

Б.Б. РОЗИН
В.И. КОТЮКОВ
М.А. ЯГОЛЬНИЦЕР

ЭКОНОМИКО
СТАТИСТИЧЕСКИЕ
МОДЕЛИ
С ПЕРЕМЕННОЙ
СТРУКТУРОЙ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Б. Б. РОЗИН, В. И. КОТЮКОВ,
М. А. ЯГОЛЬНИЦЕР

ЭКОНОМИКО- СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Ответственный редактор
канд. физ.-мат. наук *В. Г. Соколов*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск • 1984

**Розин Б. Б., Котюков В. И., Яголь-
ницер М. А. Экономико-статистические модели с
переменной структурой. — Новосибирск: Наука, 1984.**

В монографии на примерах типичных экономических ситуаций рассмотрены проблемы учета структурных изменений при статистическом моделировании. Анализируются причины изменчивости структуры экономических процессов; изучается взаимосвязь изменчивости структур и неоднородностей совокупностей; излагается методика построения моделей для выборок различного типа методами распознавания образов, теории сплайнов и многомерного статистического анализа; рассматриваются вопросы оценки качества моделей, их корректировки и адаптации.

Книга рассчитана на специалистов в области применения статистических методов в экономических исследованиях.

ВВЕДЕНИЕ

Динамичность процессов развития народного хозяйства, отраслевых систем и отдельных промышленных объектов на современном этапе остро ставит проблему их статистического описания и прогнозирования. Особенно актуальна она в планировании, когда речь идет о прогнозировании значений показателей на будущее. Традиционные приемы и методы статистического моделирования не вполне отвечают требованиям адекватного описания изменяющихся во времени и пространстве связей между показателями и факторами производства. Поэтому ощущается острая необходимость в методах, приспособленных к описанию и прогнозированию процессов с изменяющейся структурой.

Проблема изучения изменчивости показателей статистической связи во времени ставилась в советской статистике еще в 20-х годах, в частности С. П. Бобровым [1927], и позднее в трудах Б. С. Ястремского [1964], Н. С. Четверикова [1963] и др. В этих работах рассматривалось изменение коэффициента корреляции во времени. Например, Б. С. Ястремский рассмотрел случай изменения ковариации при неизменных значениях дисперсий переменных. В исследованиях Н. С. Четверикова и С. П. Боброва учитывалось еще и изменение дисперсии. Кроме того, С. П. Бобров применил метод скользящего коэффициента корреляции.

Все эти работы касались только изменения коэффициента парной корреляции и не затрагивали вопросов учета структуры модели в многомерном случае, в них также не рассматривалась возможность перелома структуры влияния и наличия участков стабильности. В последнее время сложились благоприятные условия для решения этой проблемы. К ним можно отнести возникновение новых и развитие традицион-

ных методов статистического исследования (многомерная классификация, методы распознавания образов, теория сплайнов и др.) и появление быстродействующих ЭВМ.

В основе построения экономико-статистической модели (ЭСМ) любого типа лежит определенная концепция моделируемой экономической системы (объекта), основанная на учете ее характерных свойств.

В настоящее время общепринята точка зрения на экономические объекты как на сложные большие системы, свойствами которых являются управляемость, неопределенность поведения, неполнота информации о будущих состояниях. Итак, первая характерная особенность (свойство), подлежащая учету при моделировании экономических систем, — *управляемость*. Под этим понимается целенаправленное изменение регулируемых входных показателей системы. Характерным свойством экономических систем является то, что, по крайней мере, часть их входных показателей поддается изменению в области допустимых значений. Конкретные значения регулируемых входных показателей представляют собой характеристики принимаемых управляющих решений.

Следующее свойство сложных экономических систем, подлежащее учету при моделировании их поведения, — *стохастический характер поведения* объектов. Под стохастичностью понимается невозможность однозначного определения будущих значений выходных показателей на основе информации об их предыстории и значениях входных показателей. Можно назвать несколько причин, обуславливающих стохастичность экономических процессов. Во-первых, неполны наши знания об изучаемом процессе; во-вторых, поведение определенной части входных показателей случайно, плохо поддается измерению и прогнозированию (природно-климатические и субъективные факторы и т. д.); в-третьих, любая математическая модель носит приближенный характер; в-четвертых, исходные статистические данные имеют погрешности.

Третье принципиальное свойство экономических систем — *инерционность*, т. е. зависимость состояния экономической системы в каждый данный момент времени от ее предыдущих состояний. Инерционность обусловлена невозможностью в небольшие отрезки времени коренным образом изменить технологическую структуру экономических процессов. Это объясняется несколькими причинами. Одна из них связана с лагами капитальных вложений; вторая — с запаздыва-

нием информации о необходимости принятия новых управляющих решений; третья — с медленной реакцией управления на изменение ситуации. Степень инерционности экономических процессов зависит от уровня иерархии исследуемой системы: чем он выше, тем, как правило, больше инерционность.

В зависимости от того, какие свойства экономических систем учитываются, ЭСМ можно подразделить на два крупных класса: экономико-статистические модели со стабильной и ЭСМ с переменной структурой¹.

ЭСМ со стабильной структурой ориентированы в основном на учет свойства стохастичности, для них характерно описание будущих состояний экономического объекта при помощи экстраполяции закономерностей его поведения в прошлом. При построении ЭСМ такого типа принимается, что поведение экономической системы на всем анализируемом отрезке времени описывается одним и тем же случайным процессом, что равносильно предположению о постоянстве свойств экономической системы во времени. В основе корректного применения ЭСМ со стабильной структурой лежит одна из характерных особенностей экономических систем — их инерционность, невозможность существенного изменения состояния экономической системы за малые промежутки времени. Нужно определенное время для срабатывания управляющих воздействий. В пределах времени срабатывания управляющих воздействий применение ЭСМ со стабильной структурой вполне оправданно.

Модели с переменной структурой ориентированы на получение информации о возможных состояниях экономического объекта для различных управляющих решений, они учитывают возможные качественные изменения в поведении изучаемого объекта в результате воздействия новых управляющих решений. Эти модели одновременно отражают два основных свойства экономических систем — стохастичность и управляемость. С содержательной точки зрения применение ЭСМ с переменной структурой соответствует принятию гипотезы об изменяющейся во времени эффективности использования производственных ресурсов. Именно этому последнему классу моделей (способам их построения и областям приложения) и посвящена настоящая монография.

Применительно к задачам анализа структуры связей большое значение имеет разработка априорной гипотезы о ха-

¹ Под структурой ЭСМ понимается набор входных и выходных переменных, форма их взаимосвязи, параметры модели.

рактуре переходов от одной структуры к другой. Если предварительный содержательный анализ позволяет принять гипотезу об относительной плавности переходов от одного состояния объекта к другому, то можно ориентироваться на непрерывные методы описания. Такая гипотеза может быть принята для объектов достаточно высокого уровня (макроэкономические показатели народного хозяйства, отрасли) или для временных выборок по отдельному объекту.

Другая ситуация возникает при пространственных (пространственно-временных) выборках, когда, как правило, выделяются отдельные типы объектов с различным характером зависимостей и резким, скачкообразным переходом от одного типа зависимости к другому. В этом случае целесообразно ориентироваться на комбинированные (дискретно-непрерывные) способы моделирования, базирующиеся на сочетании методов многомерной классификации и регрессионного анализа. Значение таких подходов особенно возрастает при исследовании многомерных процессов, а также тогда, когда отдельные переменные модели принимают дискретные значения или измеряются качественными признаками.

Особенность предлагаемой монографии — широкое использование методов теории распознавания образов (многомерной классификации) на всех этапах экономико-статистического исследования: при анализе структуры выборочной совокупности и в самом процессе построения моделей с переменной структурой. Нужно отметить, что применение методов корреляционно-регрессионного анализа в экономических исследованиях стало уже традиционным, тогда как приложение методов теории распознавания образов (многомерной классификации) к экономическим задачам представляет собой принципиально новый подход, позволяющий решить ряд острых проблем экономико-статистического моделирования, повысить адекватность моделей реальным процессам и расширить сферу их применения.

Основной результат анализа структуры исследуемой совокупности промышленных объектов методами распознавания образов есть разбиение ее на однородные классы (определение числа, характеристик и состава классов, описание тенденций изменения основных элементов классификации во времени). Это позволяет обоснованно подойти к выбору рационального типа модели, учесть при моделировании типологическую структуру совокупности в базисный период и изменение принадлежности объектов к определенным классам во времени под влиянием технического прогресса, при-

родных условий производства и других факторов производственно-хозяйственной деятельности.

Все это предопределило основную ориентацию нашей работы на использование методов кусочно-простой (в частности, кусочно-линейной) аппроксимации зависимостей с изменяющейся структурой.

Сущность построения кусочно-простых моделей заключается в разбиении всего множества возможных выборочных реализаций на ряд подмножеств, в пределах которых простые модели будут достаточно адекватны.

Кусочно-простые модели обладают рядом положительных качеств, выгодно отличающих их от других нелинейных моделей:

во-первых, они просты при интерпретации и использовании;

во-вторых, требуют сравнительно небольшого объема выборочных данных для «надежной» оценки параметров;

в-третьих, разработаны эффективные численные методы их оптимизации на основе анализа данных, позволяющие одновременно осуществлять и выбор информативной подсистемы исходных показателей, и учет разнотипности последних.

Эти качества подтверждаются большим практическим опытом применения дискретно-непрерывных моделей, неизменно обеспечивавших высокую точность описания и прогнозирования на их основе процессов с изменяющейся структурой.

Разработка методов кусочно-простого анализа экономических процессов с изменяющейся структурой ведется не на «пустом» месте — фундаментом являются теоретические результаты, полученные в «классическом» многомерном статистическом анализе. Однако разработанные методы и алгоритмы разбросаны по различным журнальным статьям, и попыток хотя бы как-то их систематизировать не предпринималось, во всяком случае, в отечественной экономико-статистической литературе соответствующих публикаций нет.

В данной работе отражены далеко не все методы кусочно-простого многофакторного анализа. Была сделана попытка изложить лишь наиболее универсальные алгоритмы, нашедшие широкое применение в практике, для которых создано программное обеспечение в виде комплексов и пакетов прикладных программ.

Большое внимание уделено методу «фиксированных элементов разбиений» (ФИЭР), обладающему многими положительными свойствами. При изложении методов ориентация

делается на два основных раздела многофакторной статистики, непосредственно связанных с построением моделей прогнозирования, — регрессионный анализ и дискриминантный анализ (распознавание образов). Нашли отражение и другие методы, в том числе аппроксимация зависимости сплайн-функциями.

Возможны два подхода к изложению в книге материала по экономико-статистическому моделированию. Первый заключается во всестороннем анализе определенного круга математико-статистических методов с последующим рассмотрением возможных областей их приложения. В этом случае акцент делается на методы, а области применения выступают как иллюстрация возможностей их применения.

Используется и другой подход, когда в основу положена содержательная экономическая проблема, а методы выступают как инструментарий ее решения. В настоящей монографии применялся преимущественно второй подход.

Работа носит экспериментально-методический характер, она основана на обобщении и систематизации опыта многочисленных научно-исследовательских работ, связанных общностью экономического содержания и используемого математико-статистического аппарата. Экономико-статистические методы выступают как инструментарий решения определенной экономической проблемы — учета структурных изменений.

Все методические обобщения в работе получены на основе конкретных исследований и иллюстрируются на их примере. Анализ результатов конкретных экономико-статистических исследований позволяет:

сделать некоторые методологические выводы, касающиеся экономико-статистического изучения структуры вообще;
разработать прикладную методику решения типичных экономических задач;

построить конкретные модели, на основе которых может быть выполнен анализ, приняты те или иные решения.

Книга состоит из пяти глав. В первой дается содержательная постановка проблемы выявления и учета структурных изменений экономических процессов при моделировании.

Вторая глава содержит обзор основных методов построения кусочно-простых моделей. Излагаются приемы типологической группировки как для случая последовательных разбиений, так и для одновременного учета множества факторов (кластер-анализ, таксономия). Большое внимание уделяется методу ФИЭР.

Третья глава посвящена изложению методики построения моделей с переменной структурой во временных выборках.

В четвертой главе изложена методика построения двух основных типов моделей для пространственно-временных выборок — классификационных и дискретно-непрерывных. Рассматриваются статический и динамический случаи, детерминистские и вероятностные разбиения.

Обсуждению проблем и методов оценивания качества моделей прогнозирования посвящена пятая глава работы. В ней также излагаются вопросы адаптации моделей.

Большое участие в обсуждении рассмотренных проблем и подходов к их решению приняла кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства Мэри Львовна Лукацкая, которой принадлежит большая заслуга в формировании позиций авторов по основным изложенным вопросам. Ее светлой памяти авторы посвящают эту книгу.

Работа над отдельными главами и параграфами распределилась следующим образом: Розин Б. Б., Ягольницер М. А. — введение, глава 1, глава 2 (§ 1, 2), глава 3, глава 4, глава 5 (§ 1, 3); Котюков В. И. — глава 2 (§ 1, 2, 3), глава 5 (§ 2).

Глава 1

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И ИХ УЧЕТ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ

§ 1. СТРУКТУРА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Статистическая модель может выступать в качестве надежного инструмента прогноза и управления только в том случае, если она достаточно адекватно отражает реальные причинно-следственные связи. Под причинно-следственными связями в наиболее простом случае понимают три взаимосвязанные категории: причину, следствие и оператор, переводящий первое во второе. Первые две категории достаточно подробно изучены. Для целей настоящей работы наибольший интерес представляет уточнение понятия оператора преобразования причины в следствие (и связанного с ним понятия структуры экономического процесса), а также способов его статистического описания.

«Оператором называется вещественное устройство или наделенный структурой процесс, который обеспечивает выполнение причинной связи» [Хейс, 1981, с. 18].

Следует заметить, что оператор преобразования объективно существует до реализации причинно-следственной связи. Важно подчеркнуть, что одна и та же причинно-следственная связь может реализоваться разными операторами, т. е. существуют классы преобразователей.

Можно представить два способа формирования операторов. Первый, «конструктивный», когда задан процесс организации и имеются его элементы. Например, задана технология сборки изделий и имеются детали. Тогда свойства оператора определяются в процессе конструирования изделия.

Второй подход «статистический», с которым чаще сталкиваются в экономических исследованиях, имеет дело с заранее существующими операторами, характеристики которых определяются по результатам наблюдения за их функционированием. Другими словами, имеется совокупность наблюдений со значениями причин и следствий, по которым требу-

ется восстановить оператор. В качестве статистического аналога преобразователя может, например, выступать уравнение регрессии, параметры которого являются характеристиками оператора. По ним можно оценить существование связей, их силу и направление.

Исходя из рассмотренного определения оператора, его можно считать близким аналогом понятия *структуры экономических процессов*, под которой понимается то относительно устойчивое, неизменное, что сохраняется в экономической системе при вариации причин (входов). А под структурой статистической модели процесса следует понимать набор переменных и коэффициентов при них, которые преобразуют входные переменные модели в выходные [Пуарье, 1981].

Изложенное выше представляет собой общий, абстрактный подход к способу статистического описания причинно-следственных связей и необходим для введения некоторых общих понятий. В дальнейшем изложении представляется целесообразным перейти от общей терминологии к экономической с привязкой к типичному экономическому объекту. Наиболее часто в работе в качестве такого объекта будет использоваться промышленное предприятие (объединение).

Выбор этого объекта связан с ролью предприятия в общей системе промышленного производства. Предприятие не только производитель материальных ценностей и экономически самостоятельная единица, но и источник информации, используемой на всех уровнях планирования и управления народным хозяйством. Вышестоящие звенья (уровни) системы промышленного производства (тресты, комбинаты, главки, министерства) непосредственно не связаны с процессом материального производства, а осуществляют переработку информации о работе промышленных объектов и управляют ими на основе результатов этой переработки.

Представим рассмотренную выше общую схему причинно-следственных связей в терминах функционирования промышленного объекта.

В современном производстве можно выделить шесть структурных элементов. Это, во-первых, рабочий — главная производительная сила общества; во-вторых, материально-вещественные элементы производства (орудия труда, предмет труда и продукт труда); в-третьих, технология и организация производства, характеризующие взаимодействие всех элементов в производственном процессе.

Все структурные элементы промышленного производства взаимосвязаны, они образуют не произвольные, а определен-

ные типичные сочетания. Главенствующую роль в формировании этих комбинаций обычно играют орудия труда: конкретной технике производства обычно отвечают соответствующие предмет и продукт труда, технология и организация производства. В добывающих отраслях промышленности, где значительное влияние на остальные элементы процесса производства оказывают характер и качество предмета труда, в роли своеобразного структурообразующего элемента выступают горно-геологические условия. Вместе с тем каждый из остальных элементов, а также уровень технологии и организации производства оказывают значительное влияние на развитие техники и друг на друга и в определенных условиях могут выступать как база формирования типа предприятия.

Связи между структурными элементами производства не носят жесткого детерминированного характера. С развитием промышленного производства помимо увеличения количества разновидностей каждого элемента (специализация и дифференциация техники, расширение числа видов используемого сырья, топлива, многообразие технологических способов производства и т. д.) возрастает число возможных и реализуемых комбинаций этих элементов. Для большинства отраслей современного промышленного производства характерна неоднозначность технологии. Технологические решения стали чрезвычайно многообразными, в том числе и для определенных орудий труда. Как и выбор технологии, выбор варианта организации производства перестает быть однозначным. При данной технике и технологии становятся возможными многочисленные варианты организации производства. Сказанное относится и к другим структурным элементам производственного процесса.

Связи, направления влияния между элементами производства не однозначны. Взамен классической схемы формирования типа предприятия: орудия труда → технология → организация производства — появляются новые схемы, где вершиной графа может выступать практически любой структурный элемент производства, а последовательность связей может быть различной. Например, требования к качеству продукта труда — необходимость получения особо чистых металлов — обусловили разработку новых технологических процессов и новой техники в металлургии (электровакуумная и электронно-лучевая плавка и т. п.).

В технико-экономических исследованиях, какими являются статистические исследования на уровне предприятия, работу промышленного объекта удобно рассматривать как

процесс преобразования предмета труда в продукт труда. Тогда предприятие можно представить в виде некоего преобразователя, задача которого сводится к переработке различных видов ресурсов в готовую продукцию.

Схема «предприятие — преобразователь» — аналогия технического преобразователя, и как всякая аналогия условна. В техническом преобразователе резко различаются преобразующее устройство и преобразуемый ресурс. На предприятии эти элементы близки. Основные фонды, рабочая сила носят двоякий характер: с одной стороны, выступают как ресурсы, с другой — являются элементами преобразователя.

Процесс функционирования промышленного объекта может быть представлен следующей схемой: на вход объекта поступают ресурсы: сырье, электроэнергия, затраты труда. При этом часть ресурсов — сырье, электроэнергия, топливо и т. д. — поступает из внешней среды, другая часть представляет собой использование элементов самого преобразователя — производственных фондов и рабочей силы.

На предприятии осуществляется процесс производства, который представляет собой воздействие труда при помощи орудий труда на предмет труда заданным технологическим способом при определенном уровне организации производства.

На выходе промышленного объекта мы вновь имеем материальный поток — готовую продукцию. Описанный процесс асимметричен, направлен от ресурсов к продукции и, как правило, необратим.

Процессу производства продукции сопутствует процесс преобразования состояния самого предприятия (изменения объема и состава его основных фондов, запасов сырья и полуфабрикатов и т. п.). Таким образом, при углубленном экономическом исследовании схема потоков на предприятии за определенный период должна включать помимо двух основных элементов (расхода ресурсов и выпуска продукции) также и третий элемент — изменение состояния предприятия. То есть предприятие можно рассматривать как двойной преобразователь: предмета труда в продукт труда и базисного состояния предприятия на начало исследуемого периода в конечное (схема 1.1).

Учет процесса изменения состояния предприятия имеет большое значение лишь в отдельные периоды его функционирования (при освоении, реконструкции и т. п.). Во время стационарного функционирования изменение состояния предприятия обычно оказывается незначительным и поэтому часто

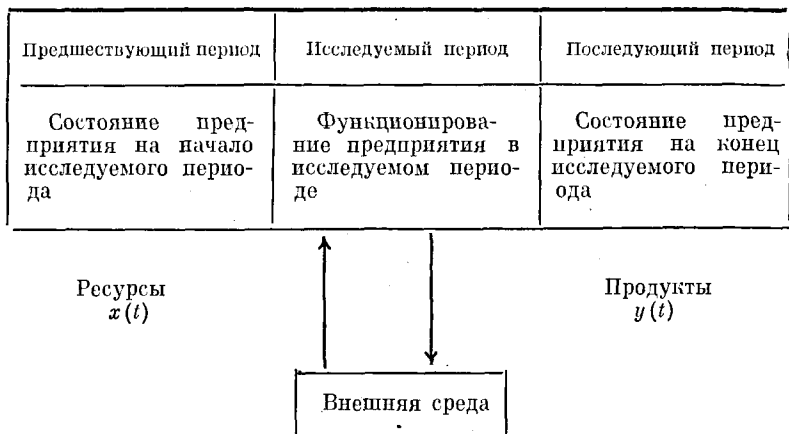


Схема 1.1. Функционирование предприятия.

можно воспользоваться только основной частью схемы преобразователя, описывающей собственно процесс производства продукции.

Вполне понятно, что в приведенной схеме элементы весьма укрупнены. В реальных исследованиях каждый из элементов схемы описывается набором переменных, характеризующих его уровень, качество и структуру.

В ходе экономико-статистического исследования мы всегда имеем дело с информацией о материальных потоках в виде технико-экономических показателей и характеристик. Они могут быть поставлены в соответствие определенным частям материального потока: информация о ресурсах, информация о производственном потреблении ресурсов, информация о результатах производства. С этой точки зрения производство может рассматриваться как преобразователь входной информации в выходную.

Таким образом, все показатели, характеризующие деятельность предприятия, могут быть сведены в три группы: входные, условия производственного потребления и выходные. Входные показатели — это величина и структура затрат материальных ресурсов; условия производственного потребления ресурсов — технологические способы производства, природные условия и др.; выходные — результаты производства (объем готовой продукции, ее структура, качество и др.).

Между выходными показателями, с одной стороны, и всеми остальными, с другой, существует некая причинная связь,

выражающая влияние входных показателей и условий производственного потребления на выходные.

При исследовании непрерывный процесс функционирования промышленного объекта обычно заменяется набором дискретных актов производства. Для предприятия длительность одного такого дискретного акта принимается обычно равной году, но может быть и другой. Для объектов более низкого уровня величина квантов обычно меньше. Вход и выход по схеме преобразователя в этом случае представляют собой накопленные за рассматриваемый период величины, характеристики преобразователя — средние величины за этот же период.

Квантование процесса производства приводит к замене действительной линии развития технологического уровня производства на предприятии ступенчатой, дискретно-непрерывной.

Продолжая аналогию с преобразователем, можно выделить два вида оценок хода процесса — его интенсивность и эффективность.

Интенсивность процесса производства измеряется величиной выходного потока в единицу времени. В экономической интерпретации интенсивность процесса производства для предприятия — это объем выпуска продукции за год (или другой период), для агрегата — производительность в час, смену и т. д. Интенсивность — всегда именованная величина.

Эффективность процесса преобразования, его так называемый коэффициент полезного действия, представляет собой отношение выходного потока к входному, соотношение результатов и затрат производства. В экономической практике часто используются и обратные величины — отношение затрат к результату. Показатели эффективности могут быть и относительными, и именованными величинами.

Сопоставление результата с отдельными видами затрат дает множество частных показателей эффективности в прямой форме: производительность труда, коэффициенты использования оборудования и т. д.

Принципиальный недостаток всех частных показателей эффективности, используемых в традиционном технико-экономическом анализе, — неполнота. В них чаще всего недостаточно учитываются затраты, при этом общий результат производства относят к затратам одного вида ресурсов (например, показатель производительности труда — отношение всего выпуска продукции к затратам труда, фондоотдача — отношение всего выпуска к стоимости фондов и т. д.). В дейст-

вительности при определении эффективности производственного процесса невозможно изолированное измерение эффективности затрат отдельных ресурсов. Результат производства есть функция совместного воздействия всех ресурсов.

Подход к изучению экономической эффективности использования ресурсов должен базироваться на следующих основных принципах:

выпуск продукции является результатом совокупного действия всех затрат ресурсов;

отдельные свойства как ресурсов, так и результатов производства (а следовательно, и экономические показатели, характеризующие эти свойства) взаимосвязаны.

Характерным для этого подхода является то, что эффективность производства оценивается в рамках одной из модификаций общей модели «затраты — выпуск» путем сопоставления общего результата со всеми затратами.

Резюмируя, дадим краткую сводную характеристику предприятия как объекта экономико-статистического исследования.

Изучению и моделированию подлежит формирование показателей интенсивности и эффективности производственного процесса на отдельном промышленном объекте. При этом промышленное предприятие (объект) рассматривается как автономно действующий преобразователь ресурсов в продукцию, внешние условия функционирования которого создаются системой более высокого уровня. Исследованию подлежит совокупность искусственно сформированных дискретных актов производства, каждый из которых характеризуется начальным и конечным состоянием объекта, затратами ресурсов, условиями их производственного потребления, результатами производства и показателями экономической эффективности производственного процесса.

Пренебрегая изменением состояния предприятия в сравнительно короткие периоды времени и несколько упрощая, можно объединить ранее перечисленные характеристики схемы процесса производства в две группы:

производственные факторы (все виды ресурсов и характеристики самого процесса производства);

результативные экономические показатели (выпуск продукции, ее качество и структура, а также показатели экономической эффективности производственного процесса).

Переходя к геометрической интерпретации, можно соответственно двум группам характеристик работы объекта ввести два признаковых пространства — факторов произ-