

И.И.Елисеева

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СВЯЗЕЙ



ИБ № 1435

Ирина Ильинична Елисеева

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СВЯЗЕЙ

Редактор *Т. В. Мызникова*

Художественный редактор *А. Г. Голубев*

Технический редактор *Г. М. Иванова*

Корректоры *Е. К. Терентьева, Т. Г. Павлова*

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

И. И. ЕЛИСЕЕВА

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СВЯЗЕЙ

Под редакцией
докт. техн. наук *А. Н. Жигарева*



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЛЕНИНГРАД 1982

УДК 519.24

Елисеева И. И. Статистические методы измерения связей/Под
ред. А. Н. Жигарева. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1982. 136 с.
Ил. — 10, табл. — 15, библиогр. — 85 назв.

В книге рассматриваются различие и сходство статистического
измерения жестко детерминированных и стохастических связей со-
циально-экономических явлений. Предлагается классификация ста-
тистических методов измерения связей. Выявляется единство мето-
дов анализа разных видов связей. Рассматривается интерпрета-
ция сравнительно новых для социально-экономической статистики при-
емов измерения связей с традиционными (путевой и регрессионный
анализ, каноническая корреляция в анализе таблиц сопряженности
и использование теста χ^2 и т. д.). Изложение всех вопросов иллю-
стрируется примерами, типичными для практики социально-эконо-
мических исследований.

Книга рассчитана на экономистов, статистиков, социологов,
а также будет полезна студентам старших курсов и аспирантам
экономических вузов

Рецензенты: докт. экон. наук Г. Г. Брод (Ленингр. фин-
экон ин-т им. Н. А. Вознесенского), канд. экон. наук В. А. Дубо-
зов, канд. экон. наук С. Г. Петровцев (Ленингр. политехн ин-т
им. М. И. Калинина)

0702000000—073 46—82
Е 076(02)—82

© Издательство
Ленинградского
университета, 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

Поставленные партией и правительством задачи по совершенствованию прогнозирования, планирования и анализа развития народного хозяйства требуют научно обоснованного изучения экономических связей на основе экономико-математического моделирования социальных и хозяйственных процессов, использования статистических методов. В статистике развиты многообразные методы изучения связей между явлениями: индексный метод, аналитические группировки, метод корреляций и регрессий, дисперсионный анализ и т. д. Однако при их применении возникает много дискуссионных проблем, особенно при определении области применения каждого из методов.

Невозможно рассмотреть все без исключения средства статистического анализа. Основное внимание в книге уделяется наиболее популярным методам исследования, а также методам, теоретическая основа которых недостаточно разработана. Главную задачу работы автор видит в преодолении «водораздела» между статистико-экономическими и статистико-математическими методами измерения связей, в последовательном проведении идеи комплексности разных методов.

Язык работы, форма изложения определялись тем, что к настоящему времени по проблемам статистического измерения связей издано довольно большое число монографий отечественных и зарубежных авторов, однако многие из них написаны специалистами-математиками и требуют «перевода» на язык рядового экономиста, социолога-практического работника, «потребителя» тех или иных статистических методов. Поэтому автор старалась уделять основное внимание логике каждого метода, его аналитическим возможностям. Основные теоретические положения иллюстрируются примерами, типичными для практики социально-экономических исследований.

Несколько слов о структуре книги. В целом монография построена по принципу перехода от довольно простых приемов к более сложным методам решения.

Логика статистического анализа, эволюция его методов определяются логикой предмета статистики, природой измеряемых связей. Этим вопросам посвящена первая глава книги. Раскрываются особенности предмета статистики — статистической совокупности, выделяются основные задачи прикладного статистического исследования: статистическое описание, объяснение, предсказание; отмечается специфика их решения в социально-экономических исследованиях. Особое внимание уделяется стадии объяснения. Показывается соответствие методов статистического анализа природе связей, раскрываются особенности причинных связей и связей соответствия, определяющие специфику их измерения. Жестко детерминированные (функциональные) и стохастические связи рассматриваются как особые формы проявления связей. Предлагается классификация статистических методов измерения связей, учитывающая, на какой основе производится анализ: непосредственно на механизме связи или на сопряженности в изменениях признаков. Все вопросы обсуждаются применительно к специфике социально-экономических явлений, имеющих сложную природу и выдвигающих специальные требования к статистическому методу.

В гл. 2 рассматриваются основные методы статистического измерения связей. На основе последовательного развертывания системы показателей обсуждаются задачи и методы измерения жестко детерминированных связей. Обычно жестко детерминированные и стохастические связи противопоставляются друг другу. Противопоставляются и методы их анализа (см., например, работы [2, 10]). В большинстве теоретических и прикладных работ мы сталкиваемся с анализом либо одного, либо другого вида связей. Однако имеются глубокие философские основания их единства, обусловленные единством статистических и динамических закономерностей. С учетом этого автором предлагается методика анализа жестко детерминированных связей с использованием средств вариационной статистики.

Большое внимание уделяется измерению связей категоризованных переменных. Обсуждается зависимость статистических методов от уровня измерения переменных. В качестве универсального выдвигается теоретико-информационный подход к измерению связей, особенно плодотворный для изучения явлений, которые описываются главным образом неколичественными переменными. Обсуждаются основные вопросы метода аналитической группировки, в частности проблемы многофактор-

ного анализа, показана целесообразность стандартизации условных распределений для получения частных показателей связи. Корреляционно-регрессионный анализ прочно вошел в практику современных социально-экономических исследований. Однако при его применении возникает ряд вопросов, связанных прежде всего характером изучаемых связей, их сложностью, многофакторностью. Поэтому в § 4 гл. 2 при рассмотрении этого метода основное внимание уделяется проблеме мультиколлинеарности переменных — явной и скрытой, ее критериям, влиянию на результаты анализа. Обсуждение этого вопроса связано с проблемой преобразования переменных — выявлением так называемых главных факторов или главных компонент — линейных комбинаций исходных переменных, обладающих дисперсиями с особыми свойствами. Однако «несмотря на то, что некоторые линейные комбинации параметров могут быть определены достаточно точно, экономист больше интересуется самими параметрами, а не их комбинациями» [49, с. 301]. По этой причине автор сочла возможным не останавливаться на методах анализа, связанных с преобразованием переменных, тем более что они подробно освещаются в современной статистической литературе.*

Так как в практике социально-экономических исследований часто приходится измерять связи на основе агрегированных данных, в специальном параграфе рассматриваются возможные отклонения показателей корреляции и регрессии от «истинных», тех, которые были бы получены на уровне единиц.

Рассмотрение отдельных статистических методов измерения связей обнаруживает их преемственность. Интеграции разных методов посвящена третья глава монографии. Выделяются основные направления комплексного использования показателей связей, полученных на основе жестко детерминированного уравнения связи и на основе измерения совместной вариации признаков. Предлагается методика совместного использования индексного и регрессионного методов анализа и т. д.

Объектом статистического изучения в социальных науках являются сложные системы. Построение изолированных уравнений регрессии, изолированных оценок тесноты связей недостаточно для анализа таких систем, необходимо построение системы одновременных, так называемых структурных уравнений. При этом происходит выделение и оценка опосредованных и непосредственных влияний переменных, что дает основание

* См., например, работы [21, 22, 56].

для причинной интерпретации структурных моделей. Структурное моделирование и его разновидность — путевой анализ — рассматриваются в § 2 гл. 3 как способ преодоления косвенного характера регрессионных и корреляционных показателей.

Рассматриваются также некоторые новые направления анализа таблиц сопряженности. В последние годы активно развиваются методы моделирования частот таблицы сопряженности. В книге дается обзор основных подходов к построению подобных моделей. Обсуждается, кроме того, подход к анализу таблиц сопряженности, основанный на использовании канонической корреляции и позволяющий получить хорошую аппроксимацию структуры исходных данных.

Таким образом, в гл. 3 смыкаются воедино проблемы жестко детерминированных и корреляционных связей, причинного и корреляционного анализа, канонической корреляции и декомпозиции частот таблицы сопряженности.

Автор выражает искреннюю признательность доктору экон. наук Б. Г. Плошко и кандидату экон. наук Т. С. Кадибур за постоянную поддержку при написании книги, а также глубокую благодарность рецензентам — кандидатам экон. наук В. А. Дуболазову, С. Г. Петровичеву и доктору экон. наук Г. Г. Бро за ценные замечания, способствовавшие улучшению рукописи.

ЗАДАЧИ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ СВЯЗЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

§ 1. Предмет социально-экономической статистики. Этапы статистического исследования

Логика прикладного статистического анализа, эволюция его методов определяются спецификой изучаемого объекта, теми особенностями, которые накладывает сфера исследования на предмет статистики.

Статистика как ветвь математики — математическая статистика — опирается на определение предмета исследования, никак не связывая его с той или иной физической природой явлений. Это оказывается возможным в силу общности свойств разных объектов, позволяющих определять их как некий статистический коллектив. Модель статистического коллектива (или совокупности) весьма абстрактна и описывается в основном такими понятиями, как массовое случайное явление, случайная величина, случайное событие, вероятность события, закон распределения случайной величины.

Всякое отдельное явление рассматривается как случайное, отклоняющееся от закономерности лишь вследствие второстепенных моментов. Круг случайных явлений, изучаемых математической статистикой, ограничен так называемыми массовыми случайными явлениями. Любую характеристику случайного явления, которая может принять одно из возможных значений, называют случайной величиной, а появление того или иного значения случайной величины — случайным событием. Естественным дополнением служат понятия частоты данного события (или его вероятность) и закона распределения случайной величины, связывающего множества ее возможных значений с вероятностью появления этих значений.

Все эти понятия отличает высокая степень абстракции. Игнорируются сложность проявления реальных закономерностей, подчиненность явлений одновременному действию не од-

ной, а многих закономерностей. Не учитываются сложная и противоречивая природа единичного, взаимосвязанность его сторон. Каждая отдельная сторона явления (случайная величина) может выступать как самостоятельный предмет изучения. Недаром, например, Р. А. Фишер говорит не о совокупности рекрутов, а о совокупности «ростов рекрутов» [54, с. 3]. Такое расчленение явлений возможно при изучении высокоустойчивых коллективов.

Подобное представление статистической совокупности оказывается вполне приемлемым и в приложениях статистики в военном деле, агротехнике, медицине, физике, химии, астрономии и т. д., часто имеющих дело со слабо развивающимися высокоустойчивыми совокупностями. Все перечисленные объекты статистического изучения допускают проведение экспериментов, а это обеспечивает возможность бесконечно большого числа повторений при сохранении неизменными условий опытов или измененных заданным образом. Иначе обстоит дело в социально-экономических исследованиях. Применение статистики в экономике, социологии, географии и т. д. обнаруживает ограниченность столь абстрактных представлений. Оставаясь в достаточной степени абстрактно-универсальными, они вместе с тем должны быть конкретизированы, обогащены спецификой объекта исследования. Этого требует развитие прикладного статистического анализа. Остановимся на основных необходимых свойствах предмета статистических исследований в социально-экономических приложениях.

Статистика всегда изучает совокупности, не ограничиваясь единичными явлениями. Это неизбежно из-за сложности изучаемых закономерностей, ограниченности их отражения в единичном явлении. Единицы составляют совокупность в силу единства определенной закономерности, лежащей в их основе. В то же время каждое единичное, непохоже на другое, индивидуально и неповторимо. Но и эта индивидуальность лежит в русле общей закономерности. Определяя предмет статистики как множество однокачественных и в то же время варьирующих явлений, подчеркнем, что те или иные явления составляют определенную совокупность, объединенную одной определенной связью. Рассматриваемые в другом аспекте те же явления могут принадлежать разным совокупностям. Эта «одноплановость» статистической совокупности — прямое следствие сложности и многообразия процессов, протекающих в каждом единичном явлении.

Единица любой совокупности социально-экономических явлений представляет собой комплекс разных процессов, облада-

ет множеством различных свойств или признаков. Признаки, непосредственно отражающие качество явления, позволяющие уловить его сущность, — так называемые существенные признаки — образуют необходимо связанную систему, в которой один признак взаимосвязан с другим. Вариация таких признаков всегда ограничена единым качеством явлений. Скажем, себестоимость единицы одного и того же вида продукции по совокупности однородных предприятий не может принимать сколь угодно большие или сколь угодно малые значения, ее изменение будет лежать в довольно узких пределах, определяемых примерно одинаковой трудоемкостью производства продукции, уровнем развития техники, однородным характером организации труда и т. д. Очевидна связанность себестоимости с другими существенными признаками предприятия: уровнем производительности труда, фондооснащенностью и фондоотдачей, квалификацией работников и т. д. Изменение одной из этих характеристик необходимо приводит к изменению других. Признаки позволяют получить характеристику явлений, через их связь оценивается и измеряется связь между самими явлениями.

Единица совокупности представляет собой сложную структуру со своей внутренней иерархией признаков. Важнейшим в такой структуре является наличие определенной субординации между элементами, что приводит к выделению уровней ее внутренней организации.

Решение вопроса о единице совокупности и границах объекта изучения тесно связано с вопросом об уровне исследования. Можно изучать, например, производительность труда на уровне отрасли, на уровне отдельного предприятия, цеха, бригады, наконец на уровне отдельного работника. В каждом случае единица совокупности будет особой: предприятие данной отрасли; работник данного предприятия, цеха, бригады; человеко-день при изучении отдельного работника. Уровень исследования определяет круг выдвигаемых задач и, наоборот, задачи исследования определяют уровень его организации. В указании единицы совокупности проявляется непосредственная связанность этих вопросов: при исследовании на любом уровне в качестве единицы выступает то явление, в котором реализуется изучаемая закономерность и наблюдая которое можно проследить ее действие. Единица совокупности — это частный случай проявления исследуемой закономерности. При дальнейшем дроблении явления необходимые черты процесса будут утрачены. Иными словами, единица совокупности — это предел дробления объекта исследования, при котором сохраняются все свойства изучаемого процесса.

Особенности условий формирования явлений, различия в темпах их развития вызывают появление в совокупности особых типов, со своими специфическими свойствами. Предметом исследований социально-экономической статистики оказываются не просто совокупности явлений, а *общие* совокупности, включающие несколько *частных* совокупностей [39]. Например, совхозы, представляя единую совокупность социалистических сельскохозяйственных предприятий, вместе с тем включают разнотипные группы, различающиеся по производственному направлению, и далее — по интенсивности ведения хозяйства и т. д. Только в рамках отдельной частной совокупности единицы ее имеют один и тот же круг существенных признаков и близкие значения этих признаков.

Сложность внешних и внутренних связей каждого явления, их варьирование приводят, в свою очередь, к неоднородности выделившихся типов, или классов. Даже при достаточно полном описании классов не всегда можно точно решить, принадлежит ли объект к данному классу (типу) или к другому. Повидимому, удовлетворительным будет представление класса (типа), любого однородного коллектива как состоящего из ядра и окружающих его явлений.* Ядро — концентрированное выражение всех специфических свойств типа, определяющих качественное отличие данного типа от всех иных. Кроме единиц, составляющих ядро, класс включает явления переходного качества, принадлежность которых к данному классу может быть гарантирована лишь с определенной вероятностью. Такие явления образуют, так сказать, «полосу размыва» между типами.

Подобное представление предмета исследования многократно встречается в трудах В. И. Ленина. Вспомним хотя бы ленинское указание на тысячу возможных переходов от крестьянина к пролетарию через выявление самых разнообразных форм связи с землей, с одной стороны, и с другой стороны, с отхожими промыслами.** «Капитализм не был бы капитализмом, если бы „чистый“ пролетариат не был окружен массой чрезвычайно пестрых переходных типов; от пролетария к полупролетарию..., от полупролетария к мелкому крестьянину (и мелкому ремесленнику, кустарю, хозяйчику вообще), от мелкого крестьянина к среднему и т. д.; если бы внутри самого пролетариата не было делений на более или менее развитые слои...»***

* Такое представление объекта применительно к социальным типам населения было использовано в статьях О. И. Шкаратана, В. О. Рукавишникова [59, 60].

** В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 3, с. 166, 542, 546.

*** Там же, т. 41, с. 58.

Такое же замечание сделано В. И. Лениным в отношении фермерских хозяйств, кустарных заведений при определенных характеристических чертах капиталистических и некапиталистических хозяйств.*

Представление о нечетком размежевании типов (классов), особенно очевидное в социально-экономических исследованиях, является универсальным: то же обнаруживается при изучении качества продукции, месторождений полезных ископаемых, классификации минералов и т. д., т. е. при исследовании любого статистического коллектива, как реально существующего, так и генерируемого экспериментально. Соотношение между ядром и его окружением в разных классах (типах) будет, конечно, различным: это зависит от устойчивости класса, длительности его существования, взаимодействия с другими классами той же совокупности, с другими совокупностями.

Социально-экономические исследования резко выделяются из всех приложений статистического метода по сложности и многообразию требований. Причина этого в особой природе социально-экономических явлений и процессов, в центре которых человек — сложный социальный организм со своими субъективными установками, активным воздействием на окружающий мир. Однокачественные социальные явления изменяются интенсивнее, чем явления внесоциальной жизни, причем вариация имеет направленность. Наличие определенной тенденции в развитии явлений сочетается с их высокой динамичностью. Сравним, например, эволюцию производительности труда и какого-либо биологического вида. Эволюция вида совершается тысячи лет, тогда как качественные сдвиги в производительности общественного труда могут происходить неоднократно в пределах жизни одного поколения. И еще одна немаловажная особенность — в описании социально-экономических явлений обычно присутствуют неизмеримые свойства (например, пол, национальность, социально-профессиональная группа работника и т. п.), что предъявляет особые требования к статистическому методу.

Отмеченные и многие другие особенности этой сферы приложения статистики вызывают необходимые модификации статистических приемов, появление специфических методов статистического описания и анализа, накладывают ограничения на использование техники, развитой в приложении к объектам естественных наук. Иными словами, речь идет о качественно новых чертах, приобретаемых статистикой в процессе ее прило-

* Там же, т. 24, с. 277; т. 27, с. 180; т. 45; с. 20.

жений в социально-экономических исследованиях, о выделении особой социально-экономической статистики.

Статистическое исследование социально-экономических объектов включает несколько этапов: наблюдение, описание собранных данных (их классификацию, получение обобщающих показателей) и анализ связей между ними. Выделение наблюдения, т. е. сбора первичных данных, в качестве особой стадии статистического исследования — непосредственное следствие специфики изучаемого объекта. Не останавливаясь детально на содержании этой стадии, отметим лишь, что все основные вопросы, решаемые здесь, — определение границ объекта наблюдения, времени и продолжительности наблюдения, разработка программы и инструментария наблюдения, способа сбора данных и т. д. — вытекают из сложности и динамичности изучаемого объекта. Невозможность активного эксперимента требует на этой стадии глубокой теоретической проработки выдвигаемых гипотез с тем, чтобы обеспечить полноту описания объекта, достоверность и объективность последующих обобщающих показателей, измерение основных зависимостей.

Для того чтобы яснее понять логику статистического метода, весьма полезно представление первичных данных в виде таблицы «объект — признак» или матрицы, строки которой соответствуют объектам (единицам совокупности), а столбцы — признакам. Отмечавшаяся неоднородность совокупностей обуславливает внутреннюю структуру такой таблицы: соединение в ней нескольких подмассивов данных. Каждая единица задается своим номером $i=1, 2, \dots, n$ и значениями признаков x_{ij} :

$$\begin{array}{cccc} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{array}$$

Размеры такой таблицы обычно оказываются достаточно большими: число строк может колебаться от десятков до сотен тысяч, а число столбцов — от одного-двух до нескольких сотен. Основные статистические методы обработки социально-экономической информации исходят именно из такого представления данных* и включают два типа задач: выявление сходства между объектами (строками таблицы) и анализ вза-

* Заметим, что это не единственный способ представления данных. Он не учитывает, например, временной компоненты, многоуровненность структуры объекта и т. д.

имоотношений между признаками (связи между столбцами таблицы). Первый тип задач есть задача классификации данных. Практически каждая совокупность социально-экономических явлений всегда внутренне дифференцирована и представляет собой своеобразный комплекс разнородных типов. Без выделения классов явлений теряют реальное значение, а зачасую и смысл все обобщающие показатели, в том числе и показатели связей.*

Любая схема классификации основывается на одном общем фундаментальном принципе, содержащем два положения: 1) объединение в один класс объектов, сходных между собой в некотором смысле; 2) степень схождения у объектов, принадлежащих одному классу, должна быть больше, чем степень схождения у объектов, относящихся к разным классам (типам).

Различие между схемами и приемами решения задачи классификации определяется во многом тем, как специфицируется понятия «сходство», «степень схождения». В типологической группировке эти понятия не формализованы, напротив, в процедурах автоматической классификации данных на ЭВМ эти понятия формализованы и выражаются рядом функциональных соотношений.

Метод типологической группировки специфичен для социально-экономической статистики, его отличает внеэкспериментальный характер решения основных вопросов: то, какие типы подлежат выделению, на каком основании относятся отдельные явления к тому или иному типу, обосновывается прежде всего теорией изучаемого объекта.

Автоматическая классификация, осуществляемая методами распознавания образов, не ориентирована только на социально-экономические объекты. Обширный класс алгоритмов в задачах автоматической классификации социально-экономических объектов основан на задании определенных мер схождения. При этом любая мера схождения представляет собой некоторую функцию, ставящую в соответствие каждой паре точек (x_i, x_j) некоторое число a_{ij} , характеризующее степень схождения (близости) между объектами u_i и u_j исходного множества $\{u\}$. Используемые на практике меры схождения разнообразны, но все они удовлетворяют следующим общим требованиям:

$$a_{ij} \geq 0, \quad a_{ij} = a_{ji}, \quad a_{ij} \geq a_{ii}.$$

* С. А. Айвазян на конкретном примере показал, как игнорирование эффекта разнородности данных может привести к искаженным представлениям об интенсивности связи признаков [3]. Нередко смешение разных типов приводит к нелинейности связей.

Широко используются три варианта мер сходства: 1) коэффициенты подобия (или квантифицированные коэффициенты связи); 2) коэффициенты корреляции; 3) показатели расстояния в метрическом пространстве [20].

Классификация данных, как правило, предполагает последующее описание классов (типов) системой статистических показателей. Это «рассказ» о типе — его распространенности, о том, что характерно для конкретного типа, о степени однородности составляющих его явлений, их связях. Статистическое описание может включать и модели, воспроизводящие состояние объекта или описывающие какой-либо процесс.

Построение обобщающих показателей, их системы составляет еще одно принципиальное отличие социально-экономической статистики от прикладного статистического анализа других объектов исследования. Показатель является элементарной моделькой определенного социального или экономического понятия, продолжая «выработку понятий с точки зрения их количественной оценки» [62, с. 36]. Конструкция большинства статистико-экономических показателей по сути есть модельное описание объекта в аспекте измеряемого свойства, согласованное с общей теорией объекта и выдвинутыми гипотезами о взаимосвязях.

Логическая обоснованность показателя обуславливает единственность методики его построения для данной цели. Сошлемся на пример показателя валовой продукции при обобщении данных в рамках предприятия и отрасли. В первом случае расчет ведется по так называемому заводскому методу. Объединяя разные виды продукции и полуфабрикатов, валовая продукция предприятия выражается формулой*

$$Y = A + (b_2 + N_2) - (b_1 + N_1),$$

где A — стоимость выработанных за отчетный период на предприятии готовых изделий; N_1 , b_1 — объем незавершенного производства и остаток полуфабрикатов соответственно на начало данного периода; N_2 , b_2 — объем незавершенного производства и остаток полуфабрикатов в конце периода.

Такой способ определения валовой продукции отражает стоимостную структуру валового продукта, но преувеличивает стоимость созданного продукта, так как включает стоимость потребленного сырья и полуфабрикатов. Если в качестве харак-

* Обычно в экономической статистике валовая продукция обозначается как ВП, однако чтобы сразу перейти на универсальный язык математики, мы заменили это обозначение традиционным обозначением зависимой переменной — Y .

теризуемого объекта выступает не отдельное предприятие, а отрасль, методика определения валовой продукции изменится — из итоговой стоимости продукции каждого предприятия вычтется стоимость изделий других заводов отрасли, переработанных в пределах данного предприятия (внутриотраслевой оборот):

$$Y_{\text{завода}} = A + (b_2 + N_2) - (b_1 + N_1) - M,$$

где M — внутриотраслевой оборот. Тогда $Y_{\text{отрасли}} = \Sigma Y_{\text{завода}}$.

Подобное построение показателя позволяет проанализировать, как изменилась его величина под влиянием отдельных составляющих (готовой продукции, незавершенного производства и т. д.).

Аналитический характер имеют и более простые по своей конструкции показатели. Например, так называемые отношения интенсивности. По существу — это простейшие показатели силы связи: характеристики среднего изменения результата при изменении фактора на единицу. Принцип их построения выражен Ж. Бертильоном «...по возможности сравнивать результаты (числитель дроби) с их непосредственными причинами (знаменатель дроби)».* Можно привести множество примеров показателей такого рода, в частности урожайность — не что иное, как показатель связи величины валового сбора с посевной площадью; показатель рождаемости — характеристика связи между числом родившихся и численностью женщин фертильного возраста и т. д.

В основе построения всех приведенных показателей лежит реальная связанность признаков явлений. Показателями связей являются и другие виды относительных величин, например отношения координации.** Так же как и отношения интенсивности, они основаны на сопоставлении двух сумм разных признаков, обобщающих разные свойства явлений, но связь этих свойств не обязательно является причинной. Пусть x и y — свойства, присутствующие у всех единиц данного множества $\{u\}$, причем имеется эмпирическая взаимосвязь (O) , налагаемая на x и y : xOy , справедливая как для отдельного явления, так и для всего множества явлений. Пусть эта связь имеет вид отношения y/x . Тогда $\Sigma\{u\} y_i / \Sigma\{u\} x_i$ — отношение координации. К

* Ж. Бертильон. Курс административной статистики. Ч. 1. М., 1897, с. 113.

** О видах статистических показателей см., например, в работах [38, 39, 46, 47].