
Н.В. Крупенкова
(Москва)

СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ: СТАНОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ С ЛАТЕНТНЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ¹ (Часть 2)²

В статье прослеживается история становления основных видов моделей с латентными переменными. Рассматриваются задачи и проблемы измерения на этапе возникновения той или иной модели. Освещаются представления о форме и характере связи ненаблюдаемых сущностей с наблюдаемыми характеристиками, которых придерживались создатели моделей.

Ключевые слова: измерение, латентные переменные, модели с латентными переменными, аксиоматизация измерения, многомерное шкалирование, аксиоматизация (формализация) теоретического знания, вспомогательные теории измерения, причинный анализ, путевой анализ, модели структурных уравнений.

Результатом развития факторно-аналитических идей, как было показано в первой части настоящей статьи, стало появление моделей с латентными переменными, обладающих мощным познавательным потенциалом. Однако соотношение теоретически заданных латентных переменных и эмпирических индикаторов, обоснование измерительных процедур и организация кумулятивного роста знания по-прежнему оставались сложными вопросами

Наталья Витальевна Крупенкова – младший научный сотрудник Института социологии РАН. E-mail: krupenkova@list.ru.

¹ Статья подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 06-06-80253.

² Продолжение. Начало см. № 26 за 2008 г.

для социологического измерения. Первые попытки решения этих вопросов, имея несомненную содержательную ценность как таковые, указали также на значимость преодоления имеющихся трудностей. Поиск новых ответов на поставленные вопросы привел к становлению новых моделей с латентными переменными в социологии.

Аксиоматизация измерения и многомерное шкалирование

Исследования в области фундаментальных принципов измерения стали основой для оформления аксиоматического подхода в социальных науках. Прообразом этого подхода явилась геометрия – первая наука, основания которой были оформлены аксиоматически. Непосредственным же источником его возникновения считается гильдеровская аксиоматизация измерения массы¹ (1901 г.) – первое исследование логических оснований измерения [1, р. 7]. Систематический поиск логических оснований нефизического (социального) измерения был начат в 50-е гг.² Наиболее существенные достижения в области аксиоматизации связывают с именами П. Суппеса, Д. Кранца, Р. Льюса, А. Тверски, К. Кумбса.

Усилия по аксиоматизации измерения в социальных науках в значительной мере стали реакцией на неупорядоченность множества имеющихся результатов и, как следствие, отсутствие качественного прироста знания. Изменение такого положения дел требовало разработки фундаментальных принципов системати-

¹ Hölder O. Die Axiome der Quantität und die Lehre vom Mass // Berichte der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig, Math.-Phys. Classe. 1901. 53. S. 1–84.

² Как отмечается в [2], впервые контуры аксиоматического подхода были очерчены в работе: Scott D., Suppes P. Foundational Aspects of Theories of Measurement // Journal of Symbolic Logic. 1958. Vol. 23. P. 113–128, хотя проблема обоснования нефизического измерения как таковая поднималась и ранее.

зации знания – оснований измерения. Направление их разработки определялось представлением о том, что «основания могут быть получены, если мы сможем систематически выводить большинство свойств как теоремы из небольшого числа базовых свойств <...> Этот логический шаг называется аксиоматизацией процедуры измерения. Небольшое число эксплицитных свойств, из которых выводятся все другие, называются аксиомами» [3, р. 7].

Аксиоматизация предполагает использование формального языка, а именно, языка репрезентационной теории измерения, представляющей (формализующей) свойства объекта посредством свойств чисел. Аксиоматический подход стремится объяснить, почему свойства объектов могут получить то или иное числовое представление, при каких условиях оно может считаться корректным, а также является ли это представление единственно возможным. Для каждой эмпирической структуры отношений предполагается формулировка ряда аксиом – формальных условий, которые необходимы для доказательства двух теорем: репрезентации и теоремы уникальности. *Теорема репрезентации* утверждает существование гомоморфизма ϕ некоторой числовой структуры отношений, т.е. касается справедливости приписывания числовых значений объектам. *Теорема уникальности* устанавливает допустимые преобразования $\phi \rightarrow \phi'$, которые также ведут к гомоморфизмам числовых структур, т.е. касается справедливости перехода от одних числовых значений к другим – определяет тип шкалы [3, р. 12; 2, с. 10–11, 18].

Аксиомы, ведущие к теоремам репрезентации и уникальности, рассматриваются как качественные (нечисловые) эмпирические законы. Они составляют основу эмпирических теорий, или – в терминологии К. Кумбса – теории данных [3, р. 13; 4, р. 1, 15, 31]. С формулировкой и проверкой эмпирических законов и теорий аксиоматический подход связывает надежды на развитие эффективных методов шкалирования: «Формальный анализ порождает аксиоматические системы для моделей измерения <...> Эм-

пирический этап исследования сосредоточен на проверке этих аксиом и конструировании шкал» [1, р. 29].

С этих позиций подвергается критике более ранняя традиция измерения, «известная как психометрика и теория шкалирования. <...> основная масса литературы по шкалированию предполагает преобразование одной числовой структуры в другую скорее, чем качественной структуры – в числовую. Например, в ходе шкалирования способностей, интеллекта или социальных установок, тестовые баллы или числовые оценки зачастую интерпретируются как мера изучаемого свойства. Но в отсутствии хорошо определенного гомоморфизма между эмпирической и числовой системами отношений, совсем не ясно, как интерпретировать такие числа. <...> Прямым дополнением <эмпирических теорий> являются методы ординального шкалирования <...>. На самом деле, именно ранние работы по ординальному многомерному шкалированию (например, Кумбса (1964), Шепарда (1966)¹) мотивировали возобновление работы над основаниями геометрии» [3, р. 32–33].

Почвой для достижений 1960-х гг. в области ординального (неметрического) многомерного шкалирования послужили значительно более ранние идеи. По выражению Ф. Янга [5, р. 16], ответственность за общую постановку проблемы несет У.С. Торгерсон [6], который впервые в явной и законченной форме представил метрическую модель многомерного шкалирования. Однако авторство первой разработки (1938 г.) в этой области принадлежит М.У. Ричардсону.

К началу 30-х гг. недостатки одномерных методов шкалирования вполне осознавались: «В тех ситуациях, когда основанием психологических оценок является комплекс переменных вместо единственной переменной, приходится довольствоваться грубым одномерным приближением» [7, р. 659]. Любая попытка много-

¹ Имеются в виду работы [4] и *Shepard R.N. Metric Structures in Ordinal Data // Journal of Mathematical Psychology. 1966. Vol. 3. P. 287–315.*

мерного оценивания сталкивалась с практически невыполнимым требованием априорного знания о числе и содержании измерений исследуемого объекта. М.У. Ричардсон представил модель, исходными данными которой служили не оценки по заранее заданным измерениям, а только меры схожести объектов; при этом размерность пространства восприятия и шкальные значения объектов выводились из этих же данных [6, р. 401–402].

Представленная М.У. Ричардсоном модель шкалирования выгодно отличалась от некоторых других моделей и еще в одном смысле: ее процедуры имели веское теоретическое обоснование. Оценка сходства объектов производилась в полном соответствии с логикой метода парных сравнений Л.Л. Терстоуна. В основе этого метода, как хорошо известно, лежит закон сравнительного суждения, по сути, вводящий единицу субъективного («ментального») измерения¹, «пригодную, когда рассматриваемый стимул сам по себе не может быть измерен количественно» [8, р. 419]. Г. Галликсен показывает, что шкалы, полученные методом парных сравнений, отвечают необходимым требованиям логики фундаментального измерения и формально имеют точное соответствие определенным типам физического измерения [9, р. 202]. Кроме того, «метод парных сравнений также имеет интересное свойство: он легко обобщается с одномерной ситуации на многомерную» [10, р. 4] – многомерное пространство возникает, когда не выполняется требование внутренней согласованности оценок (транзитивности).

Обращение М.У. Ричардсона к разработкам Л.Л. Терстоуна² обеспечило модель, построенную в области цветового восприя-

¹ Общеизвестно, что, согласно Л.Л. Терстоуну, «единица ментального измерения может быть определена как стандартное отклонение частотного распределения проекций стандартного стимула на психологический континуум» [8, р. 420].

² Влияние Л.Л. Терстоуна тем более очевидно, что пионерская публикация М.У. Ричардсона по многомерному шкалированию [7] представляет собой тезисы его выступления на очередном ежегодном съезде Американской психологической ассоциации, где он является представителем Чикагского(!) университета.

тия, исходными данными – относительными расстояниями между представленными парами стимулов [7, р. 660]. Для определения размерности пространства цветового восприятия и положения объектов в этом пространстве М.У. Ричардсон использовал метод Дж. Янга и А.С. Хаусхолдера¹, реализуемый на языке матричной теории.

Модель многомерного шкалирования, появившись в конце 30-х гг., оставалась невостребованной более десяти лет. По мнению У.С. Торгерсона, «недостаток экспериментальных исследований в этой области объясняется, скорее всего, тем, что не было опубликовано никакого ясного изложения аналитической процедуры» [11, с. 100]. Опубликованная им в 1952 г. статья [6] стала первой полной экспликацией метода многомерного шкалирования. Эта публикация раскрывает содержание всех этапов многомерного шкалирования, однако особую значимость ей придает новый метод определения размерности пространства восприятия и координат объектов в этом пространстве. Метод Дж. Янга и А.С. Хаусхолдера не отвечал условиям практики, поскольку был пригоден только для надежных, свободных от ошибки измерения данных. У.С. Торгерсон представил решение, учитывающее ненадежность данных, тем самым, открыв возможности для практического использования модели многомерного шкалирования.

Переломным событием в развитии этой модели стало появление неметрического многомерного шкалирования в работе Р.Н. Шепарда [12]. Значение этой работы заключается не только в демонстрации возможностей получения многомерного распределения объектов на основании ординальных данных, но и в величине ее влияния на дальнейшие исследования. Как свидетельствует Ф. Янг, «сам факт, что это могло быть сделано, что кому-то удалось получить метрическую информацию из неметрической, в то время

¹ *Young G., Householder A.S. Discussion of a Set of Points in Terms of Their Mutual Distances // Psychometrika. 1938. Vol. 3. P. 19–22.*

казался волшебным. <...> Возможно, именно эта волшебная деталь процедуры привлекла такое широкое внимание и несет ответственность за бесчисленные следствия этой статьи» [5, p. 20].

Исследуя понятия субъективного сходства и пространственной близости, Р.Н. Шепард приходит к выводу о том, что в определенном смысле они могут считаться тождественными, т.е. к выводу о метричности пространства восприятия [13, p. 38]. Основанием для этого вывода явился обнаруженный Р.Н. Шепардом «приблизительный изоморфизм» между формальными ограничениями, которые накладываются на меры сходства, с одной стороны, и метрическими аксиомами, которые формализуют наиболее фундаментальные свойства физического пространства, – с другой¹ [12, p. 126].

Вместо традиционного понятия «сходство» (similarity), используемого в многомерном шкалировании для обозначения отношений между объектами, Р.Н. Шепард вводит понятие «близость» (proximity), чтобы подчеркнуть способ интерпретации этих мер как физических величин. Вместе с названием он стремится перенести мощный количественный аппарат, релевантный понятию близости, т.е. расстояния, на те области исследования, где можно говорить только о сходстве. Открывшиеся возможности, по всей видимости, превзошли ожидания и самого исследователя: «Неожиданный результат представленного исследования заключается в том, что двух условий: монотонности и минимальной размерности (которые очевидно <...> качественны по своей природе) – оказалось, в общем, достаточно, чтобы привести к единственному и количественному решению» [12, p. 128].

¹ Этот вывод имеет эмпирическую поддержку в случае, если «стимулы, которые ограничены относительно небольшой областью физического пространства <поскольку>, психологические дистанции между широко разнесенными стимулами могут быть не Евклидовыми» [13, p. 43].

Указанные условия являются ключом к пониманию общего и различного в моделях факторного анализа и многомерного шкалирования¹. Многомерное шкалирование не делает никаких предположений относительно *формы* связи исходных данных с латентными переменными, «единственное предположение заключается в том, что они <исходные данные о близости> являются монотонно возрастающими функциями расстояний в Евклидовом² пространстве» [15, р. 243]. В факторном анализе те или иные предположения о форме связи являются неотъемлемой частью модели и зависят от степени ее общности (терстоуновская версия постулирует линейность, более общая версия П.Ф. Лазарсфельда свободна в выборе форм).

При всех имеющихся различиях в содержательных постановках задач факторного анализа и многомерного шкалирования задача минимизации размерности латентного пространства, т.е. поиска наиболее значимых латентных переменных, позволяющих адекватно и экономно описывать наблюдаемые данные, является общей для обеих моделей. В этом смысле многомерное шкалирование – аналог факторного анализа [16, с. 115]. (Сходство с моделью латентно-структурного анализа, в частности, заключается еще и в возможностях проведения анализа модели на соответствие данным и построения классификаций [14, с. 24].)

Неудивительно, что в целом аналогичной факторному анализу была и сама процедура снижения размерности пространства восприятия, предложенная У.С. Торгерсоном (в его классической работе) и Р.Н. Шепардом. Сначала данные получали полное, но

¹ Различия в исходных данных этих моделей не рассматриваются за их очевидностью, хотя «в сущности любая матрица данных – кандидат для анализа каким-либо методом многомерного шкалирования, если элементы матрицы данных указывают на силу или степень связи между объектами или событиями» [5, р. 3].

² Евклидово пространство является наиболее часто используемым, но не единственно возможным типом пространства. Выбор типа пространства (метрики) – одна из существенных задач многомерного шкалирования (см., например, [14, с. 17]).

неэкономное представление; затем экономность достигалась путем сокращения несущественных факторов. Появлением нового, принципиально иного подхода к решению этой задачи многомерное шкалирование обязано Дж.Б. Краскалу¹. Этот подход предполагает, что вопрос экономности должен быть решен предварительно, до начала анализа, тогда многомерная репрезентация будет построена в пространстве известной и заведомо небольшой (экономной) размерности [см., например, 17, с. 93–98]. Такая постановка вопроса оказала существенное влияние не только на технику, но и на образ многомерного шкалирования: «Ясный и прямой математический подход, предложенный Краскалом, способствовал рассеиванию волшебства, окутывавшего шепардовскую процедуру, и пролил свет на пути, ведущие к новым процедурам анализа данных» [5, р. 21]. Решение Дж.Б. Краскала впоследствии было принято большинством исследователей.

Заметный вклад в разработку теоретических оснований и практических процедур многомерного шкалирования был внесен К. Кумбсом. Само различие между метрическим и неметрическим многомерным шкалированием было сформулировано именно этим исследователем [17, с. 92]. Ему принадлежит и идея определения метрических дистанций между объектами в пространстве восприятия на основании только порядка их близостей [18, р. 127]. Р.Н. Шепард отмечает, что «с момента появления статьи Кумбса² по психологическому шкалированию в отсутствие единицы измерения широко распространилось понимание, что многого можно достичь, даже когда операции измерения недостаточно квантифицированы, для получения того, что Стивенс <...> на-

¹ Вслед за работой Р.Н. Шепарда [12] было создано множество альтернативных вычислительных методов, в числе которых решения Дж.Б. Краскала, Л. Гутмана и У.С. Торгерсона.

² *Coombs C. Psychological Scaling without a Unit of Measurement // Psychological Review. 1950. Vol. 57. P. 145–158.*

зывает “интервальной шкалой”» [15, р. 243]. К. Кумбс работает в направлении использования метрических методов в многомерном шкалировании одновременно с Р.Н. Шепардом, но движение в этом направлении они осуществляют с помощью разных процедур. Кумбсовы идеи идеальной точки и одномерного развертывания были обобщены на пространство большей размерности и реализованы в модели многомерного развертывания¹ [4, р. 141]. Однако идеи К. Кумбса оказались не столь влиятельными, как идеи Р.Н. Шепарда и Дж.Б. Краскала, по внешней относительно ценности их содержания причине. Первые оставались ручными, поскольку были сложны для компьютеризации, которая в значительной степени способствовала популяризации и развитию вторых. Исследования К. Кумбса в области оснований измерения – в частности, его знаменитая «Теория данных» [4] – не только систематизировали имеющиеся знания и обнаруживали сильные и слабые стороны измерительных процедур, но и задавали направление развитию методов шкалирования.

И К. Кумбс, и другие исследователи оснований измерения указывают, что аксиоматическое обоснование многих моделей еще не разработано. В этом смысле неметрическое многомерное шкалирование составляет исключение: основаниям этой модели уделялось специальное внимание уже в процессе ее создания. Однако вопрос о ее формальной обоснованности нельзя считать решенным. Главная трудность заключается в том, что некоторые фундаментальные предположения (аксиомы) этих моделей остаются непроверяемыми (например, допущение о метричности пространства восприятия сталкивается с невозможностью проверки, в каком отношении находятся расстояния $(AB+BC)$, с одной стороны, и AC – с другой, из-за ограничений, накладываемых уровнем измерения). И поскольку основания модели не являются про-

¹ Hays W.L., Bennett J.F. Multidimensional Unfolding: Determining Configuration // Psychometrika. 1961. Vol. 26. P. 221–238.

зрачными, они должны верифицироваться эмпирически¹, модель должна проверяться на соответствие данным [18, р. 141].

С точки зрения формальной теории измерения эмпирическая проверка аксиом, как уже отмечалось выше, представляет собой необходимый этап исследования. Истинность аксиом, таким образом, определяется не соответствием определенным логическим требованиям, а их эмпирической верифицируемостью. Однако это подрывает основную идею аксиоматического подхода – идею об аксиоматизации нефизического измерения по аналогии с точными науками. Д. Кранц замечает, что «в нефизических науках измерение всегда являлось проблематичным, и становится все более и более очевидным почти каждому посвященному, что мы должны создавать теории, несколько отличные от тех, которые работают в физике» [3, р. xvii–xviii]. Действительно, в отличие от числовых систем, каждая эмпирическая система отношений требует формулировки особого набора аксиом, справедливость которых устанавливается в отношении специфических свойств именно этой системы. Но проверяемость аксиом оказывается неединственным условием для доказательства теорем репрезентации и уникальности. Еще одним условием – проблематичным, но неизбежным – является использование непроверяемых допущений.

По экспериментальной проверяемости сторонники аксиоматического подхода к измерению выделяют два основных типа аксиом: необходимые и избыточные (necessary/unnecessary) [3] или простые и экзистенциальные [1]. Название «необходимые» здесь означает логическую, а не практическую необходимость: «Аксиома считается необходимой, если она является следствием гомоморфизма, существование которого мы стараемся доказать» [3, р. 22]. Так, например, если в эмпирической системе имеют место отношения $a \geq b$ и $b \geq c$, то их гомоморфная числовая репрезентация

¹ Как это имело место в случае допущения Р.Н. Шепарда о метричности пространства восприятия (см. [13; 14, с. 15]).

ϕ предполагает, что $\phi(a) \geq \phi(b) \geq \phi(c)$, отсюда $\phi(a) \geq \phi(c)$. Как *необходимое* следствие существования гомоморфизма ϕ в эмпирической системе должно наблюдаться отношение $a \geq c$, т.е. транзитивность – необходимая аксиома. Как любая необходимая аксиома она доступна для прямой экспериментальной проверки.

Избыточные (экзистенциальные) аксиомы не несут в себе логической необходимости и экспериментально непроверяемы. Они представляют собой теоретические предположения, без которых конструирование численных репрезентаций невозможно. Так, например, в основе метода построения многомерной репрезентации, предложенного Р.Н. Шепардом, лежит предположение о том, что близость между объектами является некой функцией расстояний в пространстве восприятия. Это предположение не выводимо из свойств эмпирической системы. Как подчеркивает К. Кумбс, «главное заключается в том, что наши выводы, даже на уровне измерения и шкалирования, которые кажутся столь прочным основанием для построения теории, уже являются следствием теории. Модель измерения или шкалирования на самом деле – теория о поведении <...> Это иллюстрирует общий принцип, что все знание является результатом теории <...> “факты” выводимы» [4, р. 5], «данные – продукт сознания наблюдателя» [4, р. 4].

Неизбежность влияния теоретических предположений на числовые репрезентации серьезно проблематизирует статус теоремы представления как строгого дедуктивного следствия эмпирических аксиом. Эмпирическая система отношений по определению не может содержать никаких понятий или идей. К. Берка показывает, что это подразумевает две одинаково препятствующие обоснованности аксиоматического подхода возможности: «Либо аксиоматический подход в теории измерений не отвечает металогическому требованию дедуктивной замкнутости <...>, либо теорема представления недоказуема на основе аксиоматически принимаемого множества эмпирических постулатов» [19, с. 226].

Однако формализация при всей своей значимости является неединственной проблемой измерения. Проблему валидности аксиоматический подход расценивает как важную, «хотя и не основную» [2, с. 94]. И признавая, что доказательство теорем представления и единственности не имеет прямого отношения к ее решению, тем не менее, не предлагает в этой связи никаких специальных процедур, лишь указывает на некоторые потенциальные возможности [2, с. 107]. Увлеченность сторонников этого подхода лишь одной – формальной – стороной измерения критиковалась даже отцом-основателем репрезентационной теории измерения С.С. Стивенсом: «Логическая и математическая сторона измерения получила более чем достаточное внимание со стороны тех, кто интересуется формальным анализом, но нельзя позволить энтузиазму по поводу формализма, демонстрируемому такими авторами, как Суппес и Зиннес (1963 г.)¹, затмить значимость упрямых эмпирических проблем» [20, р. 173–174]. Тем более, что все усилия формализации сосредоточены на формулировке аксиом для доказательства всего двух теорем – представления и единственности. Таким образом, в смысле основной цели аксиоматизации – построения системы знаний – успехи формальной теории измерения имеют «весьма ограниченное дедуктивное значение, несоразмерное со сложностью используемого формального аппарата и с реальными возможностями его применения» [19, с. 224].

«Аксиоматические теории»

Идея аксиоматизации знания как средства его упорядочения и преодоления разрыва между его эмпирическим и теоретическим уровнями оказалась востребованной не только в отношении

¹ С.С. Стивенс имеет в виду работу: *Suppes P., Zinnes J.L. Basic Measurement Theory // Handbook of Mathematical Psychology / Ed. by R.R. Bush, E. Galanter. N.Y.: John Wiley & Sons, 1963. P. 1–76. Vol. 2 (в русском переводе [2]).*

эмпирических систем измерения. Попытка организации встречного движения по преодолению этой пропасти со стороны социологической теории связана с именем Г. Зеттерберга [21]. Будучи убежденным в том, что теоретические гипотезы должны поддаваться прямой эмпирической проверке, он развивает идею о построении «аксиоматических теорий», которые и обеспечили бы возможность такой проверки.

Аксиоматизация теории, по Г. Зеттербергу, не предполагает содержательной разработки тех или иных теоретических положений, но задает определенную форму представления теории, которая – по замыслу – обобщает и систематизирует имеющееся знание, а также путем дедуктивного вывода ведет к новому знанию. Построение «аксиоматической теории» предполагает выделение круга *основных* и полученных посредством их комбинации *производных* понятий, которые в совокупности составляют *номинальные определения* теории. Затем, основываясь исключительно на номинальных определениях, должны быть сформулированы положения теории – *гипотезы*. Положения «аксиоматической теории» представляют собой простые утверждения о связи между двумя переменными: «чем больше X , тем больше Y ». Некоторые из сформулированных положений признаются *постулатами* теории, выступающими в роли аксиом, из которых все остальные положения-гипотезы могут быть выведены как теоремы¹.

¹ В качестве примера Г. Зеттерберг представляет «теорию разделения труда Дюркгейма в значительно более элегантной форме» [21, р. 19]. Эта теория сводится к семи основным (поведение, член, группа, норма, солидарность, разделение труда, отвержение) и трем производным (однородность, девиация, девиант) понятиям и четырем постулатам: чем больше разделение труда, тем больше солидарность; чем больше солидарность, тем больше однородность; чем больше число членов, тем больше разделение труда; чем больше солидарность, тем меньше отвержение девиантов. Предполагается, что остальные положения теории могут быть выведены из приведенных постулатов. Причем в качестве постулатов, по Г. Зеттербергу, могли выступить и любые другие положения.

Для эмпирической верификации теории, представленной в аксиоматической форме, согласно Г. Зеттербергу, необходимо лишь выбрать несколько теоретических положений, дедуктивно связанных с постулатами, и в случае, если их «эмпирическая проверка удачна, и в выводе не было допущено ошибок, мы можем утверждать об эмпирической валидности всей теории» [21, р. 17]. Предполагается, что проверка «кажущихся непроверяемыми» гипотез должна осуществляться через проверку их «проверяемых следствий».

Представив достоинства и преимущества такого подхода (возможность эмпирического подтверждения теорий, экономность и прозрачность их изложения, удобство при верификации и пр.), Г. Зеттерберг приходит к выводу о том, что они «так весомы и привлекательны, что найдется немного причин, чтобы оставить попытки построения аксиоматической теории в социологии» [21, р. 27]. Критический взгляд, однако, обнаруживает существенные логические и эмпирические трудности аксиоматизации по версии Г. Зеттерберга [22; 23; 24]. Оставляя в стороне вопрос о самой возможности сведения теоретического знания к совокупности утверждений о связи между переменными (как и некоторые другие вопросы¹), обратимся лишь к тем критическим замечаниям в адрес рассматриваемого подхода, которые имеют непосредственное отношение к становлению моделей социологического измерения.

Как было показано Г.Л. Костнером и Р.К. Лейком [23], а затем Х.М. Блейлоком [24] и К.Д. Бейли [22], в ходе построения «аксиоматической теории» дедуктивный вывод возможен только при условии, что ее положения устанавливают причинно-следственные отношения между переменными, а не просто отношения связи (ковариации). В противном случае легко может быть выстроена ошибочная дедуктивная аргументация. Так, например, из положений «чем больше X , тем больше Y » и «чем больше Y , тем боль-

¹ Некоторые из этих вопросов относятся непосредственно к изложению идей Г. Зеттерберга, изобилующему неясностями и противоречиями.

ше Z » может следовать «чем больше X , тем больше Z ». Однако если отношения Y и Z не заданы как причинные (асимметричные), то $Y \rightarrow Z$ означает то же, что и $Z \rightarrow Y$. И тогда приведенный вывод совсем не очевиден: модель $X \rightarrow Y \leftarrow Z$ настолько же возможна, насколько и $X \rightarrow Y \rightarrow Z$.

Сам Г. Зеттерберг не проблематизирует способ выведения одних положений из других и не формулирует в явном виде правила дедукции¹. В силу каких-то обстоятельств или намеренно, он уходит от артикуляции неудобных, эмпирически непроверяемых предположений о причинности², хотя они, совершенно очевидно, подразумеваются.

Критические замечания касаются и еще одного предположения, внутренне необходимого для построений Г. Зеттерберга, но также им не заявленного [23, р. 831; 24, р. 11]. Вся логика создания и проверки «аксиоматической теории» основывается на неявном предположении о закрытости выстраиваемой системы переменных. В противном случае нельзя исключить, что наличие (или отсутствие) связи между теоретически заданными переменными отражает не столько искомое отношение между ними, сколько неучтенное влияние некоторой внешней переменной. Совершен-

¹ Он полагает, что правил, имплицитно содержащихся в повседневном языке, вполне достаточно для осуществления дедуктивного вывода, но при этом никак не проясняет, что это за правила.

² Возможно, свою роль сыграло устойчивое представление о приоритетности вероятностного подхода над детерминистским: «В скрупулезных дискуссиях о научной методологии, в особенности в тех, которые ведутся в рамках позитивизма или операционализма, сегодня принято избегать любого использования понятия причинности и вместо этого говорить о “функциональных отношениях” и “взаимосвязи” между переменными» [25, р. 10]. Как отмечает Х.М. Блейлок, «множество возражений причинному подходу, коротко говоря, сводится к двум пунктам: что причинность не может быть верифицирована эмпирически и что представления о причине и следствии слишком примитивны для описания реальности, ведь причинные закономерности являются в гораздо большей степени свойством наблюдателя, чем самого реального мира» [26, р. 161].

но естественное присутствие внешних помех и связанной с ними ошибки измерения делают гипотезы «аксиоматической теории» непроверяемыми.

Для аксиоматизационных притязаний Г. Зеттерберга нереалистичность предположения о закрытости системы переменных оказывается препятствием, ничуть не меньшим, чем необходимость обращения к непроверяемым причинным предположениям. Работы Г. Зеттерберга не обнаруживают путей преодоления этих препятствий. Направление движения по их преодолению было задано Х.М. Блейлоком, который некоторое время был увлечен идеей построения аксиоматико-дедуктивной системы социального знания, стремясь к его формализации и кумулятивному росту. Более того, усилия Х.М. Блейлока привели к новому, принципиально иному представлению о способе соотнесения теоретических абстракций и эмпирических наблюдений в ходе социологического измерения.

Вспомогательные теории измерения и причинный анализ

Внимание Х.М. Блейлока к построению аксиоматико-дедуктивных систем связано с тем, что он рассматривает их как своеобразную альтернативу недостижимому в социологии экспериментальному идеалу. В отличие от экспериментальных наук, где имеются эффективные средства контроля над иррелевантными влияниями, в социологии исследователь вынужден иметь дело одновременно с множеством влияющих друг на друга переменных. Поскольку условия оценки теоретических положений далеки от идеальных, ошибка измерения неизбежно препятствует получению надежных выводов. Разумеется, Х.М. Блейлок не был первым, кто отметил этот факт и указал на проблематичность такого положения дел. Однако он впервые придает ошибке измерения особый статус: «Проблема преодоления пропасти между

теорией и исследованием является, по-видимому, проблемой ошибки измерения» [27, р. 12]. Решение этой проблемы в своих ранних работах он связывает с построением дедуктивных теорий, явно включающих определенные непроверяемые предположения об ошибке.

Привлекательность дедуктивных теорий для Х.М. Блейлока объясняется, прежде всего, заложенной в них возможностью явно демонстрировать причинные взаимосвязи между различными переменными [26, р. 156]. В этом обнаруживается методологическая установка Х.М. Блейлока: детерминистская модель отношений между переменными – «универсальные законы» – теоретически предпочтительнее вероятностной модели – «статистических законов». Но детерминистская модель, не предполагая существования ошибки, требует соблюдения идеальных условий экспериментирования. Возможность примирения причинной обусловленности с присутствием ошибки Х.М. Блейлок видит в способе концептуализации последней. Ошибка измерения трактуется в причинных терминах как результат влияния внешних, не специфицированных в модели переменных¹ [28, р. 16]. При такой трактовке экспликация предположений об источниках и характере ошибки может рассматриваться как альтернатива экспериментальному контролю. Иными словами, при оценке связи между переменными внешние влияния должны быть либо элиминированы (как в эксперименте), либо выявлены и учтены.

Х.М. Блейлок отмечает очевидную неправдоподобность статистических допущений о совершенном измерении всех переменных, кроме зависимой. Он предлагает перестать прятаться за такого рода допущениями и сделать трудный шаг навстречу существующим проблемам: «Возможно, нам придется заплатить вы-

¹ При этом случайная ошибка понимается как совокупность разнонаправленных внешних влияний, а неслучайная (систематическая) – как действие неучтенной в модели значимой причинной переменной.

сокую цену за неспособность осуществлять эксперименты, за большое число переменных, с которыми мы должны иметь дело, и за наши незрелые техники измерения. Реакцией на эти несовершенства вполне может стать отказ от попыток использования дедуктивных моделей, включающих большое число ограничивающих предположений. Но абсолютно понятно, что неспособность сформулировать наши предположения эксплицитно не заставит их волшебным образом исчезнуть» [28, p. 171].

Общая стратегия измерения, по Х.М. Блейлоку, должна состоять в том, чтобы включать в модель не только непосредственно интересующие переменные, но и другие переменные, которые могут послужить источником смещений или ошибок¹. Следовательно, построение модели требует знания о способе воздействия неизмеряемых переменных на измеряемые, т.е. «у нас должна быть теория о том, как *другие* переменные могут повлиять на ситуацию» [27, p. 16], т.е. процесс измерения оказывается неразрывно связанным с теоретическим знанием.

Х.М. Блейлок прямо указывает на невозможность проведения измерительных процедур вне каких бы то ни было теоретических рамок и называет противопоставление теории и эмпирических исследований «неуместным и ложным» [24, p. vi]. При этом он считает необходимым проводить четкое и явное различие между теоретическим языком, средствами которого формулируются представления о причинно-следственных отношениях, и операциональным языком, в терминах которого осуществляется проверка исследовательских гипотез. Тем самым, Х.М. Блейлок, по сути, уходит от идеи построения аксиоматико-дедуктивной системы знания, предполагающей логическую связность концептов

¹ Х.М. Блейлок отмечает, что «в идеале мы должны внести как можно больше смещающих влияний в причинную модель как дополнительные переменные. Но в определенный момент мы должны остановиться и допустить, что внешние переменные имеют случайное воздействие» [29, p. 56].

разного уровня: «По-видимому, не существует чисто логического пути преодоления разрыва между этими языками. Концепты одного языка связываются с концептами другого только на основании конвенции или согласия между учеными» [28, р. 6]. Эти связи Х.М. Блейлок вслед за Ф. Нортропом¹ называет эпистемическими корреляциями. Существенно, что не все теоретические понятия могут и должны иметь «операционального двойника»: только некоторые из них посредством эпистемических корреляций связываются с операционально определенными понятиями, остальные – высоко абстрактные понятия – должны быть устранены из положений, рассматриваемых как проверяемые гипотезы [27, р.10–11, 23–24]. Наличие теоретических понятий, несоотнесимых с операциями, по Х.М. Блейлоку, ведет к представлению о принципиальной непроверяемости *общей* и особом значении *вспомогательной* теорий.

Вспомогательная теория содержательно связана с общей и конструируется специально в целях ее проверки. Так или иначе, подчеркивает Х.М. Блейлок, ни одна теория не может быть проверена без некоторого количества *ad hoc* предположений, сформулированы они в явном виде или нет; вспомогательные теории – попытка «сделать наши предположения явными настолько, насколько это возможно» [24, р. 154]. Во вспомогательной теории должны быть специфицированы эпистемические корреляции, связывающие некоторые из теоретических понятий с конкретными индикаторами, а также сделан ряд предположений, касающихся ошибки измерения и влияния внешних переменных [27, р. 24]. Говоря более конкретно, рекомендуемая Х.М. Блейлоком процеду-

¹ *Northrop F.S.C. The Logic of the Sciences and the Humanities. N.Y.: Macmillan, 1947.* Как отмечает И.Ф. Девятко, Х.М. Блейлок стремится обосновать анализ проблем измерения на уровне философии науки; в этой связи он обращает внимание на дискуссии вокруг операционализма и системного эмпиризма, способствовавшие отчетливой постановке вопроса о соотношении теоретических и операциональных понятий [30, с. 92–95].

ра заключается в построении причинной диаграммы, в которой отражены взаимосвязи измеряемых и неизменяемых (латентных, а также недоступных или значимых, но не подлежащих измерению) переменных в соответствии с положениями некоторой теории.

Представление вспомогательной теории в виде *причинной* диаграммы предполагает использование категории причинности, которая, однако, не является категорией языка эмпирического исследования. Но, признавая этот факт и связанные с ним ограничения, Х.М. Блейлок указывает на потенциал учета причинных отношений в процессе измерения: «Общепринято, что причинное мышление полностью принадлежит теоретическому уровню и что причинные законы не могут быть продемонстрированы эмпирически. Но это не означает, что бесполезно *мыслить* причинно и развивать причинные модели, которые имеют косвенно проверяемые следствия» [28, р. 6]. В этой связи вполне объясним интерес Х.М. Блейлока к идеям Г. Саймона, касающимся модели анализа причинных отношений на основании корреляционных данных.

Формальное определение причинности, необходимое для разработки модели, Г. Саймон строит на представлении об асимметрии причинных отношений, уходя от всегда спорных предположений о временной последовательности [25, р. 50–51]. Причинные отношения асимметричны в смысле направленности причинного влияния: из двух переменных лишь одна является причинно-зависимой (в отдельно взятый момент времени). Другими словами, только одна переменная будет оказывать ненулевое влияние на другую, но не наоборот. Определенные таким образом причинные отношения¹ могут быть легко представлены в системе регрессионных уравнений, где изначально каждая переменная представлена как зависимая.

¹ Г. Саймон отмечает, что даже «наиболее ортодоксальные эмпирицисты и анти-детерминисты могут использовать термин “причина”, как мы определяем его, с чистой совестью» [25, р. 12].

Г. Саймон демонстрирует свою идею, рассматривая отношения трех переменных X_1 , X_2 , X_3 (потребление сладкого, семейное положение и возраст соответственно) [25, р. 41]. Взаимные влияния этих переменных могут быть представлены системой:

$$\begin{aligned}X_1 &= b_{12}X_2 + b_{13}X_3 + e_1 \\X_2 &= b_{21}X_1 + b_{23}X_3 + e_2 \\X_3 &= b_{31}X_1 + b_{32}X_2 + e_3,\end{aligned}$$

где e_i – влияние всех внешних переменных на рассматриваемую зависимую переменную. Учет причинных отношений может видоизменить представленную систему. Поскольку возраст X_3 не может причинно зависеть, например, от семейного положения X_2 (можно предполагать, что $X_3 \rightarrow X_2$, но не наоборот), регрессионный коэффициент, отражающий влияние семейного положения на возраст b_{32} , должен быть равен нулю. Таким образом, асимметричность причинных отношений, по Г. Саймону, может быть выражена через нулевые значения некоторых регрессионных коэффициентов b_{ij} ¹. Указывая на наличие или отсутствие прямого причинного влияния, регрессионные коэффициенты, по сути, описывают *структуру* причинных связей (практически так же, как это делает причинная диаграмма); тем самым, система регрессионных уравнений представляет собой модель структурных уравнений.

Кроме того, предположение о том, что некоторые структурные коэффициенты b_{ij} равны нулю, имеет ключевое значение и в процедурном смысле – для оценки параметров модели и провер-

¹ При этом Г. Саймон подчеркивает, что ограничения, накладываемые на систему регрессионных уравнений причинной асимметрией, никак не вытекают из данных или статистических процедур. Эти ограничения имеют совершенно иную природу: «В дополнение к языку, описывающему линейную модель, для обсуждения причинности нам требуется второй язык (“метаязык”), описывающий взаимоотношения между экспериментаторами и моделью» [25, р. 26], т.е. отношения между теоретическими представлениями исследователя и моделью измерения.

ки ее адекватности эмпирическим данным. С одной стороны, приводя к уменьшению числа неизвестных системы, «это предположение дает нам достаточное число дополнительных ограничений, чтобы обеспечить идентифицируемость остальных коэффициентов, и, следовательно, определить причинную упорядоченность переменных» [25, р. 49]. С другой – предположение, что $b_{ij} = 0$, эквивалентно исчезновению относительной частной корреляции между переменными, т.е. представляет собой гипотезу, которая может и должна быть проверена на данных для подтверждения адекватности модели¹ [25, р. 28; 31, р. 184].

Развивая идеи Г. Саймона, Х.М. Блейлок демонстрирует, что модель причинного анализа может успешно использоваться для рассмотрения отношений и большего, чем три числа переменных [31]. Более того, она позволяет «осуществлять причинные выводы на основании корреляций между индикаторами переменных, которые сами по себе не могут быть измерены» [29, р. 62]. При этом оказывается, что адекватность модели поддается оценке и «без использования утомительных вычислений». Х.М. Блейлок приходит к такому выводу, исследуя частные корреляции между двумя переменными, которые различным образом причинно связаны со всеми другими переменными системы. Он обнаруживает, что «всякий раз, когда переменная прямо влияет только на одну из остальных переменных, ее влияние на частные корреляции других переменных может быть благополучно проигнорировано» [31, р. 191; см. также 28, р. 65–69], т.е. нет никакой необходимости контролировать эту переменную при оценке связи. Так, для моде-

¹ Проверка адекватности модели (вспомогательной теории измерения) неразрывно связана с проверкой общетеоретических положений: «Мы не можем показать причинность на основании корреляционных данных, и на самом деле, на основании любой эмпирической информации. Тем не менее, можно сделать причинные выводы в связи с адекватностью причинной модели в том смысле, что мы можем действовать путем исключения неадекватных моделей, предположения которых не согласованы с данными» [28, р. 62].

ли¹ из четырех переменных $r_{14} = r_{12}r_{23}r_{34}$; при этом оценка, например, $r_{24.3}$ и $r_{24.13}$ является излишней.

Фактически Х.М. Блейлок это открытие совершает повторно. Впервые оно было сделано в 20-е гг. генетиком² С. Райтом, разрабатывавшим модель путевого анализа: для рекурсивных моделей «коэффициент, относящийся ко всему пути, связывающему две переменные и, таким образом, измеряющему вклад этого пути в корреляцию, известен как *составной путевой коэффициент* (compound path coefficient). Его значение равно произведению значений его элементарных путевых коэффициентов»³ [цит. по: 32, р. 987]. Это обстоятельство является лишь одним из свидетельств близости подходов С. Райта и Х.М. Блейлока, который и сам упоминает о ней [28, р. 171].

С. Райт, как и Х.М. Блейлок, но несколькими десятилетиями раньше, стремится решить проблему оценки причинных связей в обстоятельствах, когда невозможно элиминировать все внешние воздействия, чтобы изолировать прямое влияние одной интересующей переменной на другую. Однако С. Райт возлагает значительно меньшие надежды на возможности частной корреляции в решении этой проблемы: «Метод путевых коэффициентов развивался по причине неудовлетворительной природы интерпретации, основанной на частной корреляции» [33, р. 190]. По мнению С. Райта, метод частной корреляции, казалось бы, имеет сходство с экспериментальным методом в смысле стремления проконтролировать все посторонние источники вариации, но применим далеко не ко всем моделям причинной связи⁴. Это становится серьезным огра-

¹ Речь идет о рекурсивных моделях.

² К 1934 г. С. Райт является профессором зоологии Чикагского университета, но диапазон интересующих его вопросов весьма широк.

³ *Wright S. Path Coefficients and Path Regressions: Alternative or Complementary Concepts? // Biometrics. 1960. June. Vol. 16. P. 189–202.*

⁴ С. Райт рассматривает модели причинной связи трех переменных: 1) $a \rightarrow b \rightarrow c$; 2) $a \leftarrow b \rightarrow c$ и 3) $a \rightarrow b \leftarrow c$ и отмечает, что в отличие от первых двух случаев,

ничением, поскольку эти модели, разумеется, невыводимы на основании корреляций.

Возможность установления причинно-следственных отношений С. Райт, в отличие от Г. Саймона, связывает скорее не с их асимметрией, а с временной последовательностью [33, р. 175–176]. Он вполне осознает проблематичность такого основания для определения направления причинности. Поэтому в первую очередь его интересуют области, где это направление однозначно: «Процесс развития организма, по сути, является однонаправленным, и основные факторы развития – наследственность и среда – действуют на него, не испытывая ответного действия» [33, р. 191]. Так, С. Райт указывает на адекватность «метода путевых коэффициентов» задачам генетики, замечая при этом, что среди переменных, интересующих социолога или экономиста, трудно отыскать аналогичные примеры. Примечательно, однако, что путевой анализ применялся самим С. Райтом для исследования по сути эконометрической проблемы цен и производства зерна и свинины [33, р. 177, 192]. Кроме того, он анализирует проблему, характерную скорее для социологов и психологов, – проблему выявления относительной значимости наследственности и среды в детерминации интеллектуальных способностей человека¹ [там же]. В целом, по оценке А.С. Голдбергера, путевой анализ С. Райса является предтечей всего подхода моделирования структурными уравнениями [32, р. 989].

в последнем $r_{ac} \neq r_{ab} \times r_{bc}$, что указывает на неприменимость метода частной корреляции в этом случае.

¹ С исследованием проблемы интеллекта, как известно, связаны и другие имена блестящих ученых, имеющих прямое отношение к появлению моделей с латентными переменными в социальных науках, – Ф. Гальтона, Ч. Спирмана, Л. Терстоуна. Принципиальным отличием подхода С. Райта является тот факт, что он стремится выявить относительную значимость различных влияний, не выделяя специально какое-то одно.

В середине 60-х гг. Р. Будон, анализируя отношение путевых и регрессионных коэффициентов, показал, что «модели Саймона-Блейлока являются специальными случаями анализа зависимости¹» [34, р. 365], т.е. путевого анализа. Сходство подходов Х.М. Блейлока и С. Райта не исчерпывается общим стремлением к оценке причинной связи в неэкспериментальных условиях и формальной совместимостью моделей. При некоторой разнице в теоретическом контексте оба исследователя рассматривают построение причинных диаграмм как средство концептуализации и прояснения исследовательских предположений. Так, С. Райт выражает точку зрения, близкую сформулированной впоследствии Х.М. Блейлоком, отмечая, что важнейшая задача «метода путевых коэффициентов – явно представить систему функциональных отношений между переменными, которые видятся значимыми для целей интерпретации. В большинстве случаев вербальные интерпретации, кажущиеся достаточно разумными, пока основные постулаты держатся в уме порознь, становятся очевидно незрелыми и неадекватными, когда они представлены в виде диаграммы» [33, р. 190].

Причинные модели с латентными переменными в социологии начинают активно развиваться к концу 60-х гг. и применяются в отношении широкого диапазона предметных областей [32, р. 989]. В своей статье, одной из первых, посвященных применению путевого анализа в социологии, О.Д. Данкен раскрывает причины привлекательности этой модели: «Как статистические техники ни

¹ Имея в виду все тот же путевой анализ, Р. Будон использует название «анализ зависимости» (dependence analysis). Он доказывает теорему, согласно которой «коэффициенты зависимости с поправкой на соответствующую вариацию, действительно являются мерой прямого влияния одной переменной на другую в причинной схеме» [34, р. 370], т.е. регрессионные коэффициенты и являются путевыми. С. Райт доказал эту теорему только для случая, когда причинная структура имеет наиболее простую форму (ряд независимых переменных воздействуют на единственную зависимую). Видимо, иное название имеет целью обозначить это отличие.

путевой анализ, ни процедура Блейлока-Саймона ничего не добавляют к традиционному регрессионному анализу <...> Как способ интерпретации, однако, путевой анализ бесценен для экспликации оснований регрессионных вычислений» [35, р. 7]. Эта модель обеспечивает возможности для оценки латентных и косвенных влияний и, более того, она позволяет включить коэффициенты концептуальной валидности непосредственно в модель, т.е. установить, как латентные переменные связаны с индикаторами или, выражаясь языком Ф. Нортропа и Х.М. Блейлока, величину эпистемических корреляций.

Оценка концептуальной валидности индикаторов, включенных в причинную модель, стала возможной благодаря появлению *многоиндикаторного подхода*. Саму мысль о необходимости использования как можно большего числа индикаторов нельзя считать характерной исключительно для сторонников причинного моделирования. Как было показано в первой части статьи, П.Ф. Лазарсфельд, который разделяет представление о вероятностной природе отношений концепта и его индикаторов, видит в увеличении числа индикаторов основу для повышения надежности индекса, представляющего латентный концепт¹. Однако именно причинный (путевой) анализ явился почвой для раскрытия потенциала многоиндикаторных моделей в определении качественных параметров измерения.

¹ П.Ф. Лазарсфельд исходит из предположения, что индекс, объединяя в себе множество индикаторов, нивелирует их случайные отклонения и полнее отражает латентный концепт, чем каждый индикатор в отдельности. Но привлекательность индексов ограничена рядом порожденных этой конструкцией проблем: «Использование нескольких индикаторов для получения сложной оценки увеличивает возможные источники ошибки <...> если значения были агрегированы по ряду различных индикаторов, невозможно получить оценку величины ошибки конкретного источника» [36, р. 218–219]. Кроме того, использование индексов зачастую сталкивается с трудностью внятной теоретической интерпретации полученной переменной.

Принцип, определяющий специфику многоиндикаторного подхода, был сформулирован в статье Р.Ф. Кертиса и Э.Ф. Джексона (1962 г.) [37], которые утверждали, что «причинная гипотеза об отношении двух концептуальных переменных может быть проверена путем соотнесения каждого индикатора независимой переменной с каждым индикатором зависимой переменной» [37, р. 196]. Основное предположение заключалось том, что увеличение числа индикаторов при условии их раздельного рассмотрения может дать исследователю значительно больше информации, чем единственный индикатор для каждой переменной или индекс. Согласно Р.Ф. Кертису и Э.Ф. Джексону, индивидуальное использование индикаторов в ходе анализа может стать средством контроля над влиянием известных или неизвестных внешних факторов, а также основой обеспечения концептуальной валидности индикаторов. Эта идея была активно поддержана Х.М. Блейлоком [29], а несколькими годами позже (1969 г.) Г.Л. Костнер представил метод, позволяющий ее реализовать на практике [38].

Развивая представление о вспомогательных теориях измерения, Г.Л. Костнер предлагает явно включать в них предположения об эпистемических корреляциях наряду с другими теоретическими предположениями. Допущение об идеальном отношении индикатора к латентной переменной не слишком правдоподобно, поэтому разумнее было бы рассматривать величину эпистемического коэффициента как неизвестную, значение которой должно быть установлено. В идеале вспомогательная теория должна обеспечить возможности для решения трех задач: 1) оценки каждого неизвестного коэффициента, включая эпистемические корреляции; 2) диагностики систематической ошибки и выявления непригодных в этом смысле индикаторов и 3) проверки предположений о причинных связях между концептуальными переменными модели [38, р. 250]. Как показывает Г.Л. Костнер, для решения этих задач число индикаторов, специфицированных во вспомогательной теории, оказывается определяющим.

При наличии единственного индикатора для каждой переменной проверка модельных предположений осуществима только при условии близости эпистемических корреляций к идеальным. Так, например, причинная модель с тремя переменными (рис. 1) предполагает, что $r_{XZ'} = r_{XY'}r_{YZ'}$. Но в эмпирически вероятной ситуации, когда эпистемические коэффициенты a , c и e отличны от единицы, это отношение не будет выполняться даже в случае адекватности причинной модели, т.е. возможность вывода относительно причинных предположений в этих условиях сомнительна.

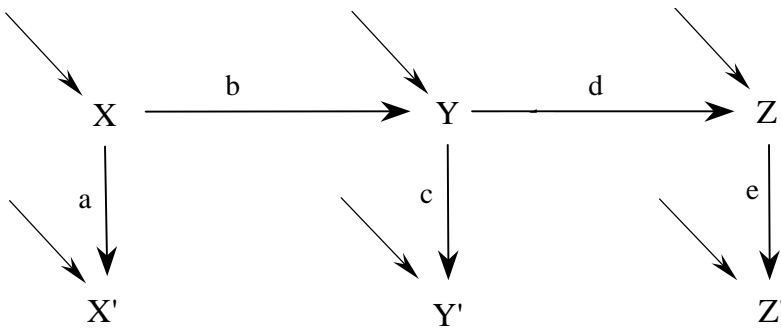


Рис. 1. Модель с одним индикатором для каждой переменной

Однако введение даже одного дополнительного индикатора для каждой переменной позволяет уйти от этой проблемы, открывая возможности для реальной оценки эпистемических коэффициентов. В отношении модели с двумя индикаторами для каждой переменной (рис. 2) может быть использован так называемый критерий согласованности: $(r_{X'Y'_1})(r_{X'_2Y'_2}) = (r_{X'Y'_2})(r_{X'_1Y'_1})$. Это уравнение формально соответствует тетрадному уравнению – структурному ограничению, открытому Ч. Спирманом в начале века в ходе разработки модели факторного анализа (см. часть 1 настоящей статьи). Примечательным является прямое указание С. Райта на тот факт, что спирмановские выводы могут быть легко получены методом путевых коэффициентов [33, р. 167]. Но, по всей види-

мости, это отношение не было заимствовано, оно было вновь получено благодаря разработкам Х.М. Блейлока в области причинного анализа и идеям Г.Л. Костнера, хотя последний упоминает о совпадении критерия соответствия и тетрадного уравнения [38, р. 262].

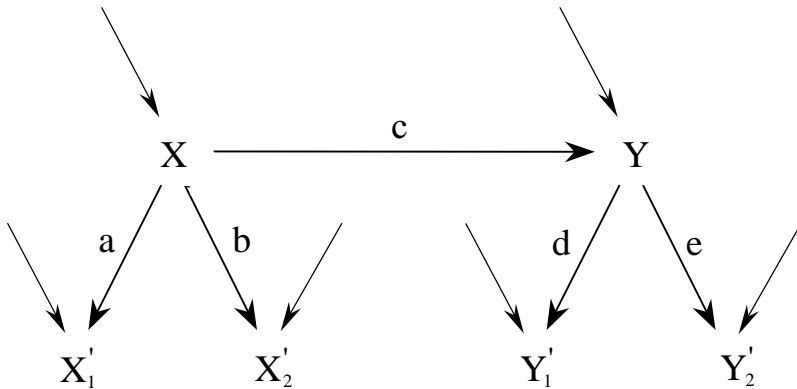


Рис. 2. Модель с двумя индикаторами для каждой переменной

Так, Г.Л. Костнер показывает, что если модель предполагает наличие двух индикаторов для каждой переменной (рис. 2), наблюдаемые корреляции могут быть выражены через неизвестные коэффициенты модели следующим образом:

$$r_{X_1'X_2'} = ab; r_{Y_1'Y_2'} = de; r_{X_1'Y_1'} = acd; r_{X_1'Y_2'} = ace; r_{X_2'Y_1'} = bcd; r_{X_2'Y_2'} = bce.$$

Равенство произведений $(r_{X_1'Y_1'})(r_{X_2'Y_2'})$ и $(r_{X_1'Y_2'})(r_{X_2'Y_1'})$ очевидно:

$$(acd)(bce) = (ace)(bcd),$$

$$abc^2de = abc^2de.$$

Таким образом, критерий согласованности $(r_{X_1'Y_1'})(r_{X_2'Y_2'}) = (r_{X_1'Y_2'})(r_{X_2'Y_1'})$, по сути, является вытекающим из модели структурным ограничением, накладываемым на корреляции. Это модельное предположение может быть проверено эмпирически. Данные могут не удовлетворять критерию согласованности по причине неучтенного в модели влияния – систематической ошибки. В этом

случае специфицированные во вспомогательной теории индикаторы непригодны для проверки теоретических положений. Причем критерий согласованности для двухиндикаторных моделей «является необходимым, но недостаточным условием отсутствия систематического смещения» [38, р. 252]. Иными словами, двух индикаторов для каждой переменной недостаточно, чтобы обнаружить все виды систематической ошибки (подробнее см. [38; 30]).

Однако тот факт, что критерий согласованности удовлетворяется, обеспечивает возможность оценки неизвестных коэффициентов модели, включая эпистемические корреляции¹. Так, с помощью критериального уравнения могут быть установлены, например, значения коэффициентов a и c (рис. 2):

$$a^2 = (r_{X'_1 X'_2}) \frac{(r_{X'_1 Y'_2})}{(r_{X'_2 Y'_2})} = (r_{X'_1 X'_2}) \frac{(r_{X'_1 Y'_1})}{(r_{X'_2 Y'_1})};$$
$$c^2 = \frac{(r_{X'_1 Y'_2})(r_{X'_2 Y'_1})}{(r_{X'_1 X'_2})(r_{Y'_1 Y'_2})} = \frac{(r_{X'_1 Y'_1})(r_{X'_2 Y'_2})}{(r_{X'_1 X'_2})(r_{Y'_1 Y'_2})}.$$

Таким образом, вспомогательная теория, в которой предусматривается два индикатора для каждой концептуальной переменной, позволяет получить решение всех сформулированных Г.Л. Костнером задач с той только оговоркой, что решение второй задачи является неполным. Достижение полноты решения этой задачи,

¹ Г.Л. Костнер отмечает, что оценка эпистемических корреляций не имеет отношения к решению так называемой «семантической проблемы» выбора индикаторов: «Эмпирически полученные эпистемические коэффициенты оценивают связь между каждым конкретным индикатором и абстрактной переменной, которой определена особая роль в модели на абстрактном уровне, они не имеют никакого отношения к пригодности в смысле конвенциональных значений, понятий, которые причастны к абстрактной переменной. Эпистемические коэффициенты, таким образом, не обеспечивают решения семантических аспектов валидности индикаторов. Они обеспечивают только оценку степени, в которой внешние факторы и случайная ошибка влияют на пригодность индикатора как показателя абстрактной переменной» [38, р. 254].

т.е. выявление *всех* видов систематической ошибки и точного определения ее источника, оказывается возможным с увеличением числа индикаторов в модели.

По Г.Л. Костнеру, спецификация трех индикаторов для каждой концептуальной переменной открывает возможности для вывода дополнительного критерия:

$$d^2 = \frac{(r_{x_h y_i})(r_{x_j y_k})(r_{y_m y_n})}{(r_{x_h x_j})(r_{x_i x_k})(r_{y_m y_n})},$$

где h, i, j, k, m, n принимают значения 1, 2, 3, но $h \neq j \neq k$ и $i \neq m \neq n$ [38, р. 257–259]. Все значения критерия должны быть идентичны при отсутствии систематической ошибки, которая ведет к критериальным отклонениям. Дополнительный критерий способен обнаружить систематические смещения, недоступные основному критерию согласованности. Кроме того, отклонения в том или ином значении d^2 могут указать на источник систематической ошибки, т.е. анализ критериальных значений позволяет выявить конкретные индикаторы, отражающие посторонние причинные влияния [38, р. 260]. Оценка эпистемических коэффициентов и коэффициента связи концептуальных переменных для трехиндикаторной модели производится также на основе основного критерия согласованности¹.

Важно подчеркнуть, что процедура валидации, предложенная Г.Л. Костнером, не является процедурой валидации индикаторов как таковых: «Отсутствие систематического смещения для данной совокупности индикаторов в контексте одной модели не является гарантией, что систематическое смещение для тех же самых индикаторов будет отсутствовать в контексте другой модели <...> Удовлетворение критерия согласованности – свойство модели или ее сегмента, это не черта индикаторов самих по себе, которая может быть перенесена с ними на другие модели» [38, р. 262].

¹ Индикаторы каждой переменной рассматриваются попарно, т.е. трехиндикаторная модель сводится к 9 двухиндикаторным. Отсюда 9 критериев вида: $(r_{x_h y_i})(r_{x_j y_k}) = (r_{x_h y_k})(r_{x_j y_i})$, где h, i, j, k имеют значения 1, 2, 3, но $h \neq j$ и $i \neq k$.

Х.М. Блейлок уже в том же номере журнала, где были представлены идеи Г.Л. Костнера, публикует статью, в которой показывает, что эти идеи, реализованные на простейших причинных моделях, применимы и к более сложным случаям: «Эта процедура, очевидно, может быть распространена на любое количество рекурсивно связанных переменных» [39, р. 267]. Так, развитие принципов причинного моделирования, лежащих в основе многоиндикаторного подхода, привело к эффективному решению проблемы оценки качественных параметров измерения.

Говоря о значении причинных моделей, следует отметить, что их появление указало, в частности, на узость определения моделей измерения как «описывающих и объясняющих наблюдаемые данные их зависимостью от ненаблюдаемых характеристик» [16, с. 21] (см. часть 1 настоящей статьи). Это определение охватывает широкий класс моделей, тем или иным образом обобщающих принципы факторного анализа. Однако, как указывает Х.М. Блейлок, факторный анализ представляет собой лишь частный случай причинных моделей: «Идея, лежащая в основе факторного анализа, подразумевает особый тип причинных моделей, а именно те, в которых предполагается отсутствие прямых причинных связей между индикаторными переменными и обусловленность этих переменных латентными факторами, что делает корреляции между индикаторами полностью ложными» [28, р. 167]. Способ связи наблюдаемой и латентной переменной¹, взаимосвязи индикаторов, статус ошибки измерения – все это остается за пределами познавательных возможностей факторной модели. Появление новых возможностей потребовало и расширения понятия «модель измерения»².

¹ По Х.М. Блейлоку, по отношению к латентной переменной каждый индикатор либо выступает причиной ее значений, либо отражает ее влияние. Отсюда различение причинных и эффект-индикаторов [28, р. 163–164].

² Так, например, И.Ф. Девятко определяет модели измерения как «структурные модели, описывающие причинно-следственные отношения между не измеряе-

Более того, работы Х.М. Блейлока, обнаружившие решающую роль концептуализации в построении модели измерения, сформировали новое понимание сущности измерения в целом. На смену традиционному представлению об измерении как о формальной процедуре приписывания числовых значений пришло более широкое представление об измерении как о теоретически нагруженном процессе. Не менее важен и тот факт, что развитие принципов причинного моделирования не только подчеркивало значимость теории, но и содействовало росту внимания к проблеме соотношения теоретического и эмпирического уровня знания в социологическом исследовании и появлению новых решений в этой области. Так, по оценке П.М. Хорана, автора одного из таких решений, использование причинных диаграмм и интерпретаций для изучения отношений между теорией и исследованием представляет собой выдающееся достижение в истории социологических исследований [41, p. 39–40].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Coombs C.H., Dawes R.M., Tversky A.* Mathematical Psychology: An Elementary Introduction. N.J.; Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1970.
2. *Суппес П., Зиннес Дж.* Основы теории измерений // Психологические измерения: Сборник / Пер. с англ.; Под ред. Л.Д. Мешалкина. М.: Мир, 1967. С. 9–110.
3. *Krantz D.H., Luce R.D., Suppes P., Tversky A.* Foundation of Measurement. N.Y.; L.: Academic Press, 1971. Vol. 1.
4. *Coombs C.H.* A Theory of Data. N.Y.: John Wiley & Sons, 1964.
5. *Young F.W.* Multidimensional Scaling: History, Theory and Applications / Ed. by R.M. Hamer. Hillsdale, N.J.; L.: Lawrence Erlbaum Ass., 1987.
6. *Torgerson W.S.* Multidimensional Scaling: Theory and Method // *Psychometrica*. 1952. Vol. 17. No. 4. P. 401–419.

мыми прямо латентными переменными, представляющими собой теоретические конструкты исследования и включенными в его развернутую теоретическую модель, эмпирическими индикаторами латентных переменных и ошибками измерения, которые искажают взаимосвязь между латентными переменными и их индикаторами и снижают качество социологического измерения» [40].

7. *Richardson M.W.* Multidimensional Psychophysics // *Psychological Bulletin*. 1938. Vol. 35. No. 9. P. 659–660.
8. *Thurstone L.L.* A Mental Unit of Measurement // *Psychological Review*. 1927. Vol. 34. No. 6. P. 415–433.
9. *Gulliksen H.* Paired Comparisons and the Logic of Measurement // *Psychological Review*. 1946. Vol. 53. No. 4. P. 199–214.
10. *Gulliksen H.* Introduction and Historical Background // *Psychological Scaling: Theory and Applications* / Ed. by H. Gulliksen, S. Messick. N.Y.; L.: Wiley, 1960. P. 1–5.
11. *Торгерсон В.С.* Многомерное шкалирование: Теория и метод // *Статистическое измерение качественных характеристик* / Пер. с англ.; Под ред. Е. М. Четыркина. М.: Статистика, 1972. С. 95–119.
12. *Shepard R.N.* The Analysis of Proximities: Multidimensional Scaling with an Unknown Distance Function. I // *Psychometrika*. 1962. Vol. 27. No. 2. P. 125–140.
13. *Shepard R.N.* Similarity of Stimuli and Metric Properties of Behavioral Data // *Psychological Scaling: Theory and Applications* / Ed. by H. Gulliksen, S. Messick. N.Y.; L.: Wiley, 1960. P. 33–45.
14. *Терехина А.Ю.* Метрическое многомерное шкалирование. М.: Институт проблем управления, 1977.
15. *Shepard R.N.* The Analysis of Proximities: Multidimensional Scaling with an Unknown Distance Function. II // *Psychometrika*. 1962. Vol. 27. No. 3. P. 219–246.
16. *Благуш П.* Факторный анализ с обобщениями. М.: Финансы и статистика, 1989.
17. *Клигер С.А., Косолапов М.С., Толстова Ю.Н.* Шкалирование при сборе и анализе социологической информации. М.: Наука, 1978.
18. *Beals R., Krantz D.H., Tversky A.* Foundations of Multidimensional Scaling // *Psychological Review*. 1968. Vol. 75. No. 2. P. 127–142.
19. *Берка К.* Измерения: понятия, теории, проблемы / Под ред. Б.В. Бирюкова; Пер. с чеш. М.: Прогресс, 1987.
20. *Stevens S.S.* Ratio Scales of Opinion // *Handbook of Measurement and Assessment in Behavioral Sciences* / Ed. by D.K. Whitla. Reading, MA: Addison-Wesley, 1968. P. 171–199.
21. *Zetterberg H.L.* On Theory and Verification in Sociology. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1954.
22. *Bailey K.D.* Evaluating Axiomatic Theories // *Sociological Methodology* / Ed. by F.F. Borgatta, G.W. Bohrnstedt. San Francisco: Jossey-Bass, 1970. P. 48–71.
23. *Costner H.L., Leik R.K.* Deductions from «Axiomatic Theory» // *American Sociological Review*. 1964. Vol. 29. No. 6. P. 819–835.
24. *Blalock H.M., Jr.* Theory Construction: From Verbal to Mathematical Formulation. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1969.
25. *Simon H.A.* Models of Man: Social and Rational. N.Y.: John Wiley & Sons, 1957.

26. *Blalock H.M.* Theory Building and Causal Inferences // Methodology in Social Research / Ed. by H.M. Blalock, A.B. Blalock N.Y.: McGraw-Hill, 1968. P. 155–198.
27. *Blalock H.M.* The Measurement Problem: A Gap between the Languages of Theory and Research // Methodology in Social Research / Ed. by H.M. Blalock, A.B. Blalock. N.Y.: McGraw-Hill, 1968. P. 5–27.
28. *Blalock H.M., Jr.* Causal Inferences in Nonexperimental Research. Chapel Hill: Univ. of North Carolina Press, 1964.
29. *Blalock H.M., Jr.* Making Causal Inferences for Unmeasured Variables from Correlations among Indicators // American Journal of Sociology. 1963. Vol. 69. No. 1. P. 53–62.
30. *Девятко И.Ф.* Диагностическая процедура в социологии: Очерк истории и теории. М.: Наука, 1993.
31. *Blalock H.M.* Four-Variable Causal Models and Partial Correlations // American Journal of Sociology. 1962. Vol. 68. No. 2. P. 182–194.
32. *Goldberger A.S.* Structural Equation Methods in the Social Sciences // Econometrica. 1972. Vol. 40. No. 6. P. 979–1001.
33. *Wright S.* The Method of Path Coefficients // Annals of Mathematical Statistics. 1934. Sept. Vol. 5. P. 161–215.
34. *Boudon R.* A Method of Linear Causal Analysis: Dependence Analysis // American Sociological Review. 1965. Vol. 30. No. 3. P. 365–374.
35. *Duncan O.D.* Path Analysis: Sociological Examples // American Journal of Sociology. 1966. Vol. 72. No. 1. P. 1–16.
36. *Jacobson A.L., Lahu N.M.* An Empirical and Algebraic Analysis of Alternative Techniques for Measuring Unobserved Variables // Measurement in the Social Sciences: Theories and Strategies / Ed. by H.M. Blalock, Jr. Chicago: Aldine Publishing Company, 1974. P. 215–242.
37. *Curtis R.F., Jackson E.F.* Multiple Indicators in Survey Research // American Journal of Sociology. 1962. Vol. 68. No. 2. P. 195–213.
38. *Costner H.L.* Theory, Deduction and Rules of Correspondence // American Journal of Sociology. 1969. Vol. 75. No. 2. P. 245–263.
39. *Blalock H.M., Jr.* Multiple Indicators and the Causal Approach to Measurement Error // American Journal of Sociology. 1969. Vol. 75. No. 2. P. 264–272.
40. *Девятко И.Ф.* Модели измерения в социологии // <http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/81166.html>.
41. *Horan P.M.* Casual Models of Measurement: Some Problems for Theory Construction // Quality & Quantity. 1989. Vol. 23. No. 1. P. 39–59.
42. *Bielby W.T., Hauser R.M.* Structural Equation Models // Annual Review of Sociology. 1977. Vol. 3. P. 137–161.