки. Одновременно анализ больших моделей потребовал выделения в факторной модели "ядра" связи или воздействия факторов, от которого зависела количественная величина факторных нагрузок.

В теоретическом аспекте детерминированный экономический анализ обогатился новым содержанием, значительно усложнился, потребовал применения современных вычислительных средств. Если глубина экономического анализа была в какой-то мере достигнута, то объективность полученных результатов стала сомнительной, так как экономическая оценка получаемых при этом факторных величин по своему содержанию приводила к противоречиям.

Достоверность и объективность результатов анализа уже на этом этапе настоятельно выдвигала условие применения в детерминированном факторном экономическом анализе методологии научного исследования. Разработка в последние годы научной школой, руководимой проф. А.Д. Шереметом, комплексного и системного подхода ко всем видам экономического анализа, предопределила необходимость по-новому подходить к вопросам развития теории и практики детерминированного факторного экономического анализа.

В детерминированном факторном анализе объективность результатов прежде всего зависит от моделирования детерминированной связи между показателями. Практика в этом вопросе сталкивается с определенными трудностями. Сложность заключается в том, что необходимо с учетом цели анализа найти такую детерминированную связь исходного экономического показателя с множеством экономических показателей, которая бы обеспечила получение относительно изолированного влияния показателей-факторов на результирующий показатель. Это достигается лишь в том случае, когда при анализе детерминированной факторной модели индивидуальное "факторное отклонение" входящих в модель показателей-факторов, не трансформируется, не изменяет свою первоначальную величину, а переносит свое влияние полностью на результирующий показатель. С другой стороны, аналитику без знания определенных правил моделирования трудно оценить конечную модель факторной системы с позиции ее предикативности (категоричности) получения достоверных результатов анализа, так как это можно выполнить лишь на завершающем этапе (стадии) анализа.

При моделировании рекурсивных факторных систем аналитик применяет либо формальный, либо неформальный подход к построению конечных моделей факторных систем. В первом случае соблюдается лишь строго математический принцип построения моделей факторных систем без учета экономической сущности взаимосвязанных в модели показателей-факторов. При формальном подходе конечная модель факторной системы с математических позиций может быть безупречной, так как приводит при необходимости к исходной модели факторной системы, но при этом объективность результатов анализа получается сомнительной и выводы будут искаженными.

При неформальном подходе к процессу моделирования рекурсивных факторных систем вводимый аналитиком в исходную модель факторной системы экономический показатель рассматривается не как изолированный элемент модели, а как показатель-фактор конечной модели факторной системы, связанный со всей системой.

Если в процессе моделирования в исходной факторной модели вводимый показатель еще изолирован от поставленной це-

ли анализа, то в конечной модели факторной системы этот экономический показатель в детерминированной связи с другими экономическими показателями выступает уже в новом качестве, то есть как показатель-фактор (элемент модели факторной системы), к которому обязательно предъявляется ряд требований или критериев, научно обоснованных У. Мересте [I]. Среди них выделены формальные критерии - прямой количественной измеримости факторов, пропорциональности влияния факторов, мультипликативности факторов, исчерпанности - и экономические критерии (причинности, достаточной специфичности, самостоятельного существования). При этом строго соблюдаются математические принципы построения детерминированной связи.

Правильно построенная детерминированная факторная модель обеспечивает получение достоверных (неискаженных) индивидуальных количественных величин влияния факторов независимо от вида модели факторной системы и методов ее анализа.

Если раньше углубление анализа достигалось путем построения одной "глобальной" детерминированной модели факторной системы, которую не требовалось проверять на предикативность, то с переходом сегодня к системе конечных моделей факторных систем какого-либо обобщающего экономического показателя (что отвечает комплексному и системному подходу) появилась потребность проверять конечные модели факторной системы на достоверность получаемых результатов анализа.

Учитывая, что процесс моделирования рекурсивных факторных систем - сложный и ответственный этап в детерминированном экономическом анализе, можно предложить следующие правила ограничений, научно обоснованных автором [2], которые обеспечивают получение достоверных количественных величин влияния факторов на изменение результативного показателя.

I) при моделировании факторной системы одного и того же показателя в различных направлениях исследования входящие в них одни и те же показатели-факторы при анализе должны давать одинаковую количественную величину своего влияния;

2) если исходная модель факторной системы есть качественно-расчетный (относительный) показатель, то после про-

цесса моделирования конечная модель факторной системы должна быть того же вида, что исходная модель факторной системы или состоять из набора связанных между собой качественно-расчетных (относительных) показателей;

3) в модели конечной факторной системы нельзя допускать присутствия повторяющихся (дублирующихся) показателей -факторов, так как это приводит к их взаимоуничтожаемости и к искажению количественных величин влияния факторов на результирующий показатель;

4) в процессе моделирования в конечную мультипликативную или кратную модель факторной системы нельзя вводить какие-либо поправочные коэффициенты (показатели-факторы), которые связаны не со всеми, а избирательно лишь с одним или несколькими элементами модели;

5) если в кратной модели факторной системы используются экономически осмысленные качественно-расчетные показатели-факторы, то при переходе к мультипликативной модели факторной системы одного и того же результирующего показателя следует применять обратные величины этих показателей-факторов.

Дальнейшим шагом на пути упрощения процесса моделирования рекурсивных факторных систем может стать построение матриц связи, моделируемых в систему экономических показателей, в зависимости от вида исходной модели факторной системы и поставленной цели анализа. Такой подход обеспечивает получение определенного набора элементов конечных моделей факторных систем для соответствующего результативного показателя.

Матрица связи призвана в явном виде показать взаимосвязь между показателями-факторами в системе конечных моделей факторных систем анализируемого результативного показателя. В матрицу связи включаются лишь те элементы конечной модели факторной системы, которые способствуют построению неформальных факторных систем, так как в процессе формирования матриц связи обязательно применяются указанные выше правила моделирования. Матрица связи какого-либо обобщающего показателя как бы в сжатом виде отражает возможные направления моделирования рекурсивных факторных систем. Построение набора типовых матриц связи для различных задач и

целей детерминированного факторного анализа во многом упростит построение неформальных факторных систем и тем самым будет способствовать получению достоверных (неискаженных) результатов анализа результирующего показателя.

В качестве примера приведем фрагмент матрицы связи исходной модели факторной системы коэффициента (условия) общей рентабельности (табл. I).

Таблица I

Фрагмент матрицы связи исходной модели факторной системы – коэффициента (уровня) общей рентабельности

Исходная модель факторной системы $R = \frac{P^{б}}{\Phi}$		Элементы модели факторной системы, расположенные в числителе дроби							
		$P^{б}$	Φ	F	$E^{н}$	$N^{р}$	$F^{а}$	и т.д.	
Элементы модели факторной системы, расположенные в знаменателе дроби	$P^{б}$	—							Элементы конечной модели факторной системы
	Φ	R	—	$\frac{F}{\Phi}$	$\frac{E^{н}}{\Phi}$	$\frac{N^{р}}{\Phi}$	$\frac{F^{а}}{\Phi}$		
	F	$\frac{P^{б}}{F}$		—		$\frac{N^{р}}{F}$	$\frac{F^{а}}{F}$		
	$E^{н}$	$\frac{P^{б}}{E^{н}}$			—	$\frac{N^{р}}{E^{н}}$			
	$N^{р}$	$\frac{P^{б}}{N^{р}}$	$\frac{\Phi}{N^{р}}$	$\frac{F}{N^{р}}$	$\frac{E^{н}}{N^{р}}$	—	$\frac{F^{а}}{N^{р}}$		
	$F^{а}$	$\frac{P^{б}}{F^{а}}$				$\frac{N^{р}}{F^{а}}$	—		
	и т.д.							—	
		Элементы конечной модели факторной системы							x_i

Принятые обозначения: $P^{б}$ – балансовая прибыль; Φ – стоимость авансированных производственных фондов $(F+E^{н})$; F – стоимость основных производственных фондов; $E^{н}$ – стоимость нормируемых оборотных фондов; $N^{р}$ – стоимость реализованной товарной продукции; $F^{а}$ – стоимость активной части основных производственных фондов.

В приведенной матрице связи коэффициента общей рентабельности нашли отражение лишь те элементы конечной модели факторной системы, которые встречаются в практике детерминированного экономического анализа и учитывают современную методологию построения экономических показателей.

Элементы конечной модели факторной системы, которые можно получить при заполнении свободных клеток матрицы связи, могут быть использованы для получения факторных моделей со стохастической связью.

Теперь рассмотрим порядок построения конечных моделей факторных систем коэффициента общей рентабельности с использованием элементов конечной модели факторной системы, отраженных в матрице связи.

В соответствии со вторым правилом моделирования конечные модели факторной системы коэффициента общей рентабельности могут быть двух видов: кратные и мультипликативные. Элементы конечной модели факторной системы, образующие кратные модели, расположены ниже диагонали матрицы связи, а при переходе к моделям мультипликативного вида используются элементы матрицы, расположенные над диагональю матрицы связи, так как при этом руководствуются пятым правилом моделирования.

С учетом целей экономического анализа коэффициента (уровня) общей рентабельности можно построить, например, следующую систему конечных моделей факторных систем:

а) $R_a = \dfrac{\dfrac{P^{\delta}}{N^{P}}}{\dfrac{\Phi}{N^{P}}} = \dfrac{x_1}{x_2}$; б) $R_{\delta} = \dfrac{\dfrac{P^{\delta}}{N^{P}}}{\dfrac{F}{N^{P}} + \dfrac{E^{H}}{N^{P}}} = \dfrac{x_1}{x_3 + x_4}$;

в) $R_b = \dfrac{P^{\delta}}{F} \cdot \dfrac{F}{\Phi} = x_5 \cdot x_6$; г) $R_2 = \dfrac{P^{\delta}}{F^{a}} \cdot \dfrac{F^{a}}{F} \cdot \dfrac{F}{\Phi} = x_7 \cdot x_8 \cdot x_6$;

д) $R_g = \dfrac{P^{\delta}}{N^{P}} \cdot \dfrac{N^{P}}{F} \cdot \dfrac{F}{\Phi} = x_1 \cdot x_9 \cdot x_6$;

е) $R_e = \dfrac{P^{\delta}}{N^{P}} \cdot \dfrac{N^{P}}{F^{a}} \cdot \dfrac{F^{a}}{F} \cdot \dfrac{F}{\Phi} = x_1 \cdot x_{10} \cdot x_8 \cdot x_6$ и т. д.

Всего можно построить 12 конечных моделей факторных систем коэффициента общей рентабельности.

При дальнейшем развитии матрицы связи коэффициента (уровня) общей рентабельности набор конечных факторных моделей может быть увеличен в зависимости от поставленной цели анализа по числу анализируемых показателей-факторов. В этой связи следует помнить, что с вводом в исходную модель факторной системы кратного вида объемных показателей в ко-

нечную модель факторной системы всегда будут входить качественные показатели-факторы, независимо от ее вида (кратная или мультипликативная).

Присутствие в системе моделей конечных факторных систем коэффициента общей рентабельности одинаковых показателей-факторов с одинаковой по результатам анализа количественной величиной влияния на результирующий показатель (в соответствии с первым правилом моделирования) может подтвердить предикативность моделей факторных систем. В таком анализе глубина его также достигается, так как в системе конечных моделей факторных систем можно одновременно проанализировать влияние на результирующий показатель сразу 16 факторов, нашедших отражение в фрагменте матрицы связи.

Принцип построения матрицы связи можно применить к любой исходной модели факторной системы кратного вида. Например, при моделировании показателей фондоотдачи, производительности труда, фондовооруженности труда промышленно-производственного персонала и др. Одновременно каждый элемент матрицы связи может быть принят в качестве исходной точки моделирования.

При моделировании аддитивной модели факторной системы, в которой составляющие представляют собой кратные модели факторной системы (качественные экономические показатели), принцип построения матриц связи можно применить к каждому слагаемому аддитивной модели; иначе говоря, можно построить столько матриц связи, сколько элементов (слагаемых) в аддитивной исходной модели факторной системы. В этом случае каждый отдельно взятый элемент аддитивной модели факторной системы должен рассматриваться в качестве исходной точки процесса моделирования рекурсивной факторной модели. Общий результат влияния на результирующий показатель будет складываться из суммы результатов анализа какого-либо варианта конечных моделей факторных систем по каждому элементу исходной аддитивной модели факторной системы.

Описанный принцип построения матриц связи для аддитивных моделей факторных систем нельзя применять для исходных моделей мультипликативного и кратного вида, так как при изолированном моделировании какого-либо элемента модели он приводит к нарушению четвертого правила моделирования. Пре-

небрежение этим правилом приводит к появлению в конечной модели факторной системы поправочных коэффициентов (показателей-факторов), которые не связаны со всеми элементами модели факторной системы, и, значит, по результатам анализа будет получен искаженный результат влияния на результирующий показатель.

Принцип построения матриц связи сохраняется и для моделирования исходной модели факторной системы, в основу которой положен объемный экономический показатель. Во всех случаях моделирования будут конструироваться конечные модели факторной системы мультипликативного вида, состоящие из произведения одного или нескольких качественных показателей-факторов и одного объемного показателя-фактора. Качественные показатели-факторы в матрице связи отражаются ниже и выше диагонали матрицы и последовательно чередуются при формировании конечной модели факторной системы нужного разукрупнения; объемным показателем-фактором принимается тот, который расположен слева или сверху матрицы связи, в зависимости от состава числителя последнего элемента кратной модели факторной системы в конечной мультипликативной модели.

Таким образом, моделирование рекурсивных факторных систем посредством матриц связи, с учетом правил ограничений, позволяет устранить формальный подход в практике моделирования детерминированных связей, а значит, по результатам количественного анализа правильно построенных конечных моделей факторных систем получить достоверные (неискаженные) величины влияния факторов на изменение результативного показателя.

Литература

I. Мересте У. Очерки по индексной теории. – Труды экономического факультета УII. Труды ТГИ. Серия Б, 1969, № 29. 172 с.

2. Экономико-математические методы в анализе хозяйственной деятельности предприятий и объединений /Бутник-Сиверский А.Б., Сайфулин Р.С., Рейлян Я.Р. и др. М., Финансы и статистика, 1982. 200 с.

A. Butnik-Siverskij

Modellieren der rekursiven Faktorsysteme durch die Verbindungsmatrize

Zusammenfassung

Die determinierte Faktoranalyse ist die am meisten verbreitete Art der Analyse auf dem mittleren Niveau der Leitung. Im historischen Aspekt hat sie den Weg von der Analyse der nicht grossen Modelle von Faktorsystemen bis zum Aufbau und zur Analyse der Modelle von Faktorsystemen der grossen Verkleinerung zurückgelegt. Heute wird in der Praxis des Modellierens von determinierten Verbindungen das System der Endmodelle von Faktorsystemen irgendeines allgemeinen Index verwendet. Die Anwendung von Verbindungsmatrizen mit der Berücksichtigung von fünf Regeln der Einschränkungen bei dem Aufbau von rekursiven Faktorsystemen des allgemeinen Index beseitigt die formale Einstellung und gewährleistet den Aufbau von nichtformalen Modellen der Faktorsysteme. In der Praxis der Modellierung von Faktorsystemen gewährleistet die nichtformale Einstellung die Erhaltung von zuverlässigen qualitativen Angaben des Faktoreinflusses auf den Ergebnisindex. Das Prinzip des Aufbaus von Verbindungsmatrizen kann für beliebige Arten des Ausgangmodells des Faktorsystems verwendet werden.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 658.5.011.46(474.2)

М. Саарепера, В. Венсел

ПОСТРОЕНИЕ ФАКТОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ

Общей целью изучения в данной статье является измерение причинных связей между экономическими явлениями посредством матричной модели.

Конкретные цели: I) полносистемное измерение относительных и абсолютных размеров влияния факторов, определяющих уровень или вызывающих изменение одних (результативных) явлений вследствие образования определенного уровня или изменения других (причинных) явлений; 2) изложение аналитической информации в сжатой и удобной для потребителя форме; 3) упрощение и ускорение процесса создания многоэлементных факторных систем с целью превратить факторный анализ в более доступный для повседневного применения в практике анализа и управления промышленностью на разных ее уровнях

При конструировании аналитических индексных матриц авторы исходили из концепции, что экономические показатели и их системы должны быть одновременно конструкциями как экономически логичными, так и математически правильными. Исходя из этой концепции, приходим к следующему выводу: так как элементы поля исходной матрицы представляют собою качественные величины (каждый элемент исходной матрицы - за исключением элементов исходной информации на главной диагонали - это отношение соответствующих двух качественных вели-

чин), то объектом изучения при постановке первичной [1] задачи аналитического характера, которая решается при помощи матричной модели, может также служить только определенная качественная величина. Изучать же, следовательно, при помощи отдельной аналитической матрицы можно одновременно только две материально взаимосвязанных количественных величины. Эти величины должны представлять собою совокупности, которые могут быть на основе определенного признака сгруппированы в частные совокупности; при этом группировка и должна создать предпосылки для измерения размера влияния отдельных факторов на объект первичной аналитической задачи.

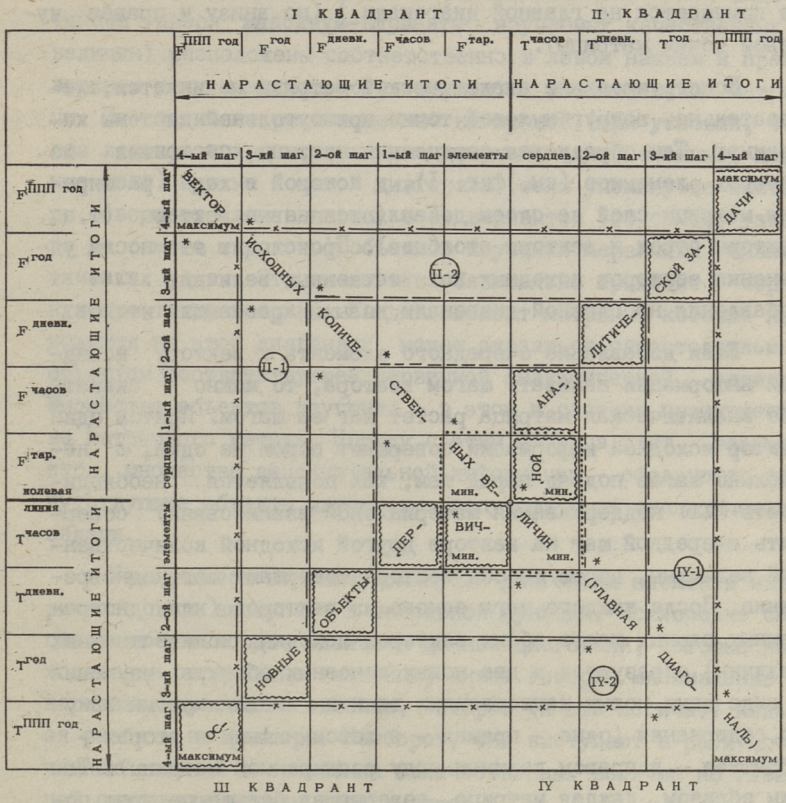
Таким образом, каждая из двух количественных величин в матрице должна быть представлена не через один показатель [2], а в форме многоэлементного вектора, выступающего в виде нарастающего итога. Количество элементов вектора совпадает с количеством частных совокупностей, которые образовались при группировке данного явления.

Если из нулевой точки прямоугольной системы координат (см. фиг. I) двигаться по главной диагонали вверх и налево, то каждый последующий элемент включает в себя предыдущий элемент данной количественной величины и еще "что-то". Это "что-то" и есть очередной фактор, который влияет на изучаемый качественный показатель и в то же время является составным элементом количественной величины. Каждый элемент вектора (нарастающий итог) исходных параметров данной количественной величины должен одновременно I) иметь определенное экономическое содержание и 2) быть материально взаимосвязан с одним из элементов вектора другой экономической величины, которая также участвует в образовании качественных (относительных) величин на поле матрицы.

---

[1] Под первичной задачей аналитического характера мы имеем в виду тот основной вопрос, для изучения которого и сконструирована данная аналитическая индексная матрица, например: какие факторы и в какой степени оказывали влияние на уровень и динамику годовой заработной платы рабочего (работника); на годовую фондоотдачу промышленно-производственных фондов и т.п.

[2] На теории понятия "представитель" в данной статье подробно остановиться не имеем возможности.



- сердцевина матрицы;
- образовавшаяся в результате последующего шага вектора новая матрица;
- * – диагонали первичных качественных факторов;
- $F^{ППП\ год}$ – годовой фонд заработной платы ППП;
- $F^{год}$ – годовой фонд заработной платы рабочих;
- $F^{дневн.}$ – дневной фонд заработной платы рабочих;
- $F^{часов.}$ – часовой фонд заработной платы рабочих;
- $F^{тар.}$ – тарифный фонд заработной платы рабочих;
- $T^{часов}$ – отработано за год рабочими человеко-часов;
- $T^{дневн.}$ – отработано за год рабочими человеко-дней;
- $T^{год}$ – среднегодовое число рабочих;
- $T^{ППП\ год}$ – среднегодовое число ППП.

Фиг. I. Составные части и порядок конструирования аналитической индексной матрицы

По такому же принципу конструируем и вектор исходных параметров для другой количественной величины, которая также помещается на главной диагонали [I] (но внизу и правее нулевой точки матрицы).

Конструирование аналитической матрицы начинается, следовательно, вокруг нулевой точки прямоугольной системы координат. Там образуется сердцевина матрицы, состоящая из четырех элементов (см. фиг. I), к которой в ходе расширения матрицы слой за слоем добавляются новые векторы (т.е. векторы строк и векторы столбцов). Происходит это после удлинения векторов исходных количественных величин, т.е. добавления на главной диагонали новых нарастающих итогов.

Если добавление очередного элемента к вектору исходной информации называть шагом вектора, то можно сказать, что аналитическая матрица растет шаг за шагом. Притом один вектор исходной информации совершает порою не один, а несколько шагов подряд перед тем, как появляется необходимость (для поддерживания материальной взаимосвязи) совершить очередной шаг на векторе другой исходной количественной величины, порою же оба вектора совершают шаг одновременно. После каждого шага одного из векторов (или одновременных парных шагов обоих векторов исходных количественных величин) образуются и два новых основных объекта изучения в виде двух новых качественных величин иного экономического содержания (одна - прямая - в левом нижнем и вторая - обратная - в правом верхнем углу расширенной матрицы). Таким образом, каждая матрица, содержащая больше четырех полевых элементов, одновременно является как бы совокупностью нескольких матриц; такую матрицу можно "чистить", как лук, слой за слоем вплоть до сердцевины. В ходе добавления или удаления слоев (векторов) мы тем самым расширяем или соответственно сокращаем также количество изучаемых факторов и содержание изучаемой качественной величины. Бесконечное расширение изучаемой качественной величины, разумеется, невозможно - явление в определенный момент исчерпает свое содержание (это произойдет в момент, когда нарастающие итоги количественных исходных величин исчерпали все частные совокупности).

[I] Для удобства совершения расчетов следует исходную информацию главной диагонали повторить в головке и в первом столбце матричной таблицы.

Итак, основные объекты первичной аналитической задачи (иначе говоря максимум-варианты изучаемых качественных величин) расположены соответственно в левом нижнем и правом верхнем углу максимального варианта аналитической матрицы. Их соединяет расположенный на прямой (при условии, что оба вектора исходных величин совершают одновременные, парные шаги) или на ломаной диагонали (если упомянутые векторы совершают шаги непарно) всех вариантов (от самого узкого до самого широкого) объектов изучения первичных аналитических задач. Эта диагональ обязательно проходит через нулевую точку матрицы. Каждый элемент матрицы, который находится на этой диагонали, может оказаться самостоятельным объектом соответствующей первичной аналитической задачи. Множество объектов изучения - в этом и состоит преимущество матричного метода. Наряду с этим матрица дает, разумеется, множество дополнительной информации - образуются сопутствующие объекты изучения, сопутствующие аналитические задачи.

Находящиеся на вышеупомянутой диагонали элементы матричного поля выступают в пассивной функции. Исключение составляют только два элемента данной диагонали, которые находятся в сердцевине матрицы, иначе говоря, минимальные варианты изучаемого явления, которые (и это логично) нельзя разбить на факторы. Наоборот, они выступают в роли причинных явлений в отношении количественных величин на главной диагонали исходных параметров.

Вместе с минимальными вариантами изучаемых явлений мы подошли к изучению двух диагоналей, которые располагаются параллельно с главной диагональю. На эти диагонали собраны все первичные качественные факторы [I], которые оказывают влияние на любой элемент данной матрицы, за исключением тех элементов, которые находятся на самих этих диагоналях. Что же касается количественных величин на главной диагонали, то они, в зависимости от постановки аналитической задачи, могут находиться или в активной, или в пассивной функции.

Так как уже сердцевина матрицы содержит пары результативных и причинных явлений, она может (в условиях опреде-

---

[I] Речь идет о тех качественных факторах, размер влияния которых может быть измерен при помощи данной матрицы.

ленной постановки аналитической задачи) быть рассмотрена как самостоятельная матрица с минимально возможным количеством элементов.

Обратим внимание и на следующее. Если рассматривать матрицу как математическую конструкцию, то выясняется, что любой элемент, кроме элементов главной и двух параллельных диагоналей, может быть в принципе рассмотрен как ведущий элемент (см. с. 92) соответствующего прямоугольного треугольника и, следовательно, стать изучаемой качественной величиною (объектом анализа). Если же рассматривать матрицу как конструкцию логическую, то материально не взаимосвязанные качественные величины на поле матрицы вряд ли могут представлять интерес в роли самостоятельных объектов факторного анализа.

Первичные качественные факторы (иначе - главные элементы поля эффективности) любого объекта изучения находятся на той части длинной гипотенузы бо́льшего треугольника[I], которая оказывается между катетами образовавшегося прямоугольного треугольника.

Графически матрица разделяется и на четыре квадранта (см. фиг. I).

II квадрант является квадрантом числителей тех прямых качественных величин, которые сами размещены в III квадранте, и в то же время квадрантом знаменателей находящихся в I квадранте обратных качественных величин.

IУ квадрант является, с одной стороны, квадрантом знаменателей прямых качественных величин из III квадранта и квадрантом числителей обратных качественных величин из I квадранта.

II квадрант по своему содержанию разделяется на два треугольника: II-2 - это своеобразный треугольник структуры той количественной величины, которая разными своими вариантами представлена во II квадранте; и II-I, который является треугольником как бы относительных величин интенсивности представленных во II квадранте вариантов количественной величины.

[I] По главной диагонали матрица разделяется на два треугольника.

На гипотенузе треугольника II-I (параллель главной диагонали) собраны первичные качественные факторы, связанные с числителями качественных величин из III квадранта; те же первичные факторы при их перемножении образуют соответствующие количественные величины в треугольнике II-I.

На гипотенузе треугольника II-2 собраны первичные качественные факторы, связанные с обратными качественными величинами I квадранта: они вытекают из структуры знаменателей этих качественных величин; одновременно те же факторы определяют образование величин из треугольника II-2.

IУ квадрант также состоит из двух треугольников: IУ-2, то есть треугольника структуры количественного явления, представленного в IУ квадранте; и IУ-I, который является треугольником "емкостей" отдельных вариантов, представленных в IУ квадранте количественной величины.

На гипотенузе треугольника IУ-I собраны первичные качественные факторы, влияющие и на обратные качественные величины I квадранта (через их числители) и одновременно выступающие как первичные качественные факторы количественных величин из данного треугольника.

Гипотенуза треугольника IУ-2 - это, во-первых, факторы, влияющие на качественные величины III квадранта (связанные со структурой их знаменателей) и, во-вторых, факторы, влияющие на качественные величины самого треугольника IУ-2. Отметим, что относительные величины в треугольнике IУ-2 являются, собственно, относительными величинами структуры, хотя распознать их в такой роли порою трудно - эти же показатели могут быть истолкованы и иначе.

Из вышеизложенного следует, что при помощи аналитической матрицы можно одновременно изучать причинные связи только двух крупных экономических явлений[I]. С точки зрения конструкции матрицы на полевых линиях должны всегда соприкасаться минимум-варианты представителей этих явлений.

[I] Таких крупных явлений, на наш взгляд, четыре: рабочая сила, основные фонды, оборотные фонды и фонды обращения продукции.

Если же нашей целью является последовательное изучение причинных связей нескольких пар количественных величин, то для этого существуют, на наш взгляд, следующие два приема:

а) для каждой пары крупных явлений следует конструировать самостоятельные аналитические матрицы. Например, для изучения таких явлений как продукция – рабочая сила – основные фонды нужно конструировать три отдельных матрицы: I) продукция – рабочая сила: это матрица выработки и удельного расхода рабочей силы; 2) основные фонды – рабочая сила: это матрица фондовооруженности и прикрепленности рабочей силы к основным фондам; 3) продукция – основные фонды: это матрица фондоотдачи и фондоемкости основных фондов;

б) соединить в одно матричное поле изучение трех количественных экономических явлений таким образом, чтобы одно явление из трех изучаемых (среднее) было представлено в виде только одноэлементного вектора исходной информации; например, при изучении явления продукция – рабочая сила – основные фонды среднее явление, т.е. рабочая сила должна быть представлена только одной количественной неструктурированной величиной.

Если же в векторах исходной информации представлены многие экономические явления, то в таком случае налицо сводная матрица, которая имеет несколько сердцевин, несколько двухэлементных диагоналей исходной информации, несколько двухэлементных диагоналей объектов первичной аналитической задачи. Но в то же время в ней отсутствует пара общих для всех собранных в одно поле матрицы изучаемых качественных величин, которые были бы в прямой причинной зависимости от элементов на параллелях главной диагонали.

Первая попытка построить аналитическую матрицу для изучения двух крупных количественных величин сделана в 1983 году[1]. В ходе конструирования матрицы появилась и гипотеза[2] о том, что между всеми клетками матричной таблицы (элемен-

---

[1] Саарепера М. Факторный анализ фондоотдачи промышленно-производственных основных фондов. Рукопись промежуточного отчета хоздоговорной научно-исследовательской работы ТПИ 1983, № 222, с. 60.

[2] Там же, с. 9.

тами матричной модели) существуют постоянные (математические) взаимосвязи. К настоящему времени основные из этих взаимосвязей описаны и изложены в следующей части данной статьи, где показывается, что матричная концепция позволяет автоматически построить многофакторные системы для решения различных задач аналитического характера.

Пусть наблюдением охвачены n количественных (объемных) экономических показателей Q_i $(i = 1,2,\ldots,n)$, на основе которых можно исчислить $n(n-1)$ качественных показателей $x_{ij} = Q_j/Q_i$ $(i,j = 1,2,\ldots,n;\ i \neq j)$. Если исходный вектор количественных показателей $q_y = \{Q_i\}$ упорядочен по какому-то принципу, то исчисленные качественные показатели образуют квадратную матрицу $X = \{x_{ij}\}$, которая называется матрицей эффективности.

Матрица X имеет некоторые присущие ей свойства, которые и создают методологические предпосылки для построения факторных систем. Во-первых, в отношении главной диагонали симметрично расположенные элементы являются по отношению друг к другу обратными величинами, т.е. $x_{ij} = 1/x_{ji}$ $(i \neq j)$. Следовательно, упорядоченная матрица X состоит из двух треугольных матриц размерами $(n-1) \times (n-1)$, которые являются "зеркальным отражением" друг друга. Последние образуют соответственно поле эффективности $E = \{x_{ij}\}$, $(i > j)$, содержащее прямые показатели эффективности, и обратное поле эффективности $P = \{x_{ij}\}$, $(i < j)$, содержащее обратные показатели эффективности.

Во-вторых, матрица X состоит из линейно-зависимых вектор-строк и вектор-столбцов. Следовательно, все элементы поля эффективности (или обратного поля эффективности), которые не находятся на главной диагонали матрицы E (или матрицы P), выражаются как произведения соответствующих элементов главной диагонали $(i > j)$

$$x_{ij} = x_{j+1,j}\, x_{j+2,j} \cdots x_{i-1,i-2}\, x_{i,i-1} = \prod_{m=j}^{i-1} x_{m+1,m}. \qquad (I)$$

Независимые элементы поля эффективности и обратного поля эффективности расположены на главных диагоналях матриц E и P. Поэтому такие элементы назовем главными элементами соответственно полю эффективности и обратному полю эффективно-

сти. Произведение всех главных элементов поля эффективности можно назвать ведущим элементом поля эффективности

$$x_{n1} = x_{21}\,x_{32}\,\cdots\,x_{n-1,n-2}\,x_{n,n-1} = \prod_{m=1}^{n-1} x_{m+1,m} \qquad (2)$$

и произведение всех главных элементов обратного поля эффективности - ведущим элементом обратного поля эффективности,

$$x_{1n} = x_{12}\,x_{23}\,\cdots\,x_{n-1,n-1}\,x_{n-1,n} = \prod_{m=1}^{n-1} x_{m,m+1}\,. \qquad (3)$$

При решении конкретных задач аналитического характера целесообразно на основе количественных показателей, характеризующих результат производственного процесса и использование одного производственного ресурса, составлять матрицы эффективности и треугольные матрицы E и P. При этом составляемые матрицы должны быть упорядоченными, т.е. исходные количественные показатели должны быть определенным образом ранжированы. В то же время образование логичных и экономически интерпретируемых факторных систем является критерием обоснованности ранжировки исходных показателей.

Постановку задачи анализа можно сформулировать следующим образом: построить факторную систему, позволяющую установить влияние какого-то элемента (качественного показателя) поля (или обратного поля) эффективности на другой элемент (качественный показатель). Так как все элементы поля или обратного поля эффективности выражаются через главные элементы, то последние и являются связующими звеньями при построении соответствующих факторных систем.

Допустим, что нас интересует, например, связь между элементами x_{ij} $(i,j=1,2,\ldots,n;\ i>j)$ и $x_{i-k,j}$ $(k=1,2,\ldots)$ поля эффективности. Оба элемента можно выразить как произведение соответствующих главных элементов поля эффективности:

$$x_{ij} = x_{j+1,j}\,x_{j+2,j+1}\,\cdots\,x_{i-k,i-k-1}\,x_{i-k+1,i-k}\,\cdots \qquad (4)$$
$$\cdots\,x_{i-1,i-2}\,x_{i,i-1}\,;$$

$$x_{i-k,j} = x_{j+1,j}\,x_{j+2,j+1}\,\cdots\,x_{i-k,i-k-1}\,. \qquad (5)$$

При делении и умножении (4) на (5) получаем

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}x_{i-\kappa,j}}{x_{i-\kappa,j}} = x_{i-\kappa,j}\, x_{i-\kappa+1,i-\kappa}\cdots x_{i-1,i-2}x_{i,i-1} =$$

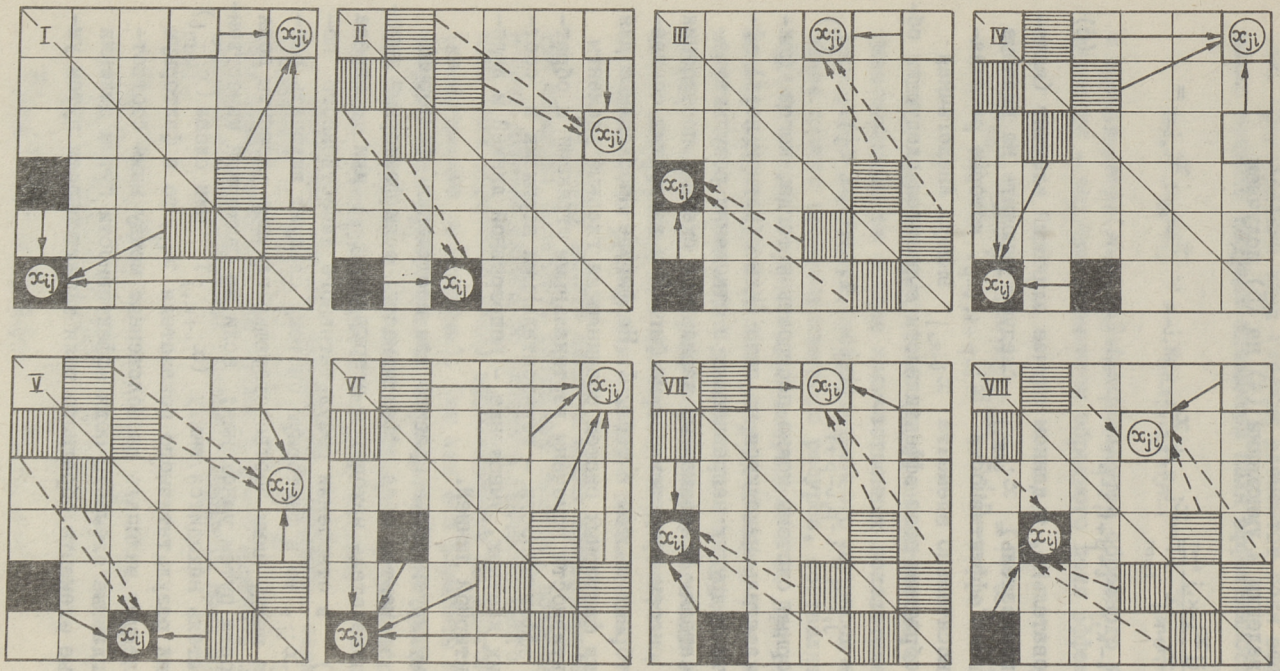
$$= x_{i-\kappa,j}\, x_{i-p+1,i-p}; \quad (p=1,2,\ldots,\kappa). \tag{6}$$

Следовательно, в данном случае влияющий элемент (качественный показатель) $x_{i-\kappa,j}$ следует умножить на главные элементы поля эффективности $x_{i-p+1,i-p}$, которые располагаются относительно элемента $x_{i-\kappa,j}$ внизу. Аналогичная связь на обратном поле эффективности выразится следующим образом:

$$x_{ji} = x_{j,i-\kappa}\, x_{i-p,i-p+1}; \quad (i,j=1,2,\ldots,n;\ i<j). \tag{7}$$

Факторные системы можно построить и тогда, когда факторный показатель находится на поле (или обратном поле) эффективности в других направлениях в отношении результативного показателя. Всевозможные варианты и схемы построения факторных систем представлены на фиг. 2 и алгоритмы составления факторных систем в табл. I. На фигуре необходимые для образования факторных систем соединяющие главные элементы поля эффективности помечены вертикальными штрихами и обратного поля эффективности - горизонтальными штрихами в соответствующих клетках, умножение - непрерывной линией и деление - пунктирной линией.

Сформулируем общее правило для построения факторных систем по элементам поля эффективности: если факторный качественный показатель находится вверху ($x_{i-\kappa,j}$) или справа ($x_{i,j+l}$) в отношении результативного качественного показателя x_{ij}, то в факторную систему следует включать расположенные между ними соответствующие главные элементы поля эффективности путем умножения; если же факторный качественный показатель находится внизу ($x_{i+\kappa,j}$) или слева ($x_{i,j-l}$) в отношении результативного показателя x_{ij}, то в факторную систему следует включать расположенные между ними соответствующие главные элементы поля эффективности путем деления или главные элементы обратного поля эффективности путем умножения.



Фиг. 2. Схема построения факторных систем.

Таблица I

Алгоритмы составления факторных систем

Связанные элементы и направление связи	Формулы связи ($p = 1,2,\ldots,k$; k – число сдвигов рядов; $q = 1,2,\ldots,l$; l – число сдвигов столбцов
1	2
1.1. $x_{i-k,j} \downarrow x_{ij}$	$x_{ij} = x_{i-k,j} \quad x_{i-p+1,i-p}$
1.2. $x_{j,i-k} \rightarrow x_{ji}$	$x_{ji} = x_{j,i-k} \quad x_{i-p,i-p+1}$
2.1. $x_{i,j-1} \rightarrow x_{ij}$	$x_{ij} = \dfrac{x_{i,j-1}}{x_{j-q+1,j-q}} = x_{i,j-1} \quad x_{j-q,j-q+1}$
2.2. $x_{j-1,i} \downarrow x_{ji}$	$x_{ji} = \dfrac{x_{j-1,i}}{x_{j-q,j-q+1}} = x_{j-1,i} \quad x_{j-q+1,j-q}$
3.1. $x_{ij} \uparrow x_{i+k,j}$	$x_{ij} = \dfrac{x_{i+k,j}}{x_{i+p,i+p-1}} = x_{i+k,j} \quad x_{i+p-1,i+p}$
3.2. $x_{ji} \leftarrow x_{j,i+k}$	$x_{ji} = \dfrac{x_{j,i+k}}{x_{i+p-1,i+p}} = x_{j,i+k} \quad x_{i+p,i+p-1}$
4.1. $x_{ij} \leftarrow x_{i,j+1}$	$x_{ij} = x_{i,j+1} \quad x_{j+q,j+p-1}$
4.2. $x_{ji} \uparrow x_{j+1,i}$	$x_{ji} = x_{j+1,i} \quad x_{j+q-1,j+q}$
5.1. $x_{i-k,j-1} \searrow x_{ij}$	$x_{ij} = \dfrac{x_{i-k,j-1} \; x_{i-p+1,i-p}}{x_{j-q+1,j-q}} = x_{i-k,j-1} \quad x_{i-p+1,i-p} \quad x_{j-q,j-q+1}$

I	2
5.2. $x_{j-1,i-k} \searrow x_{ji}$	$x_{ji} = \dfrac{x_{j-1,i-k}\ x_{i-p,i-p+1}}{x_{j-q,j-p+1}} = x_{j-1,i-k}$ $x_{i-p,i-p+1} \qquad x_{j-q+1,j-q}$
6.1. $x_{i-k,j+1} \swarrow x_{ij}$	$x_{ij} = x_{i-k,j+1} \quad x_{j+q,j+q-1} \quad x_{i-p+1,i-p}$
6.2. $x_{ji} \nwarrow x_{j+1,i-k}$	$x_{ji} = x_{j+1,i-k} \quad x_{j+q-1,j+q} \quad x_{i-p,i-p+1}$
7.1. $x_{ij} \nwarrow x_{i+k,j+1}$	$x_{ij} = \dfrac{x_{i+k,j+1} \quad x_{j+q,j+q-1}}{x_{i+p,i+p-1}} = x_{i+k,j+1}$ $x_{j+q,j+q-1} \qquad x_{i+p-1,i+p}$
7.2. $x_{ji} \nwarrow x_{j+1,i+k}$	$x_{ji} = \dfrac{x_{j+1,i+k} \quad x_{j+q-1,j+q}}{x_{i+p-1,i+p}} = x_{j+1,i+k}$ $x_{j+q-1,j+q} \qquad x_{i+p,i+p-1}$
8.1. $x_{ij} \nearrow x_{i+k,j-1}$	$x_{ij} = \dfrac{x_{i+k,j-1}}{x_{j-q+1,j-q} \quad x_{i+p,i+p-1}} = x_{i+k,j-1}$ $x_{j-q,j-q+1} \qquad x_{i+p-1,i+p}$
8.2. $x_{j-1,i+k} \swarrow x_{ji}$	$x_{ji} = \dfrac{x_{j-1,i+k}}{x_{j-q,j-q+1,} \quad x_{i+p-1,i+p}} = x_{j-1,i+k}$ $x_{j-q+1,j-q} \qquad x_{i+p,i+p-1}$

Аналогичные, но только обратные связи существуют и между элементами обратного поля эффективности. На фиг. 2 исследуемые элементы поля эффективности обозначены черными клетками, а элементы обратного поля эффективности - белыми клетками.

При построении многофакторных систем сохраняется разумеется, возможность соединения расположенных рядом элементов. Так, например,

$$x_{i-k+1,i-k} \cdots x_{i-1,i-2} x_{i,i-1} = x_{i,i-k};$$

$$x_{i-1,i-2}\, x_{i,i-1} = x_{i,i-2}$$

и т.д.

M. Saarepera, V. Vensel

The Bases of Constructing Factor Systems on the Ground of Matrix Conception

Summary

The paper deals with the methodological problems of constructing multifactoral factor systems on the grounds of matrix conception. The principles of constructing analytical matrices are represented and graphically illustrated. The connections between the elements of the field of efficiency are also represented (in the form of calculation algorithms and graphically).

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 658.5II.0I2.I22

М. Орвет

МАТРИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ С УЧЕТОМ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ

Экономические системы, как известно, относятся к числу наиболее сложных. Отсюда проистекает и сложность задачи их моделирования. Практически еще невозможно достоверно описать все внутренние процессы в сверхсложных системах. Но даже при наличии такой возможности надо иметь в виду, что чрезмерно детальное описание иногда может только затмить главную суть дела. Эти обстоятельства привели к разработке в кибернетике специфического метода функционального исследования системы - т.н. метода "черного ящика". Учитывая тенденции к увеличению самостоятельности производственных подразделений, наблюдаемые в последние годы, вполне обоснованным представляется переход в некоторых случаях от тщательного анализа внутренних процессов производственной организации к исследованию ее в виде "черного ящика", имея в виду исследование позиции вышестоящей организации.

Матричную модель в известном смысле можно рассматривать как основывающуюся на методе "черного ящика". В отличие от других математических моделей, применяемых для описания экономических систем, матричная модель охватывает более обширный круг входных и выходных характеристик системы, исследуя возможные парные взаимоотношения между ними.[I] На данном уровне разработки матричной модели она используется в основном для оценки производственно-хозяй-

---

I См.: Мересте У. Очерки по индексной теории. - Труды экономического факультета УП. Труды ТПИ. Серия Б, 1969, № 29, с. I5I-I66.

ственной деятельности промышленных объединений (предприятий). Делается попытка сравнения разных предприятий между собой, чтобы установить какое из них работает лучше, эффективнее. При этом все предприятия формально рассматриваются как равноценные, без учета их особенностей, достигнутого уровня.

Здесь разработчики матричной модели явно забежали вперед, отрываясь от основной, первичной задачи анализа. По словам Терехова Л.Л. "... цель анализа системы - возможно более полное познание закономерностей их функционирования при существующей, заданной их структуре".[I]

В связи с этим автор ставит своей задачей изложить первые результаты соответствующего анализа, проведенного с помощью матричной модели. Объектом анализа являются закономерности экономического развития предприятий легкой промышленности Эстонской ССР. Период анализа с 1970 года по 1983 год. В качестве исходных данных рассматриваются 6 входных и 2 выходных параметра предприятия как "черного ящика" экономической системы.

Для уточнения постановки анализа сначала рассмотрим упрощенную матрицу размерностью 4x4 (табл. I).

Таблица I

Исходная матрица (упрощенная)

Параметры		а	б	в	г
		I	2	3	4
а	I	xxxxxxxxxx	б : А	в : а	г : а
б	2	а : б	xxxxxxxxxx	в : б	г : б
в	3	а : в	б : в	xxxxxxxxxx	г : в
г	4	а : г	б : г	в : г	xxxxxxxxxx

Под главной диагональю расположены шесть элементов матрицы, представляющие собою парные отношения по всем рассматриваемым входным и выходным параметрам условно исследуемой системы. Так как над главной диагональю размещаются их обратные величины, то ими в данном анализе можно пренебречь.

[I] Терехов Л.Л. Кибернетика для экономистов. М., Финансы и статистика, 1983.

При обращении к такой матрице, на наш взгляд, сначала необходимо выяснить, в каких динамических взаимосвязях будут меняться элементы матрицы.

Например, нам известна тенденция снижения фондоотдачи в связи с ростом фондовооруженности труда при одновременном росте производительности труда, а также в связи с ростом фондовооруженности труда и некоторые другие.

С целью выявления аналогичных тенденций и динамических взаимосвязей между всеми элементами исходной матрицы построим новую матрицу, которую назовем функциональной матрицей (табл. 2).

Исходные характеристики (x, y) функциональной матрицы представляют собою элементы исходной матрицы (табл. I), а элементами являются функциональные их связи. Например, функция f_{2I} (а : в) описывает взаимосвязь между отношениями (а : в) и (а : б). Или конкретнее:

$$\frac{ТОВ}{ОФ} = f\left(\frac{ОФ}{ППП}\right)$$

где: ТОВ – товарная продукция;
ОФ – основные производственные фонды;
ППП – промышленно-производственный персонал;
$\frac{ТОВ}{ОФ}$ – фондоотдача;

$\frac{ОФ}{ППП}$ – фондовооруженность труда.

Конечно, не все элементы функциональной матрицы могут и должны быть определенными функциями. Задача предварительного анализа в том и заключается, чтобы выявить существование (или отсутствие) определенных связей между относительными характеристиками экономической системы.

Тенденции изменения этих связей в течение более длительного времени характеризуют, по нашему мнению, не столько внутренние особенности системы, сколько внешние, непосредственно не зависящие от функционирования системы факторы. Например, общая тенденция снижения фондоотдачи обусловливается главным образом опережающим ростом стоимости новых производственных мощностей по сравнению с ростом их производительности. При этом, естественно, неправомерно счи-

Таблица 2

Функциональная матрица

x \ y		1 (а : б)	2 (а : в)	3 (а : г)	4 (б : в)	5 (б : г)	6 (в : г)
а : б	I	xxxxxxxxxxx					
а : в	2	$а:б=f_{2I}(а:в)$	xxxxxxxxxxx				
а : г	3	$а:б=f_{3I}(а:г)$	$а:в=f_{32}(а:г)$	xxxxxxxxxxx			
б : в	4	$а:б=f_{4I}(б:в)$	$а:в=f_{42}(б:в)$	$а:г=f_{43}(б:в)$	xxxxxxxxxxx		
б : г	5	$а:б=f_{5I}(б:г)$	$а:в=f_{52}(б:г)$	$а:г=f_{53}(б:г)$	$б:в=f_{54}(б:г)$	xxxxxxxxxxx	
в : г	6	$а:б=f_{6I}(в:г)$	$а:в=f_{62}(в:г)$	$а:г=f_{63}(в:г)$	$б:в=f_{64}(в:г)$	$б:г=f_{65}(в:г)$	xxxxxxxxxxx

тать снижение фондоотдачи отрицательным показателем функционирования самой системы, в которой эти производственные мощности используются. Иное дело, если снижение фондоотдачи на предприятии происходит быстрее общей тенденции. Это говорит об ухудшении использования производственных мощностей по сравнению с возможным. И наоборот, замедление снижения показателя фондоотдачи говорит об определенной работе по улучшению использования производственных мощностей.

Аналогично должна происходить и оценка деятельности экономической системы по другим показателям функциональных связей.

Обращая внимание на элементы функциональной матрицы (табл. 2), находящиеся непосредственно под главной диагональю, мы видим, что:

$(а:б)=f_{21}(а:в)$; $(а:в)=f_{32}(а:г)$; $(а:г)=f_{43}(б:в)$;
$(б:в)=f_{54}(б:г)$; $(б:г)=f_{65}(в:г)$.

Таким образом можно сформулировать эталонный функциональный ряд элементов исходной матрицы:

$а:б=f_{21}(а:в)$;

а:в заменим на $f_{32}(а:г)$, получим

$а:б=f_{21}\{f_{32}(а:г)\}$;

а:г заменим на $f_{43}(б:в)$, получим

$а:б=f_{21}[f_{32}\{f_{43}(б:в)\}]$;

и т.д. до:

$$а:б=f_{21}\{f_{32}[f_{43}[f_{54}\{f_{65}(в:г)\}]]\}.$$

Отклонение фактических рядов от эталонного (общей тенденции), может быть одним из вариантов оценки эффективности функционирования экономической системы. Для оценки деятельности конкретного производственного объединения (предприятия) необходимо построить региональный эталонный функциональный ряд, например, эталонный функциональный ряд Минлегпрома ЭССР для оценки деятельности предприятий легкой промышленности Эстонской ССР.

Для оценки деятельности региональной экономической системы надо разработать уже эталонный функциональный ряд экономической системы более высокого уровня, например, эталонный функциональный ряд Минлегпрома СССР для оценки деятельности легкой промышленности отдельных республик.

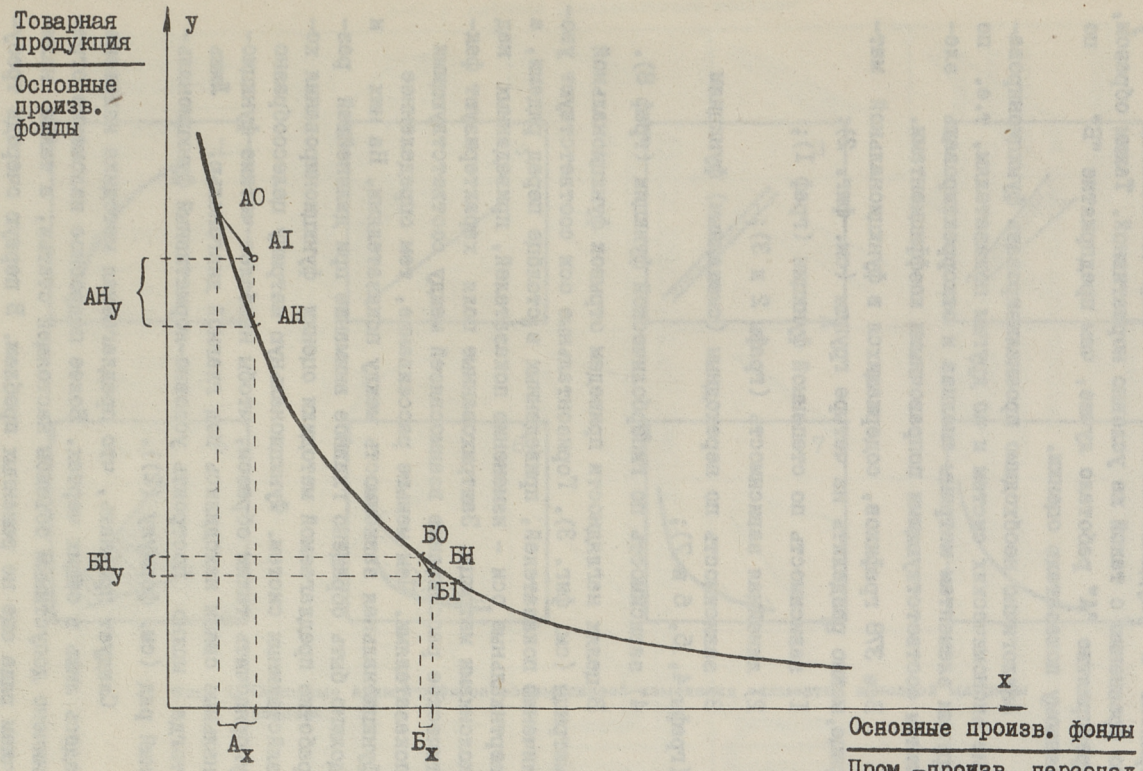
Очевидно целесообразно разрабатывать функциональные ряды отдельно по разным подотраслям (имеются в виду подотрасли легкой промышленности), поскольку используемые в подотраслях производственные мощности, сырье и материалы, а также организация труда во многом отличаются друг от друга.

Автором разработана функциональная матрица легкой промышленности Эстонской ССР размерностью 28x28, содержащая 378 графиков взаимосвязанных изменений элементов исходной матрицы. Рассмотрим наиболее характерную из них: "Изменение фондоотдачи в зависимости от изменения фондовооруженности труда"(фиг. I).

Из графика на фиг. I видно, что при увеличении фондовооруженности происходит снижение фондоотдачи по гиперболической функции. Системы (предприятия, министерства и т.д.), имеющие разные уровни фондовооруженности, имеют соответственно и разные потенциальные возможности изменения фондоотдачи.

Допустим, что предприятие "А" имеет уровень фондовооруженности и фондоотдачи, соответствующий на графике (фиг. I) пункту А0 и предприятие "Б" соответственно - Б0. Через определенное время, с ростом фондовооруженности у обоих предприятий снижается фондоотдача, допустим, на I0 процентов. По действующей методике анализа и оценки производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий результативность обоих предприятий по фондоотдаче считалась бы равнозначной. По предлагаемому нами подходу снижение фондоотдачи таких двух предприятий будет оцениваться по-разному.

По распространенной, считающейся нормальной (эталонной) тенденции развития предприятие "А" могло бы снизить фондоотдачу до уровня АН. В действительности произошло снижение только до уровня АI. Стало быть, предприятие "А" условно улучшило свой показатель фондоотдачи на $\Delta АН_у$ по



Фиг. 1. Изменение фондоотдачи в зависимости от изменения фондовооруженности труда.

сравнению с принятой за нормативную. В то же время предприятие "Б" ухудшило свой показатель фондоотдачи на $\Delta Б_у$ по сравнению с такой же условно нормативной. Таким образом, предприятие "А" работало лучше, чем предприятие "Б" по данному показателю оценки.

Аналогично необходимо проанализировать функционирование экономических систем и по другим показателям, т.е. по другим элементам матрицы анализа и откорректировать элементы соответствующими поправочными коэффициентами.

Все 378 графиков, содержащихся в функциональной матрице, можно разделить на четыре группы (см. фиг. 2):

I) зависимость по степенной функции (граф I);

2) линейная зависимость (графы 2 и 3);

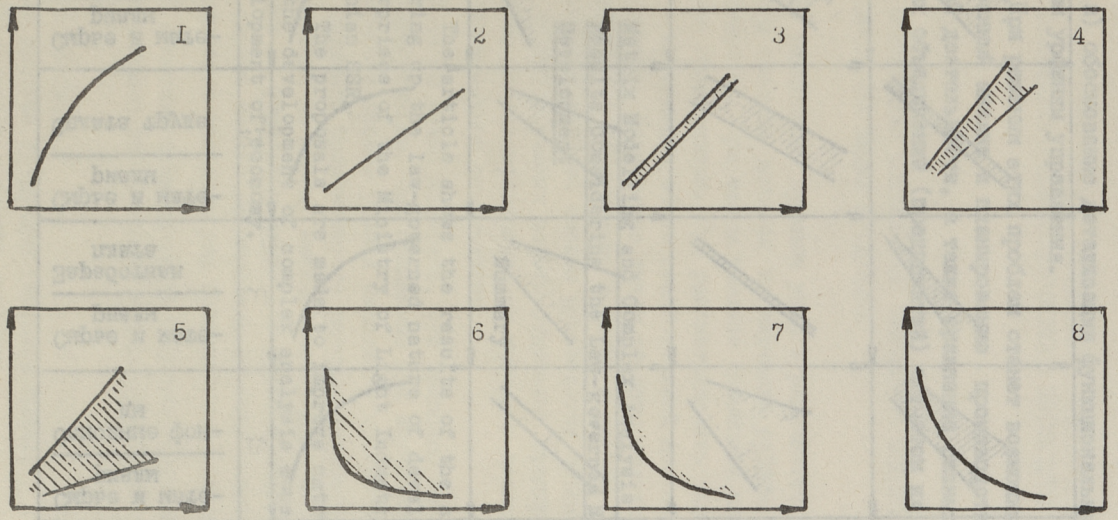
3) зависимость по переходным (смешанным) функциям (графы 4, 5, 6 и 7);

4) зависимость по гиперболической функции (граф 8).

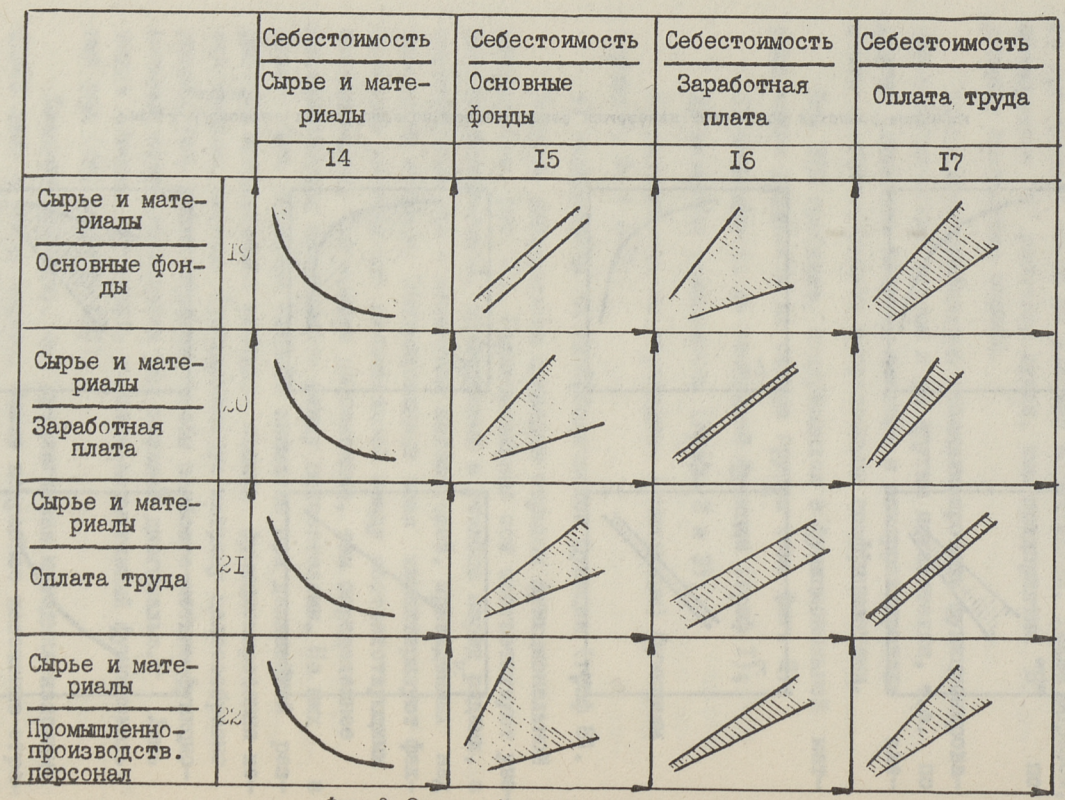
В целях наглядности приведем отрывок функциональной матрицы (см. фиг. 3). Горизонтальные оси соответствуют увеличению показателей, приведенных в столбце перед рядами, а вертикальные оси - изменению показателей, приведенных над колонками матрицы. Заштрихованные поля характеризуют фактическое рассеивание взаимосвязей между соответствующими показателями. Чем меньше рассеивание, тем определеннее функциональная зависимость между показателями. На них и должно быть обращено главное внимание при дальнейшей разработке предлагаемой методики оценки функционирования хозяйственных систем. Функциональную матрицу целесообразно упорядочить таким образом, чтобы наиболее четкие функциональные связи находились под главной диагональю. Лишь тогда можно построить условно-нормативный функциональный ряд (см. формулу (2)).

Следует признать, что предлагаемая методика изложена здесь лишь в общих чертах. Более подробное изложение ограничено допустимым объемом настоящей статьи, а также наличием ряда еще не решенных проблем. В первую очередь требуют решения:

а) математические формулировки функциональных связей;



Фиг. 2. Основные виды графиков взаимосвязей изменения элементов исходной матрицы анализа.



Фиг. 3. Отрывок функциональной матрицы.

б) определение приоритетов ("весов") элементов исходной матрицы и функциональных связей между ними;

в) обоснование детализации функциональных матриц по разным уровням управления.

При решении этих проблем станет возможным более обоснованный анализ и планирование производственно-хозяйственной деятельности, а также сравнение разных производственных объединений (предприятий) с учетом их особенностей.

M. Orvet

Matrix Modelling and Complex Analysis of Economic Results Considering the Law-governed Nature of Development

Summary

The article shows the results of the analysis for clearing up the law-governed nature of development in the enterprises of the Ministry of Light Industry in the Estonian SSR.

The proposals are made to improve matrix modelling for the development of complex analysis considering the development of economy.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 338.003.13

А. Роот

РАСШИРЕННЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПО ВИДАМ ПРОДУКЦИИ

До настоящего времени упор в разработке методики комплексного анализа делался на изучение работы объединений (министерств). При таком анализе единицами нижнего уровня являлись предприятия. Они рассматривались как определенные целые - информацию об их хозяйственной деятельности не детализировали. Получаемые таким образом аналитические выводы относятся к объединению в целом и поэтому в основном представляют интерес именно руководству объединения. С точки зрения изучения работы отдельных предприятий анализ на основе высокоагрегированных исходных данных как бы не дает значительных результатов.

В то же время известно, что принципы комплексного анализа универсальны. Они применимы при изучении хозяйственной деятельности любого уровня народного хозяйства. Для того, чтобы повысить применяемость рассматриваемого метода на предприятиях по нашему мнению необходимо исходить из информации по отдельным видам (по группам видов) продукции. В таком случае анализ приобретает некоторые специфические черты и вместе с тем дает ряд принципиально новых результатов.

В качестве примера изучим матричную модель со следующими исходными параметрами, определяемыми на единицу продукции:

1) прибыль;
2) валовая продукция (оптовая цена);
3) зарплата основных рабочих;
4) рабочее время.

На основе выбранных количественных показателей получаем следующую ключевую матрицу:

Таблица I

Ключевая таблица результатов хозяйствования[I]

Числитель / Знаменатель	Прибыль γ_1	Валовая продукция γ_2	Зарплата γ_3	Рабочее время γ_4
Прибыль α_1	I,0	β_{12} Закрепленность продукции за прибылью	β_{13} Закрепленность зарплаты за прибылью	β_{14} Закрепленность рабочего времени за прибылью
Валовая продукция α_2	β_{21} Рентабельность валовой продукции	I,0	β_{23} Зарплатоемкость	β_{29} Трудоемкость
Зарплата α_3	β_{31} Зарплатоотдача	β_{32} Зарплатоотдача	I,0	β_{34} Закрепленность времени за зарплатой
Рабочее время α_4	β_{41} Рентабельность рабочего времени	β_{42} Выработка	β_{43} Средняя часовая зарплата	I,0

В матрице образуется I2 двухфакторных факторных систем в общем виде

$$\alpha_i \beta_{ij} = \gamma_j , \qquad (I)$$

которые традиционно применяются в экономическом анализе. При этом они являются основой матричного комплексного анализа. Исходя из факторных систем (I), с помощью индексного метода и метода цепных подстановок можно определить относительные и абсолютные влияния всех количественных факторов α_i на каждое результативное явление γ_j, а также влияние показателей β_{ij} на γ_j.

[I] В состав модели входят некоторые отношения, называемые разными терминами в зависимости от того, идет ли речь о единице продукции или же о продукции в целом. В матрице приведены термины, применяемые в связи с продукцией в целом.

Предположим, что продукция предприятия состоит из трех видов, по которым известны следующие данные

Таблица 2

Физический объем продукции и количественные показатели в расчете на единицу продукции

Вид продукции	Физический объем (шт.)		Прибыль		Оптовая цена		Зарплата		Рабочее время	
	q_0	q_1	α_{10}	α_{11}	α_{20}	α_{21}	α_{30}	α_{31}	α_{40}	α_{41}
А	I0000	I4000	I4	I8	90	88	I4	I3	I0	9,5
Б	6000	7000	7,0	6,5	60	60	4	4	5	4,5
В	8000	6000	I2	I3	72	68	22	20	I0	9,5

Если, исходя из приведенных данных, провести анализ по методике, применяемой на уровне объединения, то результаты полной аналитической программы следовало бы представить в табуляграмме с I3 аналитическими матрицами (табл. 3)[I].

В случаях, когда применяется информация в разрезе видов продукции, программу анализа можно расширить. Для углубления анализа представляют интерес матрицы М-2 и М-6.

Элементы матрицы индексов количественного фактора характеризуют влияние показателей α_i на результативные явления γ_j. Если изучать влияние какого-то одного α_i на γ_j вместе с соответствующим качественным показателем β_{ij}, но отдельно от других факторов α_i, то при осмыслении элементов матрицы не возникает трудностей. Например, индексы, стоящие в первом столбце матрицы М-2 следовало бы интерпретировать следующим образом:

I) I,II07 - за счет изменения валовой продукции прибыль увеличилась на II,07 %;

2) I,0664 - за счет изменения зарплаты прибыль увеличилась на 6,64 %;

3) I,0745 - за счет изменения использованного рабочего времени прибыль увеличилась на 7,45 %.

[I] Учитывая ограниченный объем статьи, рассмотрим только индексные матрицы.

Таблица 3

Табуляграмма результатов анализа хозяйственной деятельности предприятия

М-I $\{J_\gamma\}$ индексы результативного явления

γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
I,3507	I,I220	0,9706	I,0548

М-2 $\{J_\alpha\}$ индексы количественного фактора

I,0000	I,3497	I,2382	I,32I4
I,II07	I,0000	I,0I29	I,0882
I,0664	0,0800	I,000	I,0454
I,0745	I,08I4	0,9906	I,0000

М-3 $\{J_\beta\}$ индексы качественного фактора

I,0000	0,83I3	0,7839	0,7982
I,2I6I	I,0000	0,9582	0,9692
I,2666	I,0389	I,0000	I,0089
I,257I	I,0376	0,9798	I,0000

М-4 $\{J_{\bar{\beta}}^{nc}\}$ индексы переменного состава

I,0000	0,8307	0,7I86	0,7809
I,204I	I,0000	0,8650	0,9397
I,39I8	I,I560	I,0000	I,0868
I,2806	I,0637	0,9202	I,0000

М-5 $\{J_{\bar{\beta}}^{\phi c}\}$ индексы фиксированного состава $\{J_{\bar{\beta}}^{\phi c}\} = \{J_\beta\}$

М-6 $\{J_{\bar{\beta}}^{cc}\}$ индексы структурных сдвигов

I,0000	0,9992	0,9I67	0,9783
0,9900	I,0000	0,9027	0,9697
I,0988	I,II27	I,0000	I,0772
I,0I87	I,0252	0,9392	I,0000

Если же одновременно охватить все влияния показателей α_i на какое-то одно результативное явление γ_j, возникает следующая проблема. Как известно, все экономические явления в какой-то мере взаимосвязаны. Это всеобщее правило относится и к факторам α_i. Но при двухфакторном анализе они рассматриваются изолированно друг от друга. В действительности же валовая продукция, зарплата, использованное

рабочее время изменяются взаимосвязанно. Другими словами, влияние факторов α_i (они при традиционном подходе рассматриваются как первопричины), образуется как сочетание:

I) влияния комплекса причин единого для всех α_i. Сюда относятся изменение объема и структуры продукции, что влечет за собой одновременное изменение как стоимости продукции, фонда зарплаты, объема использованного рабочего времени, так и многих других количественных параметров;

2) влияния специфических факторов, присущих только одному явлению α_i.

Для определения названных, различных по своему характеру влияний, факторную систему (I) следует видоизменить

$$q_k \cdot \frac{\alpha_{ik}}{q_k} \cdot \beta_{ijk} = \gamma_{jk}, \qquad (2)$$

где q_k – физический объем k-ого вида продукции;

$\frac{\alpha_{ik}}{q_k}$ – величина количественного показателя α_{i_k} в расчете на единицу k-ого вида продукции;

β_{ijk} – уровень показателя β_{ij} при изготовлении k-ого вида продукции;

γ_{jk} – величина результативного явления γ_j, связанная с производством k-ого вида продукции.

Для определения интенсивности влияния фактора более низкой степени нами разработаны следующие индексы, детализирующие индекс J_α [1]:

I) Влияние изменения физического объема при базисной структуре продукции:

$$J_{\bar{q}(\alpha_i)} = \frac{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \bar{\beta}_{ij_0}}{\sum q_{k_0} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \beta_{ijk_0}}. \qquad (3)$$

Если бы мы хотели знать только относительное влияние фактора, то индекс (3) мог бы быть представлен и в виде:

$$J'_{\bar{q}(\alpha_i)} = \frac{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}}}{\sum q_{k_0} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}}}. \qquad (3a)$$

Для определения абсолютного влияния непременно следует исходить из числителя и знаменателя формулы (3).

2) Влияние изменения структуры продукции:

$$J_{\varphi_q(\alpha_i)} = \frac{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \beta_{ijk_0}}{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \bar{\beta}_{ijo}} . \qquad (4)$$

3) Влияние изменения показателя α_i в расчете на единицу продукции:

$$J_{\frac{\alpha}{q}(\alpha_i)} = \frac{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_1}}{q_{ik_0}} \beta_{ijk_0}}{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \beta_{ijk_0}} . \qquad (5)$$

Самостоятельный интерес представляет и произведение индексов (3) и (4). Оно характеризует совместное влияние как объема, так и структуры продукции и может быть представлено следующим образом:

$$J_{\bar{q}(\alpha_i)} \cdot J_{\varphi_q(\alpha_i)} = J_{q(\alpha_i)} = \frac{\sum q_{k_1} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \beta_{ijk_0}}{\sum q_{k_0} \frac{\alpha_{ik_0}}{q_{k_0}} \beta_{ijk_0}} . \qquad (6)$$

Индекс количественного фактора образуется теперь как произведение

$$J_{\alpha_i} = J_{\bar{q}(\alpha_i)} \cdot J_{\varphi_q(\alpha_i)} \cdot J_{\frac{\alpha}{q}(\alpha_i)} \qquad (7)$$

или

$$J_{\alpha_i} = J_{q(\alpha_i)} \cdot J_{\frac{\alpha}{q}(\alpha_i)} . \qquad (8)$$

По данным нашего примера дополним табуляграмму следующими матрицами (табл. 4).

Элементы матрицы М-7 характеризуют через соответствующие количественные факторы α_i влияние среднего изменения физического объема продукции на результативное явление γ_j. Так, например, индекс 21 говорит о том, что прибыль увеличилась за счет изменения физического объема продукции на 15,03 %. На основе показателя 34 можно утверждать, что фонд рабочего времени увеличился за счет этого фактора на 4,71 % и т.д.

Если изучать элементы матрицы М-7 по столбцам, то кажется, как будто они противоречат друг другу. Так, индексы, стоящие в первом столбце матрицы, характеризуют динамику прибыли, вызванную изменением физического объема продукции. Но формулируемые выводы отличаются друг от друга. По поводу первого индекса заключаем, что прибыль увеличилась за счет данного фактора на 15,03 %, по поводу второго - на 4,71 % и по поводу третьего - на 11,9 %. Дело в том,

Таблица 4

Табуляграмма аналитических индексов, детализирующих влияния J_{α_i}.

М-7 $\{J_{\bar{q}(\alpha_i)}\}$ индексы влияния физического объема продукции

γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
I,0000	I,I403	I,I403	I,I403
I,I503	I,0000	I,I503	I,I503
I,047I	I,047I	I,0000	I,047I
I,II90	I,II90	I,II90	I,0000

М-8 $\{J_{\varphi_q(\alpha_i)}\}$ индексы влияния структурных сдвигов продукции

I,0000	I,0088	0,9I82	0,98I4
0,99I6	I,0000	0,9I04	0,9725
I,089I	I,0987	I,0000	I,0688
I,0I90	I,0279	0,9357	I,0000

М-9 $\{J_{\frac{\alpha}{\bar{q}}(\alpha_i)}\}$ индексы влияния α_i в расчете на единицу продукции

I,0000	I,I733	I,I826	I,I809
0,9736	I,0000	0,9672	0,9726
0,9352	0,9388	I,0000	0,9340
0,9423	0,940I	0,946I	I,0000

М-I0 $\{J_{q(\alpha_i)}\}$ индексы совместного влияния объема и структуры производства

I,0000	I,I503	I,047I	I,II90
I,I403	I,0000	I,047I	I,II90
I,I403	I,I503	I,0000	I,II90
I,I403	I,I503	I,047I	I,0000

что рассмотренные индексы исчислены с помощью разных соизмерителей. А как известно из инденсной теории, разные соизмерители, как правило, дают разные значения индексов.

Индексы матрицы М-8 осмысливаются просто. Они показывают влияние изменения натуральной структуры продукции на результативное явление γ_j. Различия между индексами одного и того же столбца опять-таки обусловлены применением различных соизмерителей.

Показатели матрицы М-9 следует рассматривать как особого рода "аналитический шум", вызванный спецификой индексного метода. Часть общего изменения количественных факторов α_i обусловлена тем, что изменяется их величина в расчете на единицу продукции. Если в то же время предположить, что другой фактор (β_{ij}) остается на базисном уровне, то, конечно, результативное явление как будто изменится в такой же пропорции, как $\frac{\alpha_i}{q}$. С точки зрения интерпретации индексов $J_{\frac{\alpha}{q}(\alpha_i)}$ различаются два их значения.

Во-первых, обобщающее значение, показывающее среднее изменение параметра α_i в расчете на единицу продукции. Так, например, индексы, стоящие на первой строке измеряют среднее изменение прибыли в расчете на единицу продукции. Элементы второй строки характеризуют среднюю динамику оптовых цен и т.д.

Во-вторых, аналитическое значение, говорящее о том, как изменилось результативное явление вследствие среднего изменения величины $\frac{\alpha_i}{q}$.

В качестве примера определим значения новых аналитических индексов системы 42.

Из матрицы М-2 видно, что стоимость продукции увеличилась за счет изменения использованного рабочего времени на 8,14 %. В матрице М-7 на соответствующей позиции стоит число I,II90. Это значит, что среднее увеличение физического объема при базисной структуре продукции привело бы к увеличению фонда рабочего времени (через J_{α_4} соответственно и продукции) на II,90 %.

В натуральной структуре продукции имели место неблагоприятные (в данном аспекте) изменения: увеличилась доля более трудоемких видов продукции и вместе с тем увеличилось суммарное рабочее время на 2,79 % (М-9), а также стоимость продукции. Здесь обнаруживается опасность, связанная с применением высокоагрегированных исходных данных, и преимущество деталей исходной информации: изменение фонда рабочего времени, обусловленное структурными сдвигами физического состава продукции в сторону более трудоемких ее видов, в действительности, конечно, не увеличивает стоимость продукции!

На основе элемента 42 матрицы М-9 выясняется, что затраты труда на единицу продукции уменьшились в среднем на 5,99 % (0,9401). По традиционной интерпретации аналитических индексов следовало бы утверждать, что и продукция за счет этого фактора уменьшилась на 5,99 %. Нетрудно заметить нелогичность данного вывода с точки зрения взаимообусловленности экономических процессов. Поэтому показатели матрицы М-9 следует рассматривать как дополнительную аналитическую информацию. Они элиминируют влияние содержательно некорректных подфакторов, которое заключено в значениях индексов $J_{\alpha i}$.

Таким образом, общее влияние фонда рабочего времени на стоимость продукции распределяется между тремя подфакторами:

$$1,0814 = 1,1190 \cdot 1,0279 \cdot 0,9401$$

К интересным выводам приводят и индексы матрицы М-10. Они выражают совместное влияние как физического объема, так и структуры продукции. В этих индексах проявляется то общее, что одновременно влияет на многие экономические явления. Как видно, за счет изменения объема и структуры продукции прибыль увеличилась на 14,03 %, продукция - на 15,03 %, зарплата - на 4,71 % и рабочее время - на 11,9 %.

Можно углубить и анализ индекса структурных сдвигов. Как известно из индексной теории, динамика среднего уровня каждого качественного показателя, в частности, зависит от изменения структуры явления - знаменателя данного отношения. Следовательно, динамика качественных показателей, исчисленных на базе разных знаменателей, зависит от структурных сдвигов разных экономических явлений.

Имеется основание утверждать, что сдвиги в составе разных количественных параметров зависят с одной стороны от факторов, единых для многих явлений, а с другой стороны - от специфических факторов для каждого явления. В качестве общей причины можно выделить изменение натурального состава продукции, в качестве специфической - изменение параметра α_i в расчете на единицу продукции.

Для конструирования новых индексов выразим объем показателей в виде

$$\sum \alpha_{i_к} = \sum q_к \cdot \frac{\alpha_{i_к}}{q_к} \cdot \qquad (9)$$

Вместо индекса структурных сдвигов теперь получим более детальные аналитические индексы:

I) индекс влияния сдвигов натурального состава продукции

$$J_{\bar{\beta}_{ij}}^{cc(\varphi_q)} = \frac{\dfrac{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_0}}{q_{к_0}} \beta_{ij к_0}}{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_0}}{q_{к_0}}}}{\bar{\beta}_{ij_0}} ; \qquad (10)$$

2) индекс влияния изменения параметра α_i в расчете на единицу продукции

$$J_{\bar{\beta}_{ij}}^{cc(\frac{\alpha}{q})} = \frac{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_1}}{q_{к_1}} \beta_{ij к_0}}{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_1}}{q_{к_1}}} : \frac{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_0}}{q_{к_0}} \beta_{ij к_0}}{\sum q_{к_1} \dfrac{\alpha_{i к_0}}{q_{к_0}}} . \qquad (11)$$

На основе конкретных данных дополним первоначальную табуляграмму.

Таблица 5

Табуляграмма аналитических индексов, детализирующих индексы $J_{\bar{\beta}_{ij}}^{cc}$

M-II $\{J_{\bar{\beta}_{ij}}^{cc(\varphi_q)}\}$	индексы влияния сдвигов натурального состава продукции			
	I,0000	I,0088	0,9I82	0,98I3
	0,99I4	I,0000	0,9I04	0,9729
	I,0892	I,0987	I,0000	I,0688
	I,0I90	I,0279	0,9357	I,0000
M-I2 $\{J_{\bar{\beta}_{ij}}^{cc(\frac{\alpha}{q})}\}$	индексы влияния изменения параметра α_i в расчете на единицу продукции			
	I,0000	0,9905	0,9984	0,9969
	0,9987	I,0000	0,99I7	0,9964
	I,0089	I,0I28	I,0000	I,0079
	0,9997	0,9974	I,0037	I,0000

Матрица М–II характеризует одновременное влияние изменения натурального состава продукции на все качественные показатели $\bar{\beta}_{ij}$. Выясняется, что структурные сдвиги неодинаково повлияли на динамику показателей. Так, например, рентабельность валовой продукции снизилась на 0,86 %, средняя зарплата снизилась на 6,43 %, зарплатоотдача повысилась на 9,87 %, выработка – на 2,79 % и т.д.

Индексы матрицы М–I2 измеряют вторую сторону структурных сдвигов исходных параметров α_i. В первом приближении их можно интерпретировать просто как влияние $\frac{\alpha_i}{q}$, направленное на средний уровень качественного показателя. Для более подробного осмысления показателей следовало бы, например, по поводу элемента 32 сказать следующее: в среднем зарплата увеличилась на единицу при изготовлении тех видов продукции, зарплатоотдача которых на базисном периоде была выше среднего. Это повлекло за собой (конечно, только благодаря специфике индексного метода) повышение среднего уровня зарплатоотдачи.

Матрицы М–II и М–I2 поэлементно связаны следующим образом:

$$\{J^{cc(\varphi_q)}_{\bar{\beta}_{ij}}\} \odot \{J^{cc(\frac{\alpha}{q})}_{\bar{\beta}_{ij}}\} = \{J^{cc}_{\bar{\beta}_{ij}}\}. \qquad (I2)$$

Как видим, изложенные в статье детализованные аналитические индексы дают весьма нужную информацию для оценки результативности хозяйствования на предприятиях. Ведь во многих случаях динамика как количественной стороны производства, так и среднего уровня качественных показателей в значительной мере зависит именно от объема и ассортиментных изменений продукции. В применяемой в настоящее время некомплексной методике анализа хозяйственной деятельности изучается влияние структурных сдвигов только в связи с себестоимостью и некоторыми другими отдельными проблемами. Предлагаемый же метод дает возможность многостороннего и системного анализа влияния данного фактора. При этом важно и то, что в сочетании с принципами матричного комплексного анализа детализованный анализ проводится с помощью ЭВМ. Следовательно, результаты анализа могут быть получены оперативно и без существенного увеличения объема рутинного труда работников экономических служб предприятий.

Литература

I. Роот А. О детализации двухфакторных систем индексного анализа. – Модели и методы в социально-экономических исследованиях. Межвузовский сборник научных работ по статистике IX. Труды ТПИ, 1985, № 606.

A. Root

The Extended Complex Analysis of Data by the Kinds of Production

Summary

The method of complex matrix analysis in its present form can mostly be used in analyzing the economic results of the higher hierarhic levels of national economy. This paper deals with the problems of adapting the method to the needs of analytic information on the level of enterprises. The extending of the analysis presupposes the use of data by the kinds of production. As a result of the analysis the indexes of the quantitative factors and the indexes of structural changes can be devided between more detailed factors. Instead of 13 analytic matrixes of the traditional program of the complex method, the extended program includes 25 matrixes.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 33.003.13

М.У. Тинитс

О ФОРМУЛАХ ОБОБЩАЮЩЕГО КОЭФФИЦИЕНТА СРАВНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Среди многочисленных достоинств матричного анализа экономической эффективности имеются некоторые частные вопросы, которые носят проблематический характер. Одним из таких вопросов является неопределенность в формулах синтетического индекса и обобщающего коэффициента сравнения эффективности.

При определении обобщающего коэффициента эффективности[1] используются как арифметическое, так и геометрическое среднее однонаправленных элементов матрицы коэффициентов сравнения. При этом арифметическое среднее используется чаще, а геометрическое считается допустимым вариантом, который при некоторых задачах имеет несколько преимуществ технического характера.[2]

Результаты вычислений по арифметическим и геометрическим средним совпадают только в исключительных случаях. Если же две формулы расчетов при одной и той же модели дают разные ответы, то по меньшей мере одна из них является некорректной. Допущение использования двух формул, дающих разные результаты, мыслимо лишь тогда, когда они обе обеспечивают только приближенные решения. Но если одна из них является корректной, то другая становится лишней.

---

[1] Так как обобщающий коэффициент сравнения и синтетический индекс эффективности с точки зрения формул вычисления являются идентичными, то все последующее относится к обоим показателям.

[2] Mereste, U. Kompleksanalüüs ja efektiivsus. Tln., Valgus, 1984, c. 156–157 и 190–191.

Судить о корректности вышеуказанных двух формул сравнения эффективности нетрудно, если иметь в виду вопросы, на которые они должны ответить. Предположим, что требуется сравнение уровней эффективности двух предприятий – A и B. Обобщающий коэффициент сравнения уровней эффективности (C_{Ef}) в таком случае должен выражать (в зависимости от выбора базы сравнения) или отношение уровня эффективности предприятия A к соответствующему уровню предприятия B ($C_{Ef}^{A/B}$), или обратное отношение ($C_{Ef}^{B/A}$).

Следовательно, корректная формула должна удовлетворять следующему условию:

$$C_{Ef}^{A/B} = \frac{1}{C_{Ef}^{B/A}}. \qquad (I)$$

Этому требованию всегда отвечает коэффициент C_{Ef}, найденный по формуле геометрического среднего:

$$C_{Ef}^{A/B} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod \frac{a_{ij}^*}{b_{ij}^*}} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod \frac{1}{\frac{b_{ij}^*}{a_{ij}^*}}} = \frac{1}{\sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod \frac{b_{ij}^*}{a_{ij}^*}}} = \frac{1}{C_{Ef}^{B/A}},$$

где $a_{ij}^*(b_{ij}^*)$ – элемент матрицы уровня эффективности предприятия A(B), значение которого при повышении эффективности увеличивается,

n – число исходных параметров.

Обобщающий коэффициент C_{Ef}, вычисленный на основе арифметического среднего, требованию (I) не удовлетворяет.

Проиллюстрируем это на числовом примере. Требуется сравнить эффективности предприятия A и B на основе четырех исходных параметров, имеющих следующие количественные выражения:

A : $a_1 = 240$, $a_2 = 480$, $a_3 = 15$, $a_4 = 4000$,
B : $b_1 = 600$, $b_2 = 1500$, $b_3 = 24$, $b_4 = 12000$.

Для техники вычисления экономическая сущность исходных параметров не имеет значения. Считаем, что эти параметры упорядочены по степени конечности экономического эффекта. Матрица уровня эффективности для предприятия A :

	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	I	2	0,0625	I6,6667
a_2	0,5	I	0,03I25	8,3333
a_3	I6	32	I	266,6667
a_4	0,06	0,I2	0,00375	I

и для предприятия B :

	b_1	b_2	b_3	b_4
b_1	I	2,5	0,04	20
b_2	0,4	I	0,0I6	8
b_3	25	62,5	I	500
b_4	0,05	0,I25	0,002	I

являются тогда упорядоченными. Такой же является и матрица коэффициентов сравнения предприятия A с предприятием B :

	c_1	c_2	c_3	c_4
c_1	I	0,8	I,5625	0,8333
c_2	I,25	I	I,953I	I,04I7
c_3	0,64	0,5I2	I	0,5333
c_4	I,2	0,96	I,875	I

В последней матрице элементы, находящиеся под диагональю, характеризуют отношение предприятия A к предприятию B, а элементы, находящиеся над диагональю - обратное отношение.

Соответствующие обобщающие коэффициенты сравнения эффективности, вычисленные на базе арифметического среднего, следующие:

$$C_{Ef}^{A/B} = \frac{2\sum c_{ij}^{*}}{n^2-n} =$$

$$= \frac{2x\ (I,25+0,64+I,2+0,5I2+0,96+I,875)}{4^2 - 4} = I,072833,$$

$$C_{Ef}^{B/A} = \frac{2x(0,8+I,5625+0,8333+I,953I+I,04I7+0,5333}{4^2 - 4} =$$

$$= I,I20633.$$

Как видно, результаты оказались в данном специальном случае противоречивыми: эффективность предприятия A выше эффективности предприятия B на 7,28 %, в то время как эффективность предприятия B выше эффективности предприятия A на I2 %.

Правильный ответ дает геометрическое среднее:

$$C_{Ef}^{A/B} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\Pi c_{ij}^*} = \sqrt[6]{1,25 \times 0,64 \times 1,2 \times 0,512 \times 0,96 \times 1,875} =$$

$$= 0,9798 ,$$

$$C_{Ef}^{B/A} = \sqrt[6]{0,8 \times 1,5625 \times 0,8333 \times 1,953 \times 1,0417 \times 0,5333} = 1,0201.$$

Нетрудно проверить, что теперь условие (I) (с учетом погрешностей округления) выполнено. Следовательно, эффективность предприятия А ниже эффективности предприятия В примерно на 2 %.

В практических задачах погрешности при использовании арифметического среднего, как правило, не столь велики. Но опасность значительной ошибки всегда остается.

Применение геометрического среднего может давать, таким образом, еще и немалую экономию в расчетах, а также некоторый дополнительный познавательный эффект.

Если целью анализа является только сравнение общих уровней эффективности, то вычисление матрицы коэффициентов сравнений и не требуется. Расчеты можно провести на основе матриц уровней эффективности:

$$C_{Ef}^{A/B} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\Pi c_{ij}^*} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\Pi \frac{a_{ij}^*}{b_{ij}^*}} =$$

$$= \sqrt[0,5(n^2-n)]{\frac{\Pi a_{ij}^*}{\Pi b_{ij}^*}} = \frac{\sqrt[0,5(n^2-n)]{\Pi a_{ij}^*}}{\sqrt[0,5(n^2-n)]{\Pi b_{ij}^*}} .$$

Такие расчеты дают значительный эффект при сравнении большого количества объектов, особенно, если это надо делать на нескольких базах сравнения.

Еще проще сравнивать уровни эффективности на основе исходных параметров:

$$C_{Ef}^{A/B} = \sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod \frac{a_i^{n-2i+1}}{b_i^{n-2i+1}}} = \frac{\sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod a_i^{n-2i+1}}}{\sqrt[0,5(n^2-n)]{\prod b_i^{n-2i+1}}}, \quad \text{I}$$

где i - порядковый номер исходного параметра в упорядоченном ряду.

Из последних уравнений видно, что количественное определение самого синтетического уровня эффективности вполне возможно и осмысленно, а отношения обобщающих коэффициентов сравнения остаются неизменными при любой базе сравнения.

Из вышеприведенного суждения следует, что более корректной формулой вычисления указанных показателей является геометрическое среднее.

M. Tinits

Über die Formeln der verallgemeinernden Vergleichskoeffiziente der Effektivität

Zusammenfassung

Es wird auf die Unkorrektheit der Anwendung des arithmetischen Mittels beim Erarbeiten der synthetischen Vergleichskoeffizienten und des Effektivitätsindexes hingewiesen. Korrekt wäre es, sich dabei des geometrischen Mittels zu bedienen.

I Root A. Матричная концепция эффективности производства и капитальных вложений. - Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 22.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 330.115

М.С. Флейдервиш

СТРУКТУРА МАТРИЦЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Рассмотрим индексную матрицу, упорядоченную некоторой стратегией. Под стратегией понимается такой способ нумерации основных экономических показателей, который соответствует уменьшению скоростей их роста (уменьшению индексов этих показателей). В этом случае имеет место монотонное возрастание (неубывание) индексов матрицы по строкам справа налево и по столбцам сверху вниз.[I] Из этого следует, что, во-первых, над диагональю находятся индексы меньшие единицы, а под диагональю - большие единицы; во-вторых, наибольшим индексом является индекс $I\frac{x_1}{x_n}$, расположенный в левом нижнем углу матрицы; в-третьих, наименьшими из нижней треугольной матрицы являются индексы, расположенные непосредственно под главной диагональю и имеющие вид $I\frac{x_i}{x_{i+1}}$ ($i=1, \ldots, n-1$). Последнее обстоятельство оказывается важным потому, что, во-первых, их произведение равно индексу $I\frac{x_1}{x_n}$ и во-вторых – любой индекс нижней треугольной матрицы может быть представлен в виде произведения нескольких таких поддиагональных индексов. Из этого и из структуры индексной матрицы, подчиненной некоторой стратегии, следует, что для анализа эффективности экономической деятельности достаточно ограничиться рассмотрением только тех индексов, которые расположены непосредственно под главной диагональю индексной матрицы.

Как уже отмечалось,

$$\sqrt[n-1]{\prod_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}}} = \sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}, \qquad (I)$$

[I] Флейдервиш М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984.

а среднее арифметическое поддиагональных индексов оценивается по формуле[1]

$$\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}} \leq \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}} \leq I\frac{x_1}{x_n}. \qquad (2)$$

Далее, матричная концепция эффективности предоставляет возможность конструирования различных обобщающих оценок экономической эффективности. Наиболее простыми и содержательными (при условии подчиненности стратегии) являются среднее арифметическое (I_E) или среднее геометрическое ($I_{E,g}$) индексов, расположенных под главной диагональю матрицы эффективности[2]. Но как уже было сказано, для экономического анализа вполне достаточно ограничиться непосредственно поддиагональными индексами, в том числе их средним арифметическим или средним геометрическим в качестве синтетических индексов эффективности. Как видно из формул (I) и (2), эти критерии эффективности хорошо оцениваются индексом $I\frac{x_1}{x_n}$. Более того, из формулы (I) следует, что величина $\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}$ может интепретироваться как критерий экономической эффективности, поэтому относительным критерием эффективности может служить и сама величина $I\frac{x_1}{x_n}$.

Рассмотрим вектор поддиагональных индексов $(I\frac{x_1}{x_2}, I\frac{x_2}{x_3}, \ldots, I\frac{x_{n-1}}{x_n})$. Длина этого вектора в некотором смысле отражает уровень функционирования экономической системы. Если бы этот вектор удалось нормировать таким образом, чтобы при неизменном уровне динамики (все компоненты равны единицам) длина этого вектора также равнялась единице, то длину такого нормированного вектора можно было бы принять в качестве еще одной обобщающей оценки экономической эффективности. Такое нормирование достигается путем покомпонентного деления указанного вектора на величину, равную $\sqrt{n-1}$. Нормированный вектор выглядит теперь следующим образом:

---

[1] Флейдервиш М. Система оптимального развития экономики. Таллин, 1984.

[2] Мереете У. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства.–Экономика и математические методы, 1982, т. XУШ, вып. I.

$$\left(\frac{I\frac{x_1}{x_2}}{\sqrt{n-1}}, \frac{I\frac{x_2}{x_3}}{\sqrt{n-1}}, \ldots, \frac{I\frac{x_{n-1}}{x_n}}{\sqrt{n-1}}\right). \qquad (3)$$

Найдем его длину (индекс векторной эффективности $I_{E,V}$):

$$I_{E,V}=\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{I\frac{x_i}{x_{i+1}}}{\sqrt{n-1}}\right)}=\sqrt{\frac{I^2\frac{x_1}{x_2}+I^2\frac{x_2}{x_3}+\ldots+I^2\frac{x_{n-1}}{x_n}}{n-1}}. \qquad (4)$$

Отметим, что правая часть формулы (4) представляет собой среднее квадратичное поддиагональных индексов. Из соотношения между средним квадратичным и средним арифметическим нескольких величин следует, что первое превосходит второе. Так что

$$I_{E,V} \geq I_E \geq I_{E,g}. \qquad (5)$$

Из оценок (2) и (I) и свойств индексной матрицы, наделенной некоторой стратегией, следует (по всем вышеперечисленным критериям), что с увеличением индекса $I\frac{x_1}{x_n}$ увеличивается, в общем, экономическая эффективность системы. В силу этого представляет интерес ситуация, в которой выявляются минимальное и максимальное значения всей совокупности поддиагональных индексов при неизменном значении величины $I\frac{x_1}{x_n}$. Таким образом удастся найти для совокупности поддиагональных индексов матрицы интервал "минимум-максимум" ($[m, M]$), зависящий от величины $I\frac{x_1}{x_n}$ и увеличивающийся (уменьшающийся) одновременно с ним.

При фиксировании индекса $I\frac{x_1}{x_n}$ произведение поддиагональных индексов неизменно (равно величине $I\frac{x_1}{x_n}$), а сумма – изменяется. При постоянном значении $I\frac{x_1}{x_n}$ у этой суммы имеется глобальный минимум[I]:

$$\sum_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}}=(n-1)\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}, \qquad (6)$$

при этом все поддиагональные индексы равны между собой:

$$I\frac{x_i}{x_{i+1}}=\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}, (i=1,2,\ldots,n-1). \qquad (7)$$

I Флейдервиц М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984, п. 3.6–3.7.

Наибольшее значение поддиагональной суммы при фиксированном значении $I\frac{x_1}{x_n}$ выражается формулой[1]:

$$\sum_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}} = n-2+I\frac{x_1}{x_n}, \qquad (8)$$

где $n-2$ поддиагональных индекса равны единицам, а один из поддиагональных индексов равен $I\frac{x_1}{x_n}$.

Таким образом, из формул (6) и (8) получаем числовой интервал $[m,M]$ для суммы поддиагональных индексов:

$$\left[(n-1)\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}},\ n-2+I\frac{x_1}{x_n}\right]. \qquad (9)$$

Теперь попробуем установить интервал "минимум-максимум" для всей совокупности индексов нижней треугольной матрицы при фиксированном значении индекса $I\frac{x_1}{x_n}$.

Во-первых, элементы первой поддиагонали выражаются формулой (7), элементы k-той поддиагонали также выражаются через $I\frac{x_1}{x_n}$[2]:

$$I\frac{x_i}{x_{i+k}} = \left(I\frac{x_1}{x_n}\right)^{\frac{k}{n-1}} \quad (k=1,2,\ldots,n-1;\ \ i=1,2,\ldots,n-k). \qquad (10)$$

Как видно из формулы (10), все элементы произвольной поддиагонали в случае минимума равны между собой. Структура индексной матрицы, описанная формулой (10), соответствует наименее эффективному способу функционирования экономической системы при заданном значении индекса $I\frac{x_1}{x_n}$.

Во-вторых, как явствует из формулы (8), наибольшее значение на первой поддиагонали достигается в том и только в том случае, когда из $n-1$ индексов этой поддиагонали один индекс равен значению $I\frac{x_1}{x_n}$, а остальные равны единицам. В отличие от предыдущего случая, когда минимум непосредственно поддиагональных индексов однозначно определяет минимум всей нижней треугольной матрицы, максимум нижней треугольной матрицы непосредственно не вытекает из максимума индек-

---

[1] Флейдервиц М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984, п. 3.8.

[2] Там же, п. 3.7, следствие 2.

сов первой поддиагонали. Действительно, этот максимум будет зависеть от "географического" расположения индекса первой поддиагонали, равного $I\frac{x_1}{x_n}I$. Если, например, $I\frac{x_1}{x_2} = I\frac{x_1}{x_n}$, то только $n-1$ индексов первого столбца равны $I\frac{x_1}{x_n}$, а остальные индексы нижней треугольной матрицы равны единицам; если же $I\frac{x_2}{x_3} = I\frac{x_1}{x_n}$, то $2(n-2)$ индексов первого и второго столбцов (за исключением индекса $I\frac{x_1}{x_2}$) равны $I\frac{x_1}{x_n}$, а остальные равны единицам и т.д. Ясно, что максимуму нижней треугольной матрицы соответствует такая ситуация, когда индексу $I\frac{x_1}{x_n}$ равняется наибольшее число элементов нижней треугольной матрицы. Эта ситуация достигается тогда, когда на первой поддиагонали индекс, равный $I\frac{x_1}{x_n}$, расположен в середине. Тогда в нижней треугольной матрице при четном n будет $n^2/4$ индексов, равных $I\frac{x_1}{x_n}$, а при нечетном n будет $(n-1)\cdot(n+1)/4$ индексов, равных $I\frac{x_1}{x_n}$.

Теперь нами построен интервал "минимум-максимум" для всей совокупности индексов нижней треугольной матрицы. Здесь следует подчеркнуть, что этот интервал представляет собой, хоть и грубые, но рамки правомерности любой интегральной оценки экономической эффективности, если эта оценка выражена в индексной форме. Действительно, значение этой оценки на всех промежуточных значениях индексов в нижней треугольной матрице должно превосходить значение данной оценки на минимуме и не превосходить значение этой оценки на максимуме.

Разумеется, что среднее арифметическое или среднее геометрическое индексов нижней треугольной матрицы удовлетворяют указанному требованию. Это следует из самого принципа построения интервала "минимум-максимум".

Здесь и далее вместо рассмотрения индексов нижней треугольной матрицы ограничимся рассмотрением лишь непосредственно поддиагональных индексов ввиду большей простоты их выражений и достаточной экономической содержательности.

I Флейдервиц М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984, п. 3.8.

Пример:

Проверим, удовлетворяет ли среднее векторное $I_{E,V}$ условию принадлежности интервалу $[m, M]$. Рассмотрим цепочку соотношений:

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} I^2 \frac{x_i}{x_{i+1}}}{n-1}} \geqslant \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I \frac{x_i}{x_{i+1}}}{n-1} \geqslant \frac{(n-1)\sqrt[n-1]{I \frac{x_1}{x_n}}}{n-1} =$$

$$= \sqrt[n-1]{I \frac{x_1}{x_n}} = \sqrt{\frac{(n-1)\sqrt[n-1]{I^2 \frac{x_1}{x_n}}}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt[n-1]{I^2 \frac{x_1}{x_n}}}{n-1}}.$$

Первое неравенство следует из соотношения между средним квадратичным и средним арифметическим (см. (5)). Второе неравенство является выражением принадлежности среднего арифметического интервалу $[m,M]$ (превосходит минимум). Окончательно

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} I^2 \frac{x_i}{x_{i+1}}}{n-1}} \leqslant \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt[n-1]{I^2 \frac{x_1}{x_n}}}{n-1}}. \qquad (II)$$

Неравенство (II) свидетельствует о том, что среднее векторное произвольного набора непосредственно поддиагональных индексов превосходит свой минимум.

То, что среднее векторное не превосходит свой максимум, следует из неравенства

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} I^2 \frac{x_i}{x_{i+1}}}{n-1}} \leqslant \sqrt{\frac{n-2+I^2 \frac{x_1}{x_n}}{n-1}} \qquad (I2)$$

или

$$\sum_{i=1}^{n-1} I^2 \frac{x_i}{x_{i+1}} \leqslant n-2+I^2 \frac{x_1}{x_2} \cdot I^2 \frac{x_2}{x_3} \cdot \ldots \cdot I^2 \frac{x_{n-1}}{x_n},$$

а последнее неравенство справедливо для любых превосходящих единицу значений индексов[1].

На этом обоснование примера завершено.

В качестве относительного уровня эффективности, соответствующего уровню экономической системы по ее месту в интервале "минимум-максимум", можно предложить следующий показатель[2]:

$$k_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}} - (n-1)\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}}{n-2+I\frac{x_1}{x_n} - (n-1)\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}}}, \qquad (13)$$

где $0 \le k_n \le 1$ и 0 - соответствует точному минимуму, а I - точному максимуму.

Коэффициент уровня получен линейным преобразованием интервала $[m,M]$ в интервал $[0,1]$.

Аналогично со значениями в интервале $[0,1]$ можно получить интегральные коэффициенты экономической эффективности. Действительно, при стационарном функционировании экономической системы непосредственно поддиагональные индексы равны единицам; следовательно, сумма их равна $n-1$, а произведение равно I. Далее, если в процессе функционирования система достигла некоторого значения индекса $I\frac{x_1}{x_n}$, а в оптимальном режиме должна была достигнуть значения $I^*\frac{x_1}{x_n}$, то коэффициент эффективности (получаемый с помощью линейного преобразования в интервале $[0,1]$), индуцируемый средним арифметическим, выражается формулой

$$k_E = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I\frac{x_i}{x_{i+1}} - n + 1}{I^*\frac{x_1}{x_n} - 1}, \qquad (14)$$

а средним геометрическим - формулой:

$$k_{E,g} = \frac{\sqrt[n-1]{I\frac{x_1}{x_n}} - 1}{\sqrt[n-1]{I^*\frac{x_1}{x_n}} - 1}. \qquad (15)$$

---

[1] Флейдервиц М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984, формула (46).

[2] Там же, формула (47).

Аналогичные критерии можно построить и для среднего векторного, и для прочих критериев. При желании результат может быть представлен в процентах. Причем положительный процент соответствует повышению эффективности, а отрицательный – ее снижению.

Здесь же можно указать приближенный синтетический индекс эффективности, выражающийся через фактическое и расчетное значение индекса $I\frac{x_1}{x_n}$.

$$I = \sqrt[a]{\frac{I\frac{x_1}{x_n}}{I^*\frac{x_1}{x_n}}}, \qquad (16)$$

где a – некоторый, определяемый из экономической или математической целесообразности показатель степени.

Не ограничивая общность, можно считать $a = 1$.

Литература

1. Мерсте У. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства. – Экономика и математические методы, 1982, т. XVIII, вып. 1.

2. Флейдервиш М. Проблема оптимального развития экономики. Таллин, 1984.

M. Fleidervish

The Structure of the Efficiency Matrix

Summary

The article is devoted to the research of the index matrix, ordinated by a certain system. The research is limited to a lower, triangle matrix. In this matrix the index is considered which may serve as an approximate efficiency criterion. Fixing the index shows the minimum and maximum of all indexes of the triangle matrix.

The formula of the proper efficiency matrix is proposed as well as some integral criteria in efficiency.

№ 605

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Х. Юрвисте

БИБЛИОГРАФИЯ ПУБЛИКАЦИЙ ПО МАТРИЧНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ И КОМПЛЕКСНОМУ АНАЛИЗУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

- 1969

1. Мересте У.И. О комплексном анализе взаимного воздействия экономических явлений при помощи индексных матриц. - В сб.: У. Мересте. Очерки по индексной теории. Труды ТПИ. Серия Б, 1969, № 29, с. 151-169.

- 1975

2. Мересте У.И. Понятие и системы показателей экономической эффективности.- Коммунист Эстонии, 1975, № 7 (на эстонском и русском языках : на эст. яз. с. 70-76, на русск. яз. с. 78-86).

- 1977

3. Мересте У. Теория эффективности на пути к совершенствованию. - Лооминг, 1977, № 8, с. 1340-1350 (на эст. языке).

- 1978

4. Мересте У.И. Категория "интенсивность производства" и "эффективность производства". - Методологические проблемы изучения экономической эффективности производства. Труды ТПИ, 1978, № 441, с. 63-72.

5. Мересте У.И. К методологии построения показателей эффективности производства. — Методологические проблемы изучения экономической эффективности производства. Труды ТПИ, 1978, № 441, с. 73-78.

- 1979

6. Мересте У.И. Матричный метод изучения уровня и динамики эффективности общественного производства. - В сб.: Тео-

ретические и методологические проблемы экономической эффективности социалистического общественного производства / АН СССР. Институт экономики. М., 1979, с. 71-75.

- 1980

7. Мерсте У.И. Матричное моделирование экономической эффективности производства. - В сб.: Моделирование управления производством. Материалы всесоюзного семинара. Таллин, 1980, с. 126-130.

8. Мерсте У.И. Повышение экономической эффективности общественного производства в Эстонской ССР за годы 1960 - 1977. (Матричная концепция эффективности производства). — Известия АН ЭССР. Серия "Общественные науки", 1980, № 29/1, с. 1-18 (на эст. языке).

9. Мерсте У.И. Повышение эффективности общественного производства в Прибалтийских республиках за годы 1965-1978 (Сравнительная оценка на основе матричной концепции эффективности). Тезисы доклада. - В сб.: Экономическое развитие Прибалтийских республик за 40 лет советской власти. Вильнюс, 1980, с. 90-93.

- 1981

10. Венсел В.В. Об одном типе регрессионных моделей, применяемых для статистического моделирования эффективности производства. — Изучение эффективности производства. Межвузовский сборник научных работ по статистике У. Труды ТПИ, 1981, № 506. с. 77-87.

11. Мерсте У.И. Измерение и сравнительный анализ уровня эффективности производства по матричной концепции. — Известия АН ЭССР. Серия "Общественные науки", 1981, № 30/3, с. 252-267 (на эст. языке).

12. Мерсте У. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятий и объединений. Учебное пособие. Таллин, 1981. 72 с. (на эст. языке).

13. Мерсте У. Матричная концепция изучения экономической эффективности (на примере сравнительного анализа динамики эффективности производства европейских стран-членов СЭВ с 1970 по 1977 гг.). — Изучение эффективности производства. Межвузовский сборник научных работ по статистике У. Труды ТПИ, 1981, № 506, с. 15-44.

I4. Мересте У. Эффективность производства в народном хозяйстве Эстонской ССР. - В кн.: X пятилетка в народном хозяйстве Эстонской ССР. Таллин, I98I, с. 85-I07 (на эст. языке).

I5. Методические указания по проведению системного анализа финансово-экономической деятельности ремонтно-строительных организаций (РСУ) с использованием ЭВМ на основе матричного моделирования /Составитель Л. Воод. Таллин, ПИ "Коммуналпроект", I98I. 47 с.

I6. Роот А.К. Об определении влияния количественных результатов производства на динамику экономической эффективности. — Изучение эффективности производства. Межвузовский сборник научных работ по статистике У. Труды ТПИ, I98I, № 506, с. 5I-58.

I7. Роот А.К. О сочетании задач адекватного отражения и измерения эффективности производства. — Изучение эффективности производства. Межвузовский сборник научных работ по статистике У. Труды ТПИ, I98I, № 506, с. 5I-58.

I8. Роот А.К. О сочетании задач измерения экономической эффективности производства в рамках матричного подхода. - В сб.: Проблемы рационального использования производственных ресурсов в Эстонской ССР. Тезисы научного семинара молодых ученых-экономистов. Таллин, I98I, с. 23-26.

19. Mereste U. Studium economickey efektivnosti opoločensky vyroby z teritoriálneho aspektu. – Geograficky Časopis. Ročnik 33, 1981. Čislo 4, (Bratislava), c. 337-359.

- I982

20. Венсел В.В. Статистический анализ экономической эффективности производства. — Экономическая информация и анализ. Труды экон. фак. XLIУ. Труды ТПИ, I982, № 5I4, с. I7-28.

2I. Виленская А.З., Мяги А.Р. О подходах к определению экономических оценок уровня организации вычислительного процесса. - В сб.: Опыт проектирования и создания общесистемных обеспечивающих средств межотраслевых АСУ. Киев, Глав НИИ ВЦ Госплана УССР, I982, с. 8I-83.

22. Кала Х. Системный анализ эффективности. - Коммунист Эстонии, 1982, № 9, с. 41-46 и 44-50 (на эст. и русск. языках).

23. Луур Х.А. Комплекс задач "Анализ и оценка производственно-хозяйственной деятельности предприятий и отраслей промышленности". - В сб.: Совершенствование управления легкой промышленностью. М., ЦНИТЭИ легпром СССР, 1982, с. 13-20.

24. Луур Х. Матричный подход к измерению эффективности общественного производства. - В сб.: Проблемы интенсификации общественного производства и повышение его эффективности. (Тезисы докладов). Вильнюс, 1982.

25. Мересте У. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятий и объединений, 2-е изд. Таллин, 1982, 72 с. (на эст. языке).

26. Мересте У., Муравьев Н., Селенинова Л. Вопросы совершенствования увязки показателей развития и эффективности производства в планово-аналитических расчетах. - В сб.: Методы планирования эффективности общественного производства. Прага, 1982, с. 129-157.

27. Мересте У.И. О матричном методе анализа экономической эффективности общественного производства. - Экономика и математические методы, 1982, т. XУШ, вып. 1, с. 138-149.

28. Михайлов А.А. Анализ эффективности работы железнодорожного транспорта матричным методом. - В сб.: Повышение эффективности использования производственных ресурсов и качества работы на дорогах Урала и Сибири. Омск, 1982.

29. Роот А.К. Направления теории эффективности в советской экономической науке. - В кн.: Проблемы повышения эффективности народного хозяйства в Эстонской ССР. Тезисы докладов IУ республиканского семинара молодых ученых-экономистов. Таллин, 1982, с. 5-8.

30. Роот А.К. О различных задачах изучения экономической эффективности производства. - В сб.: Проблемы развития территориальных систем. Материалы Всесоюзной конференции молодых экономистов и социологов. Новосибирск, 1982, с. 124-125.

31. Mereste U. Untersuchung der ökonomischen Effektivität der Gesellschaftlichen Produktion unter territorialen Aspekt. - Pettermanns Geographische Mitteilungen, 1982, N 4 (Gotha, DDR), c. 223-231.

- 1983

32. Венсел В. Определение и анализ динамики экономической эффективности общественного производства в отраслях народного хозяйства Эстонской ССР. — Эффективность производства и капитальных вложений. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 11-18.

33. Венсел В. Определение уровня экономической эффективности общественного производства в отраслях народного хозяйства Эстонской ССР. — Эффективность производства и капитальных вложений. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 3-10.

34. Кац Ю.А. Повышение стимулирующей роли прибыли при оценке производственно-хозяйственной деятельности. Таллин, Эст. НИИНТИ, 1983. 16 с.

35. Кац Ю.А. Эффективность производства и динамическая сбалансированность экономического роста. (На примере Минмясомолпрома ЭССР). Таллин, Эст. НИИНТИ, 1983. 35 с.

36. Кац Ю. Проблемы изменения динамики экономической эффективности производства. — Эффективность производства и капитальных вложений. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 31-40.

37. Комплекс задач. Анализ и оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления. - MAINOR. Информационный листок № 2-83. Таллин, ПКБСУ Минлегпрома ЭССР, 1983. 4 с.

38. Мереете У. Комплексный анализ основных результатов хозяйственной деятельности предприятий и объединений. Учебное пособие. Таллин, 1983. 74 с.

39. Мереете У.И., Муравьев Н.П., Селенинова Л.Г. Матричная модель народнохозяйственной эффективности. - В сб.:

Вторая конференция по оптимальному планированию и управлению народным хозяйством. (Экон.-матем. методы и ЭВМ в оптимизации планирования и управления народным хозяйством). Секция III. Тезисы докладов 20-22.04.1983. М., 1983, с. 158-162.

40. Методика использования матричного метода экономического анализа и оценки хозяйственной деятельности экономических объектов разных уровней управления. Таллин, ПКБСУ Минлегпрома ЭССР, 1983. 54 с.

41. Пуусепп М.Э. Системная оценка эффективности функционирования технологических процессов. - Электронная техника. Серия управления качеством, стандартизация, методология, испытания, 1983, вып. 2 (101), с. 27-32.

42. Раудярв М. Измерение роста производительности труда на основе разных показателей объема продукции. — Эффективность производства и капитальных вложений. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 61-70.

43. Роот А.К. Экономическая эффективность производства и ее матричное моделирование (на примере легкой промышленности Эстонской ССР). Автореферат кандидатской диссертации. Таллин, 1983. 20 с.

44. Роот А. Матричная концепция эффективности производства и система обобщающих показателей. — Эффективность производства и капитальных вложений. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІ. Труды ТПИ, 1983, № 557, с. 19-30.

45. Яласто Х. Эффективное развитие бытового обслуживания. Таллин, 1983 (на эст. языке).

46. Mereste, U. Badania przestrzennej struktury ekonomicznej efektywności gospodarowania. (Methodologiczne podstawy geografii efektiwności ekonomicznej). - Przeglad Geograficzny, t. LV, z. 1, 1983, c. 115-135.

- 1984

47. Мереете У. Комплексный анализ и эффективность. Таллин, Валгус, 1984. 264 с. (на эст. языке).

48 Вольт Р. Матричная модель в экономическом анализе. – В сб.: Проблемы интенсификации общественного производства в Эстонской ССР. Тезисы докладов УІ республиканского научного семинара молодых ученых-экономистов. (Тарту-Вярска, 24-26 мая 1984). Таллин, 1984, с. 187-189 (на эст. языке).

49. Венсел В. Возможности использования методов математической статистики в экономическом анализе. – В кн.: В. Вольт. Экономический анализ промышленного предприятия. Таллин, Валгус, 1984 (на эст. языке).

50. Венсел В. Некоторые возможности применения матричной концепции для анализа хозяйственной деятельности. – В сб.: Проблемы методики преподавания бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности. Тезисы докладов республиканской научно-методической конференции 26.04.1984. Таллин, ТПИ, 1984, с. 10-14.

51. Кац Ю. Построение оптимально-сбалансированных планов повышения эффективности производства. – В сб.: Проблемы интенсификации общественного производства в Эстонской ССР. Тезисы докладов УІ республиканского научного семинара молодых ученых-экономистов (Тарту-Вярска, 24-26 мая 1984 г.). Таллин, 1984, с. 196-198.

52. Кац Ю. Роль стоимостных показателей в оценке эффективности производства. — Статистический анализ и прогнозирование. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІІ. Труды ТПИ, 1984, № 588, с. 87-96.

53. Мереете У. Народнохозяйственные динамические пропорции. — Статистический анализ и прогнозирование. Межвузовский сборник научных работ по статистике УІІ. Труды ТПИ, 1984, № 588, с. 3-25.

54. Мереете У.И. Природоохраненное направление и территориальный аспект в изучении эффективности производства. – В сб.: Человек и природа на Дальнем Востоке. Тезисы докладов научно-практической конференции. ГО СССР и др., Владивосток, 1984, с. 49-50.

55. Мыслова И.Н. Выявление резервов роста производительности труда на базе современных методов экономического анализа на примере предприятий хлопчатобумажной промыш-

ленности. (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук). Л., 1984. 18 с.

56. Селенинова Л. Матрично-индексный подход к эффективности и оценке производственно-хозяйственной деятельности. - В сб.: Проблемы интенсификации общественного производства в Эстонской ССР. Тезисы докл. VI респ. научного семинара молодых ученых-экономистов. (Тарту-Вярска, 24-26 мая 1984 г.). Таллин, 1984, с. 216-217.

57. Флейдервиш М. Некоторые проблемы оптимального развития экономики. — Статистический анализ и прогнозирование. Межвузовский сборник научных работ по статистике VII. Труды ТПИ, 1984, № 588, с. 27.

58. Хорн К. Възможности за използване на индексния анализ при изследване на ефективноста. - Статистика, 1984, № 1 (на болгарском языке).

руб. 1.20