

Глава первая

Методологические проблемы применения математики в социологии

1. Проблемы соотношения математики и социологии

Влияние нового времени, бэконовские идеи опытного знания, развитие Галилеем эмпирического естествознания оказали влияние на развитие социальных наук, способствуя проникновению в них количественных методов. В середине XVII в. появляется работа В. Петти «Политическая арифметика», в которой он пишет: «...вместо того чтобы употреблять слова только в сравнительной и превосходной степени и прибегать к умозрительным аргументам, я вступил на путь выражения своих мнений на языке чисел, весов и мер (я уже стремился давно пойти по этому пути, чтобы показать пример политической арифметики), употребляя только аргументы, идущие от чувственного опыта, и рассматривая только причины, имеющие видимое основание в природе. Те же, которые зависят от непостоянства умов, мнений, желаний и страстей отдельных людей, я оставляю другим. Замечания или положения, выражаемые посредством числа, весов и мер, на которых я основывал нижеследующие рассуждения, являются или верными или не явно ложными»¹.

Как известно, К. Маркс назвал В. Петти «изобретателем статистики». Однако как самостоятельная наука статистика сформировалась много позднее, а у В. Петти и в последующих работах этого направления статистика (или то, что мы называем сейчас статистикой) выступала как всеобщая социальная эмпирическая наука. Анализ становления статистики чрезвычайно

¹ *Петти В.* Политическая арифметика.— В кн.: Экономические и статистические работы. М., 1940, с. 156.

важен, поскольку ее стиль мышления, метод (в частности, идея показателя) глубоко проникли в экономику, позднее — в социологию и психологию.

В начальном этапе развития статистики определились два самостоятельных и отчасти противоположных направления—политическая арифметика в Англии, идущая от Петти и Граунта, и так называемая университетская статистика в Германии, связанная с именами Конринга и Ахенвалля. Направление Петти—числовой анализ: основная идея — вместо слов числа и пропорции. В. Петти ищет показатели, характеризующие население Лондона, и приходит к определению числа жителей этого города тремя способами: 1) по числу домов, семейств и душ, живущих в каждом из них; 2) по числу смертных случаев в благоприятные для здоровья годы и по отношению числа живущих к числу умерших; 3) по числу умерших от чумы в годы эпидемий и по отношению этого числа к числу тех, кто избежал смерти².

Линия Конринга — поиск классификационных систем, систематизации категорий, характеризующих общество. Он исходит из четырех аристотелевых причин. Общество как организм имеет цель, и это конечная причина, по Аристотелю и по Клирингу. Аристотелева материальная причина, по Конрингу, связана со знанием о людях и товарах. Причина формальная — это законы страны. Причина действующая определяет конкретные пути управления обществом. Каждая из причин-категорий в свою очередь детализируется. Например, действующая причина содержит в себе субъекты управления и средства управления. Первые — это правители сами по себе; вторых подразделяют на одушевленные и неодушевленные. Главный представитель последних — деньги.

Эти направления Петти — Конринга отражали количественную и качественную определенность статистики: с одной стороны — выявление качественных свойств, сторон социального явления, прежде всего общества; с другой — изыскание конкретного числового, количественного представления социального явления³.

В последующем развитии статистики оба направления были объединены, и с середины XIX в. под влиянием А. Кетле статистика оформляется в самостоятельную дисциплину. Работы Кетле — важный этап самой статистики, а также развития ее влияния

² *Петти В.* Пять ответов по политической арифметике.— В кн.: Экономические и статистические работы, с. 259.

³ *Вагнер А.* История и теория статистики.— В кн.: История и теория статистики. Под ред. Ю. Янсова. СПб., 1879.

на другие области научного знания. К. Маркс писал о Кетле: «В прошлом у него большая заслуга: он доказал, что даже кажущиеся случайности общественной жизни вследствие их периодической возобновляемости и периодических средних цифр обладают внутренней необходимостью. Но объяснение этой необходимости ему *никогда* не удавалось ... он только расширил материал своего наблюдения и исчисления»⁴.

В деятельности Кетле можно выделить три существенные составляющие, которые особенно важны в процессе формирования понятия показателя в статистике. Во-первых, несомненна его заслуга в применении статистических методов к изучению государства, экономики, торговли, к изучению физических характеристик человека (распределение людей по весу и росту) и моральных качеств человека (так называемая моральная статистика — распределение различных видов преступлений, разводов и т.п.). Во-вторых, представляют несомненный интерес усилия Кетле распространить, следуя Дж. С. Миллю, законы индукции на массовые явления с целью обоснования статистических закономерностей, прежде всего для объяснения поразительной устойчивости ряда явлений. Кстати, это последнее было замечено еще Лапласом, который писал: «Отношение ежегодных рождений к населению и отношение браков к рождению испытывают очень небольшие изменения — в Париже число ежегодных рождений остается почти одно и то же; на почте число писем, не доставленных за отсутствием адреса, из года в год мало изменяется, что подобным образом наблюдалось и в Лондоне»⁵. В-третьих, большое значение имеет работа Кетле в плане создания новой науки — математической статистики. Он писал: «Будем применять к наукам политическим и нравственным метод, основанный на наблюдениях и исчислении, метод, сослуживший такую добрую службу наукам естественным»⁶. Кетле был пионером в применении нормального закона распределения вероятностей к социальным явлениям. Важна его классификация свойств человека с точки зрения возможностей их математического описания. По Кетле, свойства человека различаются по их действиям, если:

а) действия оцениваются непосредственным измерением, например сила, скорость, память;

б) действия таковы, что их проявления почти одинаковы и они проявляются только при многократных повторениях, например пьянство, плодовитость женщин;

⁴ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 32, с. 495—496.

⁵ Лаплас П. Опыт философии теории вероятностей. М., 1908. с. 65.

⁶ Кетле А. Социальная физика, т. 1, Киев, 1912, с. 13.

в) одновременно важны многократность и интенсивность, как в случае проявления храбрости и воображения.

После Кетле математическое изучение статистических закономерностей было продолжено, в английской школе Гальтона — Пирсона, в работах которой математическая статистика окончательно сформировалась как наука.

К началу XX в. был выработан основной арсенал методов статистики — методы статистического наблюдения, своднотабличный метод, метод группировки, методы статистических показателей.

Конкретное решение задач, стоящих перед марксистско-ленинской социологией, требует дальнейшего развития методов количественного анализа социальной действительности и применения в социологических исследованиях точных методов и в первую очередь математики. Традиционно считают, что использование математики в социальных науках выражается в получении только количественных характеристик. Такое понимание крайне упрощено, поскольку количественные определенности всегда связаны с качественными определенностями.

Конкретные социологические исследования проводятся на самых различных уровнях: на уровне общей теории, специальных социологических теорий и т. д., поэтому важнейшей задачей является изучение и выработка специфических математических теорий, средств и методов для каждого уровня в отдельности.

Конкретные социологические исследования в нашей стране могут успешно развиваться и будут иметь практическое и теоретическое значение только в том случае, если они опираются на исторический материализм и на этой основе используют математические методы при анализе различных механизмов социальных процессов, а также при сборе и обработке первичной социальной информации. Такой подход к анализу социальных явлений был определен К. Марксом.

Выявление специфики математических методов, разработка собственно математического аппарата марксистско-ленинской социологии — дело очень трудное и длительное.

Известно, например, что математическая физика, имеющая длительную историю, оформилась в самостоятельную научную область только после того, как был развит и применен в физике аппарат дифференциальных и интегральных уравнений, которые позволили решать целый класс физических задач.

Математическая экономика также стала специальной наукой только тогда, когда был развит и применен к решению экономических задач аппарат теории игр и линейного программирования.

В отношении социологических задач этого сказать еще нельзя. Пока в математике нет специального аппарата, которому бы подчинился определенный класс задач, а именно социологических задач, и поэтому вряд ли можно в настоящее время говорить о собственно математических методах социологии.

Безотносительно к тому, существует ли математический аппарат собственной социологической теории или нет, само проникновение математики в конкретное социологическое исследование связано с процессом формирования более строгого, более точного знания о социальной действительности.

В связи с этим возникает ряд важнейших философских методологических проблем, истоки которых находятся у начала развития научного познания человека.

Прежде всего речь идет о понятии точного знания. Последнее, на наш взгляд, включает в себя не только математику, но и логику; причем логические методы (помимо обычной формальной логики) начинают широко применяться в конкретных социологических исследованиях, например так называемая деонтическая логика в изучении норм поведения в коллективе.

Само понятие точного знания также изменяется в процессе развития знания. Если в середине XIX в. «точное» понималось с точностью до ошибок измерения, то сейчас, во второй половине XX в., мы вступили в эпоху вероятностного знания.

Математика дает точное знание, но само понятие «точное» приобретает в настоящее время вероятностный характер, отличный от обыденных представлений. Научное знание приобретает вероятностный характер, и естественно, что математические закономерности и точное знание в социологических исследованиях также имеют вероятностный характер.

Представляет интерес рассмотрение причин трудностей проникновения математики в социологию. Первая причина связана с неэкспериментальным характером эмпирических социальных наук — статистики, экономики, социологии. Еще К. Маркс указывал на специфику методов естествознания: «Физик или наблюдает процессы природы там, где они проявляются в наиболее отчетливой форме и наименее затемняются нарушающими их влияниями, или же, если это возможно, производит эксперимент при условиях, обеспечивающих ход процесса в чистом виде»¹. В физике в случае измерения веса и температуры эксперимент (возможность в тех же случаях проверки и перепроверки результатов опыта) осуществил переход от показателя к явлению. С этим также связано, что в физике в большинстве случаев не

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 23, сб. 6.

стоит проблема обоснованности данных (валидности). В социологии и психологии обоснованность (получение данных относительно того, что является целью исследования)—это одна из важнейших проблем. В отличие от случая пружинных весов, например при измерения социальных установок, у нас нет эксперимента, который бы позволял осуществлять переход от одного ряда данных к другому и тем самым отождествлять оба ряда. Мы идем эмпирическим путем, пробуем одно средство, другое, и у нас нет гарантии, что все эти средства хорошо отражают установку. Каждое из средств выступает лишь как показатель изучаемого явления. Можно сказать, физика имеет дело с самими величинами исследуемых явлений, а специальным социальным наукам приходится иметь дело только с показателями исследуемых явлений в силу неэкспериментального характера данных. Отсюда в физике в большинстве случаев нет проблемы обоснованности, а в социальных науках она возникает. Использование показателей и проблема обоснованности — это следствие одного и того же процесса, а именно специфики познавательного процесса в эмпирических неэкспериментальных науках.

Вторая причина связана с тем, что эмпирические социальные науки с самого начала своего возникновения столкнулись с необходимостью изучения массовых явлений, совокупностей.

Статистика изучает массовые совокупности. В. И. Ленин отмечал; «... необходимо брать не отдельные факты, а *всю совокупность* относящихся к рассматриваемому вопросу фактов, *без единого* исключения... Исходя из этих соображений, мы решили начать со статистики...»⁸

Человек обладает ограниченными возможностями в области хранения и восприятия больших массивов данных. Для компенсации этой ограниченности он создал различные символические системы. В частности, для характеристики массовых совокупностей были развиты их обобщающие показатели—объем совокупностей, меры положения (средние), меры рассеивания.

Третья причина касается многомерности, сложности, комплексности социальных явлений и необходимости отражения этой сложности в определенной системе данных, характеристик, категорий (показателей). Как известно, советская государственная статистика использует следующие основные группы характеристик: 1) народонаселение и трудовые ресурсы; 2) национальное богатство; 3) распределение и использование общественного продукта и национального дохода; 4) обращение общественного продукта; 5) материальное благосостояние; 6) культура; 7)

⁸ Ленинский сборник XXX, с. 303.

здравоохранение; 8) статистика органов государственного управления и общественных организаций⁹. Перечисленные характеристики общества, страны выступают в виде показателей. Традиция, сложившаяся в государственной статистике по группировке характеристик, имеет свое основание. Это система именно показателей, поскольку она — одна из возможных систем показателей.

Можно применять и иные системы показателей. Каждая категория показателей, например показатели производства и здравоохранения, может быть по-разному исчислена, а также представлена различными системами своих собственных показателей. Когда мы используем валовую продукцию как показатель производства, то это именно показатель, потому что он является одной из многих и одинаково важных характеристик (показателей) производства и потому, что он может быть исчислен различными способами, каждый из которых будет иметь равное право на существование, например при помощи натурального и стоимостного исчисления. Это рассуждение можно продолжить и далее, имея в виду тот факт, что стоимостное выражение зависит от принятого эквивалента, уровня цены, базисного года и т. д., и т. п.

То же самое можно сказать и о показателях национального дохода. Кстати, исчисление национального дохода, определение его показателей, методологии их расчета — это целый раздел в науке экономики — и необъятная область для исследования. То число, которое обычно употребляется как характеристика национального¹ дохода, по существу есть показатель национального дохода, и нет гарантии, что нельзя найти более адекватного показателя национального дохода. Аналогичная ситуация имеет место в социальной психологии. Как, например, можно изменить установку человека — совокупность его ориентаций и склонностей? Проявлением установки являются поведение и мнение (вербальное поведение). Человеческое действие более надежно, чем его слово, однако и оно может (ввести в заблуждение. Поэтому в любом случае и поведение, и мнение выступают только как эмпирические показатели (индикаторы) установки.

По мнению Н. Винера, следующая гносеологическая причина связана с тем, что открываемые закономерности несут на себе отпечаток влияния исследователя. Винер писал: «В общественных науках связь между наблюдаемым явлением и наблюдателем очень трудно свести к минимуму. С одной стороны, наблю-

⁹ *Ежов А. И.* Организация статистики в СССР. М, 1968, с. 131—133.

датель может оказывать значительное влияние на явление, привлекающее его внимание. При всем уважении к разуму, умению и честности намерений моих друзей-антропологов, я не могу поверить, что любое исследованное ими сообщество останется тем же самым после этого исследования... с другой стороны, ученый-социолог не может взирать на свои объекты с холодных высот вечности и не вездесущности... Теперь мало таких политических философов, которые старались бы ограничить свои исследования миром платоновских идей... Другими словами, в общественных науках мы имеем дело с короткими статистическими рядами и не можем быть уверены, что значительная часть наблюдаемого нами не создана нами самими. Исследование фондовой биржи, вероятно, перевернет всю фондовую биржу»¹⁰. Результат всякого исследования объекта в процессе изучения подвергается влиянию субъекта и, следовательно, выступает как определенный, полученный в определенных условиях показатель объекта.

Наконец, последняя из причин, на которой нам бы хотелось остановиться, относится к специфике методов естественных и социальных наук. Это очень большой и специальный вопрос, идущий от неокантианцев и Риккерта, которые разделяли непреодолимой стеной все науки на естественные, или номографические, и гуманитарные, или демографические. Марксистская традиция основывается на критике противопоставления естественных и социальных наук и на выявлении специфики каждой науки. Наиболее характерной особенностью современного уровня развития социальных наук, которая в наибольшей степени способствует становлению и функционированию понятия показателя, является непрерывный процесс проникновения методов естественных наук и математики в науки общественные: «Могущественный ток к обществоведению от естествознания шел, как известно, не только в эпоху Петти, но и в эпоху Маркса. Этот ток не менее, если не более, могущественным остался и для XX века»¹¹.

Прогресс науки выражается в выявлении все более общих количественных законов. Однако всякая наука начинала свое решение с законов качественных. Это относится и к физике, и к астрономии, и к экономике, и в той же степени — к социологии. Современная астрономия, как известно, берет свое начало от Коперника, предложившего в противовес Птолемею новый качественный подход к структуре солнечной системы. Естествознание нового времени начинается с работ Галилея, который пришел к выводу, что с внешними силами связано ускорение,

¹⁰ Винер Н. Кибернетика. М., 1958, с. 201—202.

¹¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 25, с. 41.

тогда как, по Аристотелю, внешние силы поддерживают скорость. Экономическая наука начала с качественных законов соответствия, производительных сил и производственных отношений и пришла к современной математической экономике.

Наряду с этим важно отметить, что сами количественные закономерности в классическом естествознании выражались на языке формул (закон Ньютона, закон Ома и др.), в которые подставлялись числовые значения одних величин, а получались числовые значения других. Развитие математической экономики показало постепенное удаление от языка формул и аналитических методов и переход к более общим, алгоритмическим методам: «Если раньше математика изучала только частные виды языков, такие, как формульный язык алгебры и анализа... то теперь объектом ее изучения является общая теория языков, теория исчислений произвольной природы. Переход от частных аналитических к более общим алгоритмическим методам уже сегодня позволил значительно расширить область приложения математики в экономике, лингвистике и в ряде других наук»¹². Следовательно, не нужно считать, что идеалом социальных законов могут быть формулы типа законов Ньютона или Ома. Когда-то так думали. Переход к алгоритмическим методам отбросил эти идеалы, одновременно и последовательно развивая идею показателя, являющегося как бы стыковкой между выработкой нового категориального аппарата социальных наук, к которому может быть применен математически формализм, и разработкой нового математического инструментария, способного адекватно отражать социальные явления.

М. Кендалл выделяет следующие две трудности математического представления социальных объектов. Во-первых, это проблема совокупности. В явлении присутствует множество компонент, и трудно определить, какая из них собственно относится к данному явлению, а какая, наоборот, его разрушает и связана с ним только временной связью. Во-вторых, это проблема объединения, так как трудно решить, какие элементы социальной системы являются главными. Задача математического описания состоит в рассмотрении социального явления как устойчивого состояния стохастического процесса¹³.

Наконец, в процессе применения математических методов в социологии раскрылось еще одно противоречие. С одной сторо-

¹² Глушков В.М. О гносеологических основах математизации наук. М., 1965, с. 6.

¹³ Kendall M. G. Natural Law in the Social Science,— «J. Roy. Stat Soc. Ser. A», 1961, v. 124, p. 1.

ны, математический аппарат применяется вне всякого теоретического осмысления, без прочной теоретической базы; с другой—предлагаемые математические теории, конструкции и модели, претендующие на развитие специфического математического аппарата социологии, в большинстве случаев лишены какой-либо эмпирической базы и носят в основном формальный, а иногда и несколько схоластический характер¹⁴.

Перед человеком всегда стояла задача сопоставления, сравнения данных его опыта. Процесс решения этой задачи еще на заре человеческой науки привел к образованию абстракции количества и числа¹⁵. Первоначально человек только различал предметы по длине —одни длинные (одно качество), другие короткие (другое качество). Всю совокупность предметов для простоты рассуждения он реконструировал на длинные и недлинные. Эта реконструкция являлась показателем, например, их пригодности. Далее развивалась более детальная классификация, и каждый класс являлся соответствующим показателем: очень длинные, длинные, короткие, очень короткие. Следующим шагом была выработка представлений «больше — меньше»; на сколько больше и меньше, во сколько раз и т. д. Так формировалась абстракция количества и понятия числа. Первоначально человек отличал все длинные предметы от всех коротких, и промежуточные для него не существовали. Длина выступала как показатель различения, но в силу объективизации показателя использовали не понятие показателя длины, а величину длины. Величины получали числовое представление и подчинялись законам арифметики.

Объекты социальных наук обладают иной математической структурой в сравнении с объектами нашего повседневного опыта. Экономика столкнулась с неаддитивными данными, такими, как цены различных товаров. Дана совокупность цен товаров в один год и в другой год. Одни цены выше, другие — ниже. Как их сравнить? Здесь мы имеем ситуацию, весьма близкую к той, которая была на заре человеческого мышления в отношении длины. Можно привести высказывание известного статистика И. Фишера, одного из создателей буржуазной теории индексов, отмечавшего, что все имеют представление о высоком уровне жизни или высоком и низком уровне цен, но не все знают, как измерить эти уровни¹⁶. Это высказывание как раз свидетель-

¹⁴ Наиболее ярко недостатки такого рода проявились в книге «Моделирование социальных процессов» (М., 1970) и в этой связи подверглись справедливой критике научной общественностью.

¹⁵ *Стивенс С.* Экспериментальная психология, т. 1. М., 1960, с. 24—25,

¹⁶ *Фишер И.* Построение индексов. М., 1928, с. 30.

ствует о том, что можно легко отличить один рынок от другого, если цены всех товаров «а рынке в этот год значительно выше цен этих же товаров на другом рынке»¹⁷. Эти крайности, полноты в ценах будут показателями этих рынков —рынок высоких цен и рынок низких цен. А как охарактеризовать рынок, в котором цены одних товаров выше, других—ниже? Необходимо выработать показатель уровня цен, взяв общую стоимость проданных товаров. Если, положим, на всех рынках продается одинаковое число товаров, но по разным ценам, то общая стоимость проданных товаров на рынке по отношению к какому-то базисному рынку будет показателем уровня цен этого рынка. Это идея индекса цен. Известно, что понятие статистического индекса в изложенном контексте — обобщение, модификация понятия статистической средней применительно к неаддитивным данным. Индекс цен показывает в среднем уровень цен, есть некоторая средняя цен.

Примерно ту же ситуацию, но только применительно к еще более неаддитивным данным мы имеем в социологии, где например, мы применяем анкету, которая представляет собой набор вопросов. Для простоты — вопросы дихотомические. Мы легко отличим человека, который положительно ответил на все вопросы, от человека, ответившего на эти же вопросы отрицательно. А как быть с тем, у кого промежуточный вариант ответов (и положительные, и отрицательные)? Необходим количественный показатель для характеристики этих вариантов ответов как некоторая конструкция, которая характеризует данный вариант ответа.

Вся проблематика психологического тестирования и социологического шкалирования в конечном счете сводится к конструированию математического аппарата для характеристик подобных данных.

2. Основные направления применения математики в социологии

Во всех областях социологического исследования математические методы играют огромную роль —это относится как к капиталистическим, так и к социалистическим странам. В Советском Союзе большую известность получили работы А. Г. Аганбегяна, Ф. М. Бородкина, Ю. Н. Гаврильца, Т. И. Заславской, В. Н. Шубкина и других ученых. В других странах социалистического лагеря известны работы И. Краземан (ГДР), Ж. Ошавнова (НРБ), С. Шосткевича (ПНР), И. Матея (СРР) и др.

¹⁷ См. также: *Казинец Л. С.* Теория индексов. М., 1968.

Арсенал применяемых в социальных науках математических средств весьма обширен и многообразен — различные методы математической статистики, теория игр, теория информации, аппарат теории устойчивости, теория марковских цепей, линейное программирование, факторный анализ, корреляционный анализ, теория графов, матричная алгебра и многое другое.

Вся история конкретных социальных исследований в нашей стране была связана со все более широким и более специализированным использованием математики. В первых конкретных социальных исследованиях 50-х — начала 60-х годов были взяты на вооружение простейшие математические и статистические средства — метод средних чисел, метод аналитических группировок, индексный метод анализа, т. е. методы так называемой дескриптивной статистики. В это же время был остро поставлен вопрос о репрезентативности исследований.

По мере развития конкретных исследований применялись все более точные математические методы анализа данных и выборки. Оперирование с большими массивами социальной информации привело к проблеме использования вычислительной техники — счетно-перфорационных и электронно-вычислительных машин.

Социологи столкнулись с необходимостью измерения качественных социальных переменных и моделирования социальных процессов и явлений. Все это вызвало большой интерес к обсуждению методологических проблем применения математики в социологии.

Работы, посвященные исследованию методологических проблем применения математики в марксистско-ленинской социологии, охватывают огромный круг вопросов, который в свою очередь требует определенной классификации. Не претендуя на бесспорность, можно выделить следующие направления среди методологических проблем применения математических методов в социологии, придерживаясь в основном хронологического порядка их постановки: во-первых, роль статистических закономерностей в конкретных социологических исследованиях; во-вторых, возможности и перспективы применения математики в марксистско-ленинской социологии; в-третьих, работы по определению основных типов задач, которые могут быть решены в социологии математическими средствами.

На страницах многих советских специальных журналов в 50-е годы шла острая дискуссия о роли познания статистических и динамических закономерностей окружающего мира. Эта дискуссия первоначально была вызвана трудностями в материалистической интерпретации квантовой механики, а затем пере-

шла в область применения статистических закономерностей к анализу социальных явлений¹⁸.

В ходе этой дискуссии сложились две точки зрения. Согласно первой статистика — это исключительно социально-экономическая наука, использующая некоторые математические методы; вторая точка зрения утверждает, что статистика — универсальная наука, изучающая массовые случайные процессы безотносительно к их специфике¹⁹.

В конце концов дискуссия по проблемам статистики пришла к формулировке двух весьма важных выводов: во-первых, объективности статистических закономерностей в сфере социальной жизни общества и необходимости использования общей и математической статистики при проведении конкретных социологических исследований²⁰; во-вторых, необходимости применения математических методов к анализу социальных закономерностей.

Массовые процессы в природе и обществе различны. Те стороны массовых социальных процессов, которые получают количественное выражение, и представляют собой предмет статистики. Однако при этом неправомерно отождествление индивидуальных и случайных различий при анализе социальных данных. Необходимо строго отделять индивидуальные статистические различия от случайных²¹, выявлять содержательную специфику случайного и статистического в социальной действительности. Неправомерно подходить к экономическим и социальным явлениям с мерками, заимствованными из области изучения явления природы. Статистическая совокупность, с которой имеет дело социолог, существенно отличается от совокупности, с которой имеет дело натуралист. Социолог манипулирует со сводными данными: суммами, средними и т. д. Для индивидуальных событий общественной жизни отсутствуют главные признаки событий стохастической среды — независимость и равновозможность. Можно применять вариационные показатели для социальных (неслучайностных) распределений. Существует мнение, что оценка результатов не может быть дана на базе вероятностных, сто-

¹⁸ Кедров Б. М. Категории материалистической диалектики как методологическая основа статистической науки.— В кн.: Ученые записки по статистике, т. 6. М., 1961.

¹⁹ Ракитов А. И. Предмет, структура и гносеологическая функция статистики.— В кн.: Некоторые проблемы методологии научного исследования. М., 1965.

²⁰ Статистика в социологических исследованиях. М., 1965.

²¹ Немчинов В. С. Социология и статистика.— В кн.: Социология в СССР, т. 1. М., 1966.

хастических критериев, поскольку здесь непреложен принцип обратной зависимости средней ошибки и корня из числа испытаний²².

В связи с ускоренным процессом применения математики в сфере социального научного знания, со все более интенсивным вхождением в марксистско-ленинскую социологию многообразных математических методов перед философами, социологами и математиками встал вопрос об оценке возможностей и перспектив применения математики в социологии.

В этой связи важны разработка в русле общественных наук таких методов исследования, которые способствуют выявлению количественных и структурных закономерностей общественных явлений, а также создание в рамках математических дисциплин специального понятийного аппарата, пригодного для описания сложных систем и процессов социальной действительности²³.

Наиболее важной проблемой в области методологии применения математики в социологии является определение характера тех задач, которые могут быть решены с помощью аппарата математики.

Штоуфер, редактор книги «Измерение и предсказание»²⁴, выделяет пять задач, в решении которых могут быть использованы математические методы: выборка, планирование эксперимента, статистические данные, анализ данных социологических исследований, моделирование²⁵.

Существует точка зрения, что имеются только три главные задачи — измерение, статистика и моделирование²⁶. На наш взгляд, решение вопроса о выделении основных задач применения математики в социологии лежит в разумном синтезе обоих подходов. Уязвимость первого подхода связана с тем, что в нем отсутствует такая важная, а может быть, даже самая важная задача применения математики в социологии, как разработка проблематики социологического измерения. Вместе с тем вряд

²²Маслов П. П. Бюджет времени.— В кн.: Ученые записки по статистике, т. 6; он же. Статистика и ее роль в конкретно-социологических исследованиях.— В кн.: Вопросы организации и методики конкретно-социологических исследований. М., 1963; он же. Социальные методы.— В кн.: Социология в СССР, т. 1.

²³Андреев Э. П., Осипов Г. В. Математика и социология.— «Вопросы философии», 1968, №11.

²⁴Measurement and Prediction, v. 4. S. Stouffer (Ed.). Princeton, 1950.

²⁵Stouffer S. Quantitative methods.—In: Review of Sociology. J. B. Gittler (Ed.). N. Y., 1957.

²⁶См., например: Количественные методы в социологии. М., 1966; Шубкип В. Н. Количественные методы в социологии.— «Вопросы философии», 1967, №3.

ли стоит выделять планирование эксперимента как самостоятельную проблему, поскольку она, с одной стороны, связана с выборкой, а с другой — является составной частью анализа данных.

Статистику можно также рассматривать как разновидность анализа данных. Второй подход недостаточно эффективен прежде всего потому, что ограничивается изучением лишь статистик, а не всего круга проблем анализа данных.

Мы выделим четыре основные задачи: выборку, анализ данных, моделирование и измерение. Предлагая подобную классификацию, сразу можно сделать, по меньшей мере, два предостережения.

Во-первых, эти четыре задачи охватывают более широкий круг проблем, чем только применение математики в социологии. Это прежде всего задачи собственно социологического исследования. При организации исследования необходимы выборка, анализ данных результатов исследования. Большой интерес для социолога представляют и проблемы моделирования и измерения. Выборка же может быть механической или квотной, анализ данных иногда вполне может ограничиться группировками и подсчетом процентов и средних. Это требует простых арифметических операций, что вовсе не является использованием математики в социологии, совершенно так же как вычисление среднего балла успеваемости в школе не означает применения математических методов в педагогике. Моделирование, в свою очередь, не сводится только к математическому моделированию; правомерно существование и качественных моделей. Например, мы можем сказать, что бригада коммунистического труда сегодня является моделью всех трудовых бригад будущего. Можно моделировать наилучший состав бригады, не прибегая к математике. Но вместе с тем эти задачи могут получить нетривиальное и более эффективное решение с помощью применения математического аппарата. Математика как бы продвигает вперед решение этих задач, приоткрывает более глубокий уровень рассмотрения проблемы и тем самым способствует в исследовании более адекватному объективному отражению действительности.

Во-вторых, следует подчеркнуть, что мы не считаем предлагаемую классификацию безупречной и окончательной; здесь возможны различные варианты подходов. Всякая выборка представляет собой модель генеральной совокупности, т. е. выборка уже есть моделирование. Но когда говорится о собственно моделировании, то имеется в виду изучение на выборке интересующего нас явления. Моделью выступает или внутренняя структура этого явления, или некоторая его конструкция, которая позво-

ляет осуществлять прогнозирование. Очень часто это достигается в процессе анализа данных исследования, который может привести к конструированию некоторой модели явления. Моделирование достаточно близко измерению, поскольку измерение свойств объекта есть не что иное, как моделирование самого объекта. Четкое определение этих задач выходит за рамки только социологического содержания и затрагивает философское, гносеологическое содержание этих понятий.

Таким образом, в области применения математических методов в социологии мы выделяем тетраду — выборка, анализ данных, моделирование, измерение. Какая же из этих составляющих тетрады является наиболее важной и актуальной в настоящее время? На первый взгляд может показаться, что трудно или совсем нельзя ответить на этот вопрос—все как будто в равной степени важны. Однако, по нашему мнению, это не так. По отношению к исследованию какой-либо социальной проблемы выборка и анализ данных являются не целью, а средствами исследования.

С целью исследования связаны моделирование и измерение, причем при решении задач измерение, естественно, имеет приоритет. Сначала надо произвести измерение переменных, потом уже строить математическую модель исследуемого явления. Таким образом, по крайней мере один член тетрады — моделирование — должен рассматриваться в последнюю очередь. Опять же оставшиеся три составляющие кажутся одинаково необходимыми. Главное, конечно, цель исследования, в данном случае — измерение, но без достаточно надежных, обоснованных средств никакое исследование невозможно. Дилемма — цель и средства. Но анализ данных произволен от выборки и измерения, поскольку данные собраны под определенную цель — измерение — и уже на определенной выборке. Это рассуждение оставляет из четырех наиболее актуальных областей применения математики в социологии только две — выборку и измерение. Но если учесть, что всякая выборка делается для исследования определенной проблемы, то в конце концов мы приходим к тому, что наиболее важной среди проблем применения математики в социологии является социологическое измерение. После того как мы кратко остановимся на первых трех составляющих тетрады, более детально рассмотрим проблему измерения в социологии.

Любое социальное исследование сталкивается с проблемой выбора объекта исследования, поскольку всякое социальное явление имеет массовый характер и нет времени и средств изучить всю генеральную совокупность. В этой связи осуществляется Выборка определенного числа объектов из генеральной совокуп-

ности, и по результатам их исследования судят о всей совокупности. В зависимости от того, насколько и в какой степени можно по выборке судить о всей генеральной совокупности, выборку считают представительной или репрезентативной.

Выборочный метод представляет собой один из методов несплошного наблюдения, когда для получения данных, характеризующих генеральную совокупность, изучаются наборы специально отобранных единиц совокупности²⁷.

Распространение результатов выборочного исследования на генеральную совокупность возможно только в том случае, когда выборка строилась научно обоснованным методом. Как известно, различают вероятностные и неслучайные методы отбора. Механизм построения выборки при вероятностных методах отбора основан на использовании случайности, а распространение результатов выборочного исследования на генеральную совокупность — на статистической теории оценивания.

Если отбор единиц осуществляется не по принципу случайности, а по какому-либо другому принципу, то такой отбор называют неслучайным, или направленным. Широкое применение неслучайных методов отбора объясняется простотой и низкой стоимостью такого вида отбора по сравнению с вероятностными методами отбора.

При неслучайных способах отбора основным условием того, что выборка верно представляет исследуемую совокупность, является согласование долей единиц отбора, обладающих целым рядом определенных свойств в выборке и в изучаемой совокупности, т. е. задается набор характеристик единиц отбора, так или иначе связанных с изучаемым признаком, и выравниваются распределения единиц отбора по заданным характеристикам в выборке и в совокупности. Понятно, что в этом случае надо располагать предварительными сведениями о распределении таких характеристик в генеральной совокупности. Эти данные обычно берутся из предшествующих переписей и разного рода сплошных обследований.

Первоначально советскими социологами применялись простейшие методы механического и квотного отбора²⁸.

²⁷ Патрушев В. Д. О некоторых вопросах выборки в социологических исследованиях.— В кн.: Научный семинар по применению количественных методов в социологии, вып. 2. М., 1966.

²⁸ Осипов Г. В. и др. Задачи и методы конкретных социологических исследований.— В кн.: Вопросы организации и методики конкретно-социологических исследований. М., 1963; Грушин Б. А. К проблеме качественной репрезентации и выборочном опросе.— В кн.: Опыт и методика конкретных социологических исследований. М., 1965.

Затем с расширением исследований и развитием конкретных методов исследований социальной действительности непрерывно развивалась и техника выборки; происходил переход от метода квот к вероятностной районированной многоступенчатой выборке. Причем на низших ступенях исследования осуществляется случайный отбор, на высших — типический, или районированный, отбор.

Наиболее актуальны в настоящее время исследования по усовершенствованию методов выборки на высших ступенях отбора при реализации районирования. Важно при этом иметь в виду следующие моменты.

Во-первых, определение набора переменных, характеризующих районирование. Тут существен принцип, когда в качестве переменных районирования должны использоваться те переменные, которые входят в гипотезу исследования²⁹.

Во-вторых, использование математических методов при проведении районирования. В данном случае большой успех советским ученым принесло использование методов распознавания образов в проведении районирования.

Советские социологи разработали алгоритмы таксономии применительно к задачам выборочного районирования и использования их при организации выборки при исследовании причин миграции сельского населения³⁰.

В-третьих, проблемы оптимального районирования. Идея оптимальности районирования восходит к Фишеру, но получила свое наиболее полное развитие в работах известного шведского статистика Далениуса. Задача построения оптимальной районированной выборки состоит в следующем: при заданном объеме выборки и числе районов необходимо определить границы районов и разместить выборку по районам так, чтобы целевая функция достигла своего оптимума. Советский социолог Ю. П. Воронов использовал метод минимума дисперсии для построения выборки при обследовании читателей «Правды» и «Литературной газеты». Районирование производилось им по одному признаку — плотности подписки³¹. При многомерном районировании перспективны методы линейного и квадратичного программирования.

Задача анализа данных двоякая: с одной стороны, — это извлечение из имеющихся данных по возможности всей импли-

²⁹ Человек и его работа. Социологическое исследование. М., 1969.

³⁰ Елкина В. Н., Загоруйко И. Г. Алгоритмы таксономии. — В кн.: Распознавание образов в социальных исследованиях. Новосибирск, 1968.

³¹ Воронов Ю. П. Распознавание образов и выборка в социологических исследованиях. — В кн.: Социология и математика. М., 1970.

цитно заложенной в них информации (на этом пути анализ данных смыкается с задачами измерения и моделирования). С другой стороны — оценка качества самих данных, определение, насколько значимы, достоверны полученные данные.

В решении первой задачи можно выделить три группы работ, связанных с применением и использованием математических средств при анализе социальных данных: посвященные использованию методов математической статистики; основанные на новейших методах современной математики, а также на разработке собственно социологических методов анализа первичной социальной информации.

В первой группе работ необходимо отметить широкое использование всевозможных средств математической статистики — средних, мер рассеивания, коэффициентов корреляции³². Широко применяются методы многомерной статистики — многомерные регрессионный, корреляционный, факторный анализы³³.

Во второй группе работ можно отметить использование теории информации и энтропийного анализа при исследовании первичной социальной информации³⁴, использование методов распознавания образов³⁵.

Собственно социологические методы анализа данных являются, как правило, одновременно и методами сбора данных. Те методы, развитые в социологии и психологии, которые являются методами анализа, представляют собой по своему содер-

³² Количественные методы в социологии; Методика и техника статистической обработки первичной социологической информации. М., 1968; *Сулов И. П., Гражданников Е. Д.* Основы социальной статистики. Новосибирск, 1975.

³³ *Заславская Т. И.* Использование методов факторного анализа для изучения миграции сельского населения.— В кн.: Научный семинар по применению количественных методов в социологии, вып. 1, Новосибирск, 1964; *Говоруценко В., Кахк Ю.* и др. Опыт применения корреляционного и факторного анализа в социологическом исследовании межнациональных отношений.— В кн.: Количественные методы в социальных исследованиях. Информ. бюлл. ИКСИ АН СССР, вып. 9. М., 1968; *Заславская Т. И., Виноградова Е. В.* Опыт математико-статистического исследования закономерностей мобильности трудовых ресурсов.— В кн.: Социальные проблемы трудовых ресурсов села. Новосибирск, 1968.

³⁴ *Таганов И. И., Шкаратан О. И.* Исследование социальных структур методом энтропийного анализа.— «Вопросы философии», 1969, № 5; *Докторов Б. З.* Регрессивно-факторная модель и задача прогнозирования. Доклад на VII МСК в г. Варне. М., 1970.

³⁵ *Загоруйко Н. Г.* Классификация задач распознавания образов.— В кн.: Вычислительные системы, вып. 227. М., 1966; *Лбов Г. С.* Алгоритмы эффективной системы признаков.— В кн.: Распознавание образов в социальных исследованиях; *Заславская Т. И., Мучник И. Б.* Об одном методе классификации объектов в социологии.— «Социологическое исследование» 1974 № 1.

жанию методы измерения и о них пойдет речь далее, в соответствующих главах. Из собственно социологических методов анализа данных, которые вместе с тем являются методами сбора данных, следует остановиться на контентном анализе³⁶.

Контентный анализ родился главным образом в исследованиях проблемы коммуникации. Основная проблема конкретного анализа — как из содержания коммуникаций сделать определенные выводы в отношении политического или иного поведения различных социальных групп общества. В социологической литературе существует много разночтений в определении существа конкретного анализа, но большинство социологов сходятся на том, что контентный анализ есть некоторая техника для систематического количественного описания содержания коммуникаций³⁷.

Исследуемая установка как предмет коммуникаций может выражаться в различных категориях и в различных единицах коммуникаций: статьях, словах, фотографиях, параграфах. Можно подсчитать количество этих единиц и по этому количеству судить о роли, значении данной установки в обществе. При этом неизбежно встает вопрос, как найти абсолютное число единиц или частоту.

Таким образом, контентный анализ прежде всего заключается в определении категорий предмета исследования, в установлении единиц (элементов), которые составляют или само социальное явление, или представление о нем, или, наконец, систему счета выделенных единиц (число, частота, процент).

Вторая задача — оценка качества, значимости, достоверности данных — в последние годы приобретает все большее значение в связи с использованием огромных массивов информации, и увеличением возможностей анализа под влиянием революции в вычислительной технике, которая происходит с начала 50-х годов.

Очевидно, что оценка значимости данных имеет приоритет в сравнении с представлением и реконструкцией данных, которые чрезвычайно важны при решении первой задачи анализа данных, при извлечении информации из данных³⁸. Задача оценки значимости смыкается с проблемой достоверности при сборе

³⁶Контентный анализ. Новосибирск, 1970; Методологические и методические проблемы контент-анализа, вып. 1—2. Новосибирск, 1973.

³⁷Количественные методы в социальных исследованиях. Информ. бюлл. ИКСИ АН СССР, вып. 9.

³⁸ *Tukey I.W., Wilk M. B. Data Analysis and Statistics: Techniques and Approaches.*— In: *The Quantitative Analysis of Social Problems.* E. R. Tufte (Ed.). N. Y., 1970.

данных³⁹. Вопрос об оценке качества и значимости данных упирается в характер и природу самих данных — имеют ли они аддитивный характер, постоянную дисперсию, обладают ли условиями линейности, нормальности и т. д. С этим связан выбор критериев значимости (X^2 , t -критерий, F -критерий) и многое другое.

В настоящее время идет большая работа по построению теории данных в социальных науках — представляют ли данные отношения на паре объектов или на паре расстояний между ними, дают ли они отношения близости или порядка, отношения между объектами одного класса или разных классов⁴⁰.

При применении количественных методов анализа результатов конкретного социологического исследования в зависимости от уровня и методов обработки, способа фиксации и обилия полученных данных выбираются различные средства механизации обработки информации⁴¹.

Выбранное средство механизации обработки социальной информации характеризуется определенным типом носителя информации (машинным документом), на котором по определенным правилам, присущим данному носителю и данному средству механизации, фиксируются результаты конкретного социологического исследования, подлежащие обработке.

При ручной обработке неформализованные и формализованные документы сами функционируют в качестве носителей информации. Уже при применении средств малой механизации возникает необходимость переноса данных с первичных документов на машинный документ⁴².

В социологической литературе поднят важный для социологов вопрос о применении вычислительной техники в конкретных социальных исследованиях, в частности вопрос об оценке сравнительных возможностей электронных вычислительных (ЭВМ) и перфорационных машин (СПМ), справедливо отмечается целесообразность использования СПМ. при обработке небольших массивов социальной информации и для несложных задач типа статистической группировки⁴³.

³⁹ Шляпентох В. Э. Проблемы достоверности статистической информации в социологических исследованиях. М., 1973.

⁴⁰ Coombs С. A Theory of Data.— «Psychol. Rev.», 1960, v. 67, p. 143.

⁴¹ Устинов В.А., Деев Л. Ф. Опыт применения ЭВМ в социологических исследованиях. Новосибирск, 1967.

⁴² Розин Б.Б., Стрелко Р. и др. Разработка материалов массовых наблюдений на счетно-перфорационных и электронно-вычислительных машинах,— В кн.: Количественные методы в социологии.

⁴³ Маслова Л. Н., Патрушев В. Д. О возможностях исследования счетно-перфорационных машин для обработки материалов социологических исследо-

Советскими социологами проводится большая работа по созданию стандартных программ. Объединение стандартных программ для ЭВМ и автоматизированных систем, управляемых программой-диспетчером, позволит значительно удешевить и упростить обработку социальной информации на ЭВМ⁴⁴.

Создание автоматизированной системы обработки социальной информации позволяет за счет стандартизации процедур обработки и их выходных данных при одном обращении к ЭВМ применять различные процедуры в любой технологически допустимой последовательности⁴⁵. Создание такой системы-автомата позволит реализовать существующие в настоящее время резервы в автоматизации обработки данных, которые вызваны необходимостью вмешательства программиста при переходе от одной программы к другой. Это приводит к достижению эффекта, по крайней мере, в двух отношениях: сокращению времени обработки и повышению надежности выходных данных за счет исключения вмешательства человека в технологический процесс обработки⁴⁶.

Имеется большой и положительный опыт использования математики при моделировании в общественных науках: при моделировании некоторого круга социальных проблем демографии *⁷, криминологии⁴⁸, международных отношений⁴⁹, групповой динамики⁵⁰, социальной структуры⁵¹.

ваний.— В кн.: Научный семинар по применению количественных методов в социологии, вып. 2.

⁴⁴Молчанов В. И. Применение ЭВМ в социологическом исследовании.— «Социологические исследования», 1974, № 1.

⁴⁵Анализ социологической информации с применением ЭВМ, ч. 1—2. М.—1976.

⁴⁶Программа обработки первичной социологической информации на ЭВМ.— В кн.: Методика и техника статистической обработки первичной социологической информации.

⁴⁷Кваша В. В., Великий А. И. Об одном опыте прогнозирования численности и структуры семей.— В кн.: Моделирование социальных процессов; Герасимов Е. Д. Прогностические модели социально-демографических процессов. Новосибирск, 1974.

⁴⁸Кудрявцев В. Н. Причинность в криминологии. М., 1968.

⁴⁹Герасимов Т. Теория игр и международные отношения.— «Мировая экономика и международные отношения», 1966, № 7.

⁵⁰Амосов И. И., Галенко Д. Н. О моделировании социального взаимодействия в малых коллективах.— В кн.: Количественные методы измерения в социологии. Информ. бюлл. ИКСИ АН СССР, вып. 8.

⁵¹Гаврилец Ю.Н. Некоторые вопросы количественного изучения социально-экономических явлений.— «Экономика и математические методы», 1969, т. 5, вып. 5; он же. Социально-экономическое планирование. Системы и модели. М., 1974.

Хотя мы уже высказывались по вопросу о соотношении роли измерения и моделирования, следует отметить широко распространенное мнение, что главное в применении математики в социологических исследованиях — это моделирование социальных явлений⁵².

Модели социальных явлений (имеются в виду прежде всего математические модели) чрезвычайно разнообразны как по используемым методам, так и по характеру и масштабу решаемых задач. П. П. Маслов выделяет четыре типа моделей в социологии: структурные, социальных общений, удовлетворения потребности, динамических процессов⁵³. Н. Н. Моисеев подразделяет модели общественных явлений на четыре класса: без управления, оптимизационные, игровые и имитационные⁵⁴

А. Г. Аганбегян выделяет следующие типы статистических моделей в социологии'

а) модели распределения, которые могут использоваться для более обобщенной и компактной характеристики дифференциации отдельных признаков;

б) корреляционные, дисперсионные, факторные и тому подобные модели, с помощью которых выявляется взаимосвязь показателей, характеризующих изучаемый социальный процесс;

в) статистические модели формирования отдельных социальных явлений (например, модель формирования доходов семей рабочих и служащих);

г) статистические модели распознавания образов, получающие по праву все более широкое распространение в социологических исследованиях;

д) имитационные статистические модели, которые могут рассматриваться как частный случай статистических моделей формирования социальных процессов⁵⁵

Приведем пример использования линейного программирования при разработке оптимальной структуры профессионального обучения⁵⁶. Исходной информацией является балансовый расчет потребности в квалифицированных кадрах по профессиям, а также информация о профессиональных склонностях молодежи. Допустим, что имеется балансовый расчет и информация об

⁵² Аганбегян А.Г., Шубкин В.Н. Социальные исследования и количественные методы.— В кн.: Количественные методы в социологии, с. 25.

⁵³ Маслов П. П. Статистика в социологии. М., 1971, с. 1935.

⁵⁴ Моисеев Н.Н. Математик задает вопросы. М, 1974, с. 35.

⁵⁵ Аганбегян А. Г. Некоторые особенности применения математических моделей в социологических исследованиях.—В кн.: Моделирование социальных процессов.

⁵⁶ Шубкин В.Н. Социологические опыты. М., 1970, с. 215—221.

Таблица 1
Исходные условия

Профессия	Потребности по профессиям	Распределение желающих учиться по профессиям (профессиональные склонности) в школах				Разница между потребностью и профессиональными склонностями
		№ 1	№2	№ 3	Итого	
Токарь	50	10	20	5	35	+15
Полиграфист	20	15	10	15	40	-20
Продавец	30	5	10	10	25	+5
Итого	100	30	40	30	100	

отношении молодежи к той или иной специальности (табл. 1) и получены оценки склонности молодежи к учебе по этим профессиям, выраженные в коэффициентах привлекательности профессий, которые выражают субъективное отношение школьников к той или иной специальности (табл. 2).

Таблица 2
Коэффициенты привлекательности профессий

Профессия	Школа № 1			Школа № 2			Школа № 3		
	токарь	полиграфист	продавец	токарь	полиграфист	продавец	токарь	полиграфист	продавец
Токарь	1,0	0,5	0,1	1,0	0,7	0,4	1,0	0,3	0,6
Полиграфист	0,7	1,0	0,7	0,5	1,0	0,5	0,6	1,0	0,8
Продавец	0,2	0,5	1,0	0,5	0,2	1,0	0,4	0,6	0,1

По условиям задачи имеется несоответствие между потребностью в кадрах по профессиям и желанием молодежи учиться этим профессиям. Это приводит к необходимости перераспределения части учащихся для обучения тем профессиям, которые не являются для них самыми предпочтительными. В связи с введением коэффициентов привлекательности задача усложняется, поскольку теперь нужно не просто механически произвести перераспределение, а сделать это так, чтобы учесть предпочтения, отдаваемые разным профессиям, и в итоге получить оптимальный план профессионального обучения (т. е. сколько человек и каким профессиям обучать в каждой школе), обеспечивающий

удовлетворение потребности в кадрах по профессиям на перспективу и в то же время максимально учитывающий личные желания самих учащихся.

Данная задача формализуется:

i — номер профессии; $i = 1, 2, \dots, m$; j — номер школы; $j = 1, 2, \dots, n$; k — номер «профессиональной группы» внутри школы при $k = 1, 2, \dots, l$; x_{ij} — искомая плановая численность учащихся по i -й профессии в j -й школе; a_i — величина потребности по каждой профессии; b_j — число учащихся в каждой школе; c_{ij}^k — коэффициент привлекательности i -й профессии для учащихся k -й группы в j -й школе.

Составление плана профессионального обучения учащихся рассматривается как задача максимизации привлекательности профессии, или, что то же самое, как задача минимизации неудовлетворенности при распределении их по профессиям. Таким образом, требуется найти максимум функционала:

$$L(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}^k x_{ij}, \quad 0 \leq c_{ij}^k \leq 1.$$

При решении задачи должны соблюдаться следующие ограничения:

$$x_{ij} \geq 0; \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i; \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j.$$

В результате решения этой задачи одним из методов линейного программирования получается оптимальный план профессионального обучения. Данные представлены в табл. 3. По

Таблица 3
Оптимальный план профессионального обучения *

Профессия	Распределение план профессионального обучения *					
	Школа № 1		Школа № 2		Школа № 3	
	по их желанию	по оптималь ному плану	по их желанию	по оптимальн ому плану	по их желанию	по оптималь ному плану
Токарь	10	15	20	30	5	5
Полиграфист	15	10	10	—	15	10
Продавец	5	5	10	10	10	15
Итого	30	30	40	40	30	30

* Шубин В. Н. Социологические опыты. М., 1970. с. 220.

оптимальному плану 80 учащихся из 100 будут обучаться именно тем профессиям, которым они и хотели учиться (коэффициент привлекательности 1,0), и лишь 20 не будут обучаться профессиям, которые они ставили на первое место как самые предпочтительные. Разница между «потребностями и желаниями», которые по соответствующим профессиям вначале была +15, —20, +5 (см. табл. 1), теперь уменьшилась до 20, т. е. пять полиграфистов из школы № 1 и десять — из школы № 2 станут токарями, а пять из школы № 3 — продавцами⁵⁷.

Представляет интерес модель оптимального планирования с учетом социальных факторов⁵⁸.

На экономическом языке сформулированы задачи, без решения которых невозможно развитие как экономической науки, так и социологии (например, проблема критериев оптимальности, общего благосостояния и т. д.). Для социологов-марксистов особый интерес представляют те исследования экономистов-математиков, которые выходят за рамки чисто экономических процессов и которые можно отнести к области, пограничной между экономикой и другими социальными науками. Эта важная проблема и связана с критерием оптимальности. Целью оптимальной экономической системы является максимальное удовлетворение экономических потребностей общества.

Таким образом, из множества всех переменных (производство, накопление, потребление и т. п.) целевыми оказываются лишь переменные потребления, а остальные играют подчиненную роль. Первоначально в работах экономистов-математиков считалось, что общество как потребитель представляет собой устойчивое целое и поэтому целевой функцией экономики может быть целевая функция потребления — некоторая определенная функция от потребляемых обществом благ и услуг, принимающая тем большее значение, чем предпочтительнее для всего общества данный набор потребления. Однако при более детальном исследовании выявились недостатки подхода, игнорирующего наличие социальной структуры общества и не учитывающего удовлетворения членов общества не только потреблением, но и видом своей трудовой деятельности.

В настоящее время проблема критерия оптимальности экономики выглядит в значительной степени как социально-политическая проблема принятия экономических решений. В ней важное место занимает задача сравнения удовлетворения своим социально-экономическим положением разных профессиональ-

⁵⁷ Количественные методы в социологии, с. 224—231.

⁵⁸ Гаврилец Ю. Н. Социально-экономическое планирование..., с. 70.

ных групп. Неясно Также и то, какими научными критериями должно руководствоваться общество и при распределении средств между конкурирующими группами целей: денежное потребление населения, здравоохранение, образование, социальное обеспечение, оборона, наука и т. п. Эти задачи в той или иной степени пытаются решать экономисты и математики, но ясно, что они относятся в равной степени и к компетенции социологов: проблема оптимального управления социальным развитием не может быть решена без широкого круга конкретных социальных исследований.

Автор использует следующие обозначения: y_j — r -мерный вектор затрат выпуска j -производственной единицы; x_i — r -мерный вектор потребления i -й группой; τ_{ik} — количество свободного времени i -к потребительской группы, расходуемого k -м способом; l_j — b -мерный вектор затрат рабочего времени всех видов в j -производственной единице; ω_i — b -мерный вектор, характеризующий труд i -й группы; a — r -мерный вектор, у которого положительные компоненты представляют потребление, экспорт, запасы; отрицательные — ресурсы; нулевые —промежуточный продукт; T_i —суммарное время i -й группы населения; Y_j — допустимое множество векторов затрат выпуска j -й производственной единицы; a_{ik} —количество свободного времени при потреблении i -группой k -го продукта и услуг⁵⁹.

Состояние социально-экономической системы описывается следующими соотношениями:

$$\begin{aligned}
 & x_i, \tau_i, \omega_i, l_j \geq 0; \quad \omega_i \in W_i; \\
 & y_j \in Y_j \left(l_j, \{x_i\}_{i=1}^m, \{\tau_i\}_{i=1}^m \right); \quad j=1, \dots, n; \\
 & \sum_{b=1}^b \omega_{ib} + \sum_{k=1}^q \tau_{ik} \leq T_i; \quad i=1, \dots, m; \\
 & \sum_{j=1}^n l_j = \sum_{i=1}^m \omega_i; \quad \sum_{j=1}^n y_j - \sum_{i=1}^m x_i \geq a; \\
 & \tau_{ik} = a_{ik} x_{ik}; \quad a_{ik} \neq 0; \quad k=1, \dots, k.
 \end{aligned}$$

Первое неравенство говорит о том, что все переменные, кроме Y_j , неотрицательны. Соотношение $\omega_i \in W_i$ указывает множество способов приложения труда i -й группы; аналогично соотношение, касающееся y_j . Следующее неравенство говорит о

⁵⁹ Гаврилец Ю. Н. Социально-экономическое планирование..., с. 76.

том, что расходуемое время и свободное время не могут превосходить определенной величины запаса времени; четвертое равенство — баланс труда; предпоследнее неравенство — соотношение производимых, потребляемых и имеющихся продуктов; последнее соотношение — зависимость между потреблением k -х благ и затратами свободного времени. Эта модель позволяет сблизить социологические исследования по использованию свободного времени и исследования культурной сферы общества с экономическими и проводить их по единой согласованной программе⁶⁰.

Существуют границы применения математических методов в марксистско-ленинской социологии. Как уже говорилось, разработана и получила признание общественности теория различных уровней социологического знания: общетеоретического, среднего, эмпирического и т. д. Именно с этих позиций надо подходить и к проблеме построения моделей в социологии. Если же говорить об использовании математических методов при моделировании в социологии конструктивно, то тут встает вопрос в первую очередь об анализе социальных механизмов на эмпирическом уровне. Попытки создания абстрактных моделей социальных процессов без опоры на фактический, содержательный анализ социальной действительности неизбежно приводят к тому, что эти модели превращаются в пустое теоретизирование. При переходе от низшего уровня социальных исследований к высшему меняется специфика применения математических методов в социологии и все большее значение приобретает моделирование социальных явлений и использование математических моделей.

3. Проблемы измерения в социологии

Проблема измерения в науке нового времени является одной из центральных и в методологическом, и практическом отношениях. Если применение математики во многих областях естествознания уже вышло за рамки самой проблемы измерения (хотя в последней есть много нерешенных вопросов), то среди математических проблем социальных наук и, в частности, социологии вопросы измерения пока еще остаются центральными. И в последнее время они привлекают все большее и большее внимание⁶¹.

⁶⁰ Гаврилец Ю. Н. Социально-экономическое планирование..., с. 77

⁶¹ Андреева Г. М. Современная буржуазная эмпирическая социология. М., 1965; Самсонов Ю. Б. Некоторые проблемы социологического измерения. — В кн.: Моделирование социальных процессов; Измерение и моделирование в социологии. Новосибирск, 1969.

Практика измерения восходит в своих началах к истокам науки, однако логические основания измерения не изучались вплоть до конца XIX — начала XX в., когда Гельмгольц изложил основные идеи репрезентационной теории измерения⁶², а Гельдер развил аксиоматику измерения экстенсивных величин⁶³.

Интуитивная ясность в понимании сущности измерения не покидает нас, как только возникает речь об измерении. Однако более тщательный анализ проблем измерения сталкивается со значительными трудностями.

Мы говорим, что диаметр подшипника мы измеряем, а диаметр Луны, Солнца мы определяем, вычисляем, находим. Когда ставим отметку на экзамене, то измеряем знания студента и одновременно оцениваем их. Одно ли это и то же? Не измеряют ведь дерево вообще, а измеряют его высоту, поперечник у основания, т. е. измеряют не предмет, а его свойства и опять же не все свойства, а только те, которые можно измерить. То свойство, что дерево хвойное или лиственное, не измеряется вообще.

Одни считают, что нельзя, например, измерять умственные способности человека так же, как мы измеряем физические свойства, такие, как длина и вес. Другие полагают, что хотя и трудно, но сделать это можно, зато совершенно нельзя измерить счастье и творческие способности. Известный математик А. Лебег обратил наше внимание на то, что «геометрическое измерение начинается как физический процесс, но завершение его имеет характер метафизический»⁶⁴. Природа измерения, его специфика, имеют пока еще больше нерешенных проблем, чем решенных.

Существуют различные типы измерений, различающиеся по величине информации, которые они предоставляют, по типу структур, которые они выявляют, и степени точности, с которой они могут быть осуществлены. Описание различных типов измерения и объяснение их значения — предмет теории измерения.

В XIX в. вопрос об измерении возникал главным образом в отношении физических величин. Он сводился к счету прерывных и измерению в единицах измерения непрерывных величин. В 20-х годах XX в. английский физик Кемпбэлл дал строгий анализ этих процессов⁶⁵. Он выделил в измерении физических величин два основных вида: измерение первичное и измерение

⁶²Гельмгольц Г. Счет и измерение. Казань, 1893.

⁶³Holder O. Die Axiome der Quantitat and die Lehre von Ma — «Ber. Sächsisch. Ges. Wiss. Math.-phys. Kl.», 1901. Bd. 56, S. 1—54.

⁶⁴Лебег А. Об измерении величин. М., 1960, с. 104.

⁶⁵Campbell N. R. Physics: the elements. London, 1920; Campbell N. R. An account of the Principles of measurement and calculation: London, 1928.

производное и дал логический анализ этих процедур. Первичное измерение представляется как процедура, посредством которой физическим объектам приписываются числа арифметической системы. Подход Кемпбелла был связан с анализом пути соотношения эмпирических объектов с числами при помощи единиц измерения. Результат соотношения — число, которое и является результатом измерений⁶⁶. Исторически исходным пунктом было измерение, а из практической потребности счета и измерения было развито само понятие числа. Затем пошло самостоятельное развитие понятия числа вплоть до современной теоретико-множественной концепции действительного числа Кантора. Подход Кемпбелла во многом продвинул вперед понимание проблем измерения в классической физике. Развитие квантовой механики и потребности измерения в психологии и социологии поставили новые проблемы измерения. Процесс измерения начал интенсивно изучаться представителями математики, логики, философии, психологии, социологии⁶⁷.

Встал вопрос о понятии измерения, о построении теории измерения, ее логических основаниях, специфике измерения в естественных и социальных науках.

Вполне естественно, ставя вопрос о понятии, начать с некоторых дефиниций понятия измерения как отправных исходных пунктов в рассмотрении интересующего нас вопроса. Анализ существующих определений понятия измерения приводит к тому, что все они четко разделяются на две группы, которые реализуют два самостоятельных подхода в понимании существа измерения.

Первый подход выражает традицию, идущую от античной науки, и в наиболее полной форме представлен Б. Расселом, который говорит об измерении как числовом представлении величин: «Измерение величины есть в самом общем смысле всякий метод, посредством которого устанавливается между всеми или некоторыми величинами и всеми или некоторыми числами...»⁶⁸

В советской литературе этот подход представлен таким образом: «Измерение — познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной величины с известной величиной, принятой за единицу сравнения»⁶⁹, «...в измерении определяется отношение одной (измеряемой) ве-

⁶⁶ Лебег А. Об измерении величин, с. 9.

⁶⁷ Омеляновский М. Э. Философские основы теории измерения Авторей докт. дисс., 1943.

⁶⁸ Russel B. The Principles of Mathematics. London, 1937, p. 167.

⁶⁹ Маликов М.Ф. Тюрин Н. Н. Введение в метрологию. М., 1965, с. 21.

личины к другой однородной величине (принимаемой за единицу измерения), это отношение выражается числом (независимым численным значением измеряемой величины)»⁷⁰.

Хотя в приведенных определениях речь идет и о числовом представлении числа, сравнении и сопоставлении, главное в этом подходе к трактовке понятия измерения состоит в том, что измерение есть измерение величин. Неявно предполагается, что существует нечто, что можно измерить, а именно величина. Где критерии того, что нечто есть величина или обладает величиной и, вообще говоря, что такое величина? В центре этого подхода в понимании измерения — понятие величины среди всех объектов действительности измерение отбирает для себя один класс объектов. Класс величин, и все, что не является величиной, не подвержено и не подлежит измерению. Измерение ограничивается измерением величин. Этот подход условно можно назвать дескриптивным, поскольку измеряемый объект — величина и задача измерения — описание, определение существующей величины.

Другой подход выражен в трудах известного английского специалиста в области проблем измерения Н. Кемпбэлла: «...определим измерение как приписывание чисел для представления свойств в соответствии с законами науки⁷¹, а также во многих современных работах по теории измерения: «Измерение в самом широком смысле состоит в соответствии математических объектов, таких, как действительные числа, векторы или операторы, эмпирическим объектам, таким, как тяжелые тела, силы, цвета и т. п.»⁷²

Данный подход предполагает, что измеряемые объекты не обладают никакими числовыми свойствами и в процессе измерения этим объектам придаются числовые свойства и приписываются числа. Этот подход можно назвать конструктивным, поскольку числовые свойства создаются, конструируются в процессе измерения. Сразу возникают две трудности. Во-первых, такое понимание измерения слишком широко. Ведь и вся физика и астрономия представляют собою соответствие числовой системы и эмпирической системы.

Однако ни физика, ни астрономия не сводятся целиком только к измерению. Вместе с тем всякая арифметизация есть сопоставление чисел объектам, но арифметизация не есть измерение.

⁷⁰ *Омельяновский М. Э.* Диалектика в современной физике М 1973 с 227

⁷¹ *Campbell N. R.* An account of the principles of measurement and calculation, p. 5.

⁷² *Krantz D.* A survey of measurement theory.— In: *Mathematics of the Decision Science*, pt. 2. G. Dakotzig (Ed.), p. 315.

Во-вторых, дело не в числовом представлении самом по себе, а в том, что в процессе этого числового представления свойства сопоставляются, упорядочиваются, подчиняются отношениям порядка. Число выступает не как самоцель, а как инструмент упорядочивания, сопоставления. Оба подхода отражают две неразрывные стороны процесса измерения, с одной стороны, число, величина, интенсивность, с другой — сравнения, сопоставление, упорядочивание, порядок. Наш интерес, естественно, сосредоточен на вопросах, которые связаны с теорией или подходами к теории измерения в социальных науках. Весь комплекс проблем, которые возникают в связи с измерением, мы назовем проблемой измерения.

Проблема измерения, как и всякая научная проблема, включает в себя прежде всего три аспекта — философско-гносеологический, теоретико-методологический и практический. Философско-гносеологический аспект — это проблема сущности процесса измерения как познавательного процесса, проблемы объекта и субъекта измерения, соотношения объективности и субъективности результата измерения и т. п. Теоретико-методологический аспект прежде всего затрагивает проблемы построения теории измерения, хотя ответить, что такое теория измерения, вряд ли можно однозначно. В решении теоретико-методологических проблем измерения наибольший прогресс достигнут в двух направлениях: с одной стороны, ученые пришли к пониманию, что измерение есть двуединый, двухуровневый процесс, включающий уровень логический, формальный и уровень операциональный, эмпирический, с другой — построены различные формальные, логико-математические теории измерения. Практический аспект измерения — это получение и оценка результатов измерения, проблема его надежности и обоснованности.

Существенно отметить сразу два момента. Во-первых, границы этих трех аспектов проблемы измерения подвижны, условны и в определенной степени пересекают друг друга. Например, вся область практических проблем измерения является постольку практической, поскольку не сталкивается с осмыслением и рефлексией своей деятельности, а как только этот процесс начинается, то все практические проблемы измерения накрепко связываются с теоретико-методологическими проблемами. Во-вторых, все вышеприведенные рассуждения одинаково правомочны в трех областях: на общенаучном уровне, в области естественных и в области социальных наук. Каждый аспект в каждой области — предмет специального исследования.

Область действительных чисел характеризуется системой правил, которая называется арифметической системой (ариф-

метикой). Как отмечает один из создателей современной теории измерений — Кумбс, физика стала царицей наук, в частности, потому, что, во-первых, развитие математики основывалось на аксиомах арифметики и, во-вторых, эти аксиомы реализовывались во всех областях физических явлений⁷³. Величины, характеризующие социальные явления, в ряде случаев не подчиняются аксиомам арифметики. Грубо говоря, это означает, что мы не можем точно сказать, что, например, удовлетворенность жизнью одного человека во сколько и на сколько больше удовлетворенности жизнью другого человека, хотя есть основания думать, что она больше.

В другом месте Кумбс отмечает, что измерение в физических науках обычно означает приписывание чисел наблюдениям (этот процесс называется отображением) и анализ данных состоит в операции с этими числами. Социальный ученый, беря физику за образец, часто пытается делать то же самое. Существует мнение, что социальный ученый, который следует этой процедуре, иногда разрушает свои данные⁷⁴.

С развитием психологии и социологии в основном начиная с 30-х годов XX в. появилась острая необходимость в сравнении, сопоставлении величин аддитивности которые не удовлетворяют условиям. Это привело к созданию новой теории измерений. Идея ее была выдвинута крупнейшим современным психологом С. Стивенсом на рубеже 30—40-х годов. По Стивенсу, измерение возможно прежде всего потому, «что существует изоморфизм между свойствами числовых рядов и эмпирическими операциями, которые мы можем производить с объектами»⁷⁵.

Измерение понимается как процесс соотнесения эмпирической системы с некоторой числовой системой. Из-за отсутствия единиц измерения таких величин, как удовлетворенность жизнью, национальное чувство и т. п., возник вопрос о специфике числовой системы, которая соотносится с эмпирической системой. Стивенс первоначально выдвинул четыре типа таких числовых систем, которые обусловили четыре соответствующие шкалы (или уровни) измерения: шкала наименований (номинальная), порядка (ординальная), интервалов (интервальная) и отношений.

Каждая шкала характеризуется соответствующими числовыми свойствами. Если производится измерение по определенной

⁷³ *Coombs C. A theory of psychological Sealing. Michigan, 1952, p. 12.*

⁷⁴ *Coombs C. Theory and methods of Social Measurement.—In: Research Methods in the Behavioral Sciences. L. Festinger (Ed.). N. Y., 1954, p. 472.*

⁷⁵ *Стивенс С. Экспериментальная психология, т. 1, с. 51.*

шкале, то это означает, что осуществляется изоморфизм между числовой системой шкалы и исследуемыми величинами. Сам Стивенс дал разделение шкал на основе тех математических преобразований, которые допускаются каждой шкалой.

Шкала наименований допускает операцию равенства-неравенства, т. е. ее числовая система обладает весьма слабыми свойствами. Эта шкала (или измерение по ней) дает простую классификацию объектов, например нумерацию игроков в футбольной команде. С числами, приписанными игрокам, мы не можем оперировать, как с числами в арифметике, а именно два игрока первого номера нам не дадут игрока второго номера. Порядок допускает операции равенства — неравенства и больше—меньше. Она представляет собой ранжирование по признаку (например, ряд металлов в химии). Примером такой шкалы может быть «измерение» критериев отношения к труду⁷⁶:

«Какие из указанных ниже суждений выражают ваше мнение?

1. Хороша любая работа, если она хорошо оплачивается.
2. Зарботок главное, но важен и смысл работы, ее общественная значимость.
3. Нельзя забывать о зарботке, но главное — смысл, содержание работы.
4. Хороша та работа, где ты приносишь больше пользы».

Шкала интервалов допускает операции равенства—неравенства, больше—меньше и равенства—неравенства интервалов, позволяя тем самым ввести единицу измерения. Шкала отношений допускает операции равенства—неравенства, больше—меньше, равенство интервалов и равенство отношений и тем самым реализует все арифметические операции. По этим последним двум шкалам производятся все физические измерения.

Различие шкал можно проиллюстрировать на простом примере. Предположим, мы выявляем удовлетворенность работой. Если мы можем подразделить людей только на удовлетворенных и неудовлетворенных работой, то тем самым имеем номинальную шкалу удовлетворенности работой. Если можно было бы установить, насколько и во сколько раз удовлетворенность одних больше удовлетворенности других, то получили бы интервальную шкалу, а также шкалу отношений удовлетворенности, работой. Данные, представленные (измеренные) по номинальной и ординарной шкалам, принято именовать качественными, а измеренные по шкалам интервальной и отношений — количественными, поскольку первые две не допускают арифме-

⁷⁶ Ядов В. А. О некоторых приемах и методах исследований в области пропаганды.—В кн.: Проблемы научного коммунизма, вып. 2. М., 1968.

Т а б л и ц а 4
Шкалы измерения *

Шкала	Основные эмпирические операции	групповая структура	Допустимая статистика	Типичные примеры
Наименований (номинальная)	Установление равенства	Группа перестановок	Число случаев, мода, корреляция качественных переменных	Нумерация игроков футбольной команды
Порядковая (ординальная)	Установление отношений больше-меньше)	Изотоническая группа	Медиана, ранговая корреляция	Ранжирование лиц по признаку
Интервальная	Установление равенства интервалов	Группа линейных преобразований	Среднее арифметическое, корреляция количественных переменных	Температура по Цельсию или Фаренгейту, энергия, календарные даты; баллы тестирования
Отношений	Установление равенства отношений	Группа подобия	Все операции математической статистики	Длина, вес, сопротивление, шкала высоты, звука, шкала громкости звука

* Схема с небольшими изменениями заимствована из книги: *Стивенс С.* Экспериментальная психология, т. 1, с. 52.

тических операций, а вторые — допускают. В каждой шкале применяются строго установленные статистические методы (табл. 5).

К. Кумбс, развивая идеи С. Стивенса, предложил эквивалентный в математическом отношении подход к различению шкал посредством различения характера арифметических операций⁷⁷. Соответственно, каждая шкала характеризуется своей системой аксиом, которые и определяют числовые свойства шкалы. Стивенс не ставил целью дать строгую логическую формулировку шкал посредством аксиом. Формулировка аксиом для порядковой шкалы и шкалы отношений была дана Э. Найгелем. Кумбс предлагал рассматривать шкалы как математические конструкции, для которых важны два момента: объекты и расстояния между объектами. По его мнению, можно провести классификацию шкал Стивенса как для элементов, так и для расстояний между ними (табл. 5). Тогда номинальная шкала

⁷⁷ *Coombs C. H.* A Theory of psychological Scaling.—«Enging Res. Bull.», 1952, p. 34.

Таблица 5
Примеры использования статистических методов
в зависимости от шкалы измерения

Шкала	Меры	Меры рассеяния	Меры связи	Статистические критерии
Наименований (номинальная)	Мода	Информация	Передача информации, T	χ^2
Порядковая (ординальная)	Медиана	Перцентили	Коэффициенты ранговой корреляции	Критерий знака
Интервальная	Средняя арифметическая	Среднеквадратическое отклонение, дисперсия	Коэффициент парной корреляции, корреляционное отношение	t-критерий, F-критерий
Отношений	Средняя гармоническая, средняя геометрическая			

Стивенса, по Кумбсу, примет название «номинально-номинальная» (ординальная — Стивенса, ординально-номинальная — Кумбса). Кроме того, можно ввести понятие частично упорядоченной шкалы. Это шкала, которая упорядочивает только часть элементов (и соответственно их расстояния).



Главная проблема измерения состоит в том, чтобы показать, что данная эмпирическая область выявляет ту же самую структуру, как и некоторая арифметическая система числа, а если идентифицирована общая структура, то говорить, что арифметическая система изоморфна эмпирической области. После того как изоморфизм установлен, вопросы в отношении эмпирической области могут быть отнесены к арифметической системе и к расчетам, произведенными в ней, а затем результаты переведены обратно и интерпретированы.

П. Суппес и Дж. Зиннес дали определение этого изоморфизма, используя понятие системы с отношениями⁷⁸. Следуя им, система с отношениями есть конечная последовательность $(S; R_1 \dots, R_n)$, где S — не пустое множество элементов, называемое областью системы, а R_1, R_2, \dots, R_n суть отношения в S . Две системы с отношениями $\langle S; R \rangle$ и $\langle T; Q \rangle$ называются изоморфными, если существует функция f , одно-однозначно отображающая S в T , такая, что для всех x и y в S имеет место xRy , если и только если в T имеет место $f(x)Qf(y)$.

Если отображение не является необходимо одно-однозначным, то говорят, что системы гомоморфны или $(T; Q)$ является гомоморфным отображением $(S; R)$. Гомоморфные системы с отношениями используются Суппесом и Зиннесом в качестве основы для формального определения и классификации шкал измерения.

Предположим, что $U=(S; R)$ — эмпирическая система с отношениями, а U — гомоморфное отображение в систему $V= (T; Q)$, в которой T —некоторое множество действительных чисел. В таком случае упорядоченная тройка (U, V, f) называется шкалой. Типы шкал получаются посредством 'преобразования $g=\varphi(f)$ таким путем, что (U, V, g) является также шкалой.

Кортеж (U, V, g) может быть:

- 1) шкалой отношений, если $\varphi(x) = ax$, где $a > 0$;
- 2) интервальной шкалой, если $\varphi(x) = \alpha + \beta x$, где $\beta > 0$;
- 3) ординарной шкалой, если $\varphi(x)$ — монотонная функция;
- 4) номинальной шкалой, если φ — перестановка.

Сейчас идет весьма плодотворная работа по определению строгой формально-логической характеристики шкал. В какой-то мере осуществляется синтез подходов Кемпбелла и Сти-

⁷⁸ Суппес П., Зиннес Дж. Основы теории измерений. — В кн.: Психологические измерения. М., 1967.

венса—Кумбса. В какой-то мере это реализуется в работе Суппеса и Зиннеса: они подразделяют измерения в социальных науках на первичные и производные, как это сделал Кемпбелл в отношении измерения в физических науках. Вместе с тем они развивают идею Стивенса о различии шкал измерений, как первичных, так и производных.

Система с отношениями есть $A = (A, R_1, \dots, R_n)$, где A — область системы с отношениями, R_1, \dots, R_n — отношения в A . Числовая система — система с отношениями $\langle A, R_1, \dots, R_2 \rangle$ у которой область A есть подмножество действительных чисел. В случае, если A — все множество действительных чисел, то имеет место полная числовая система с отношениями. Эмпирическая система с отношениями — система, в которой областью являются эмпирические объекты.

Пусть A — эмпирическая система с отношениями, R — полная числовая система с отношениями, f — функция, гомоморфно отображающая A в подсистему R , т. е. первичное числовое представление для эмпирической системы A .

Шкалой называется упорядоченная тройка $\langle A, R, f \rangle$.

В зависимости от свойства f определяются шкалы измерения.

Первичные измерения на множестве A относятся к эмпирической системе A . И шкала $\langle A, R, f \rangle$ — первичная шкала измерения.

Производные измерения не зависят прямо от эмпирических систем, а только от других числовых представлений.

Если $B = \langle B, f_1, \dots, f_n \rangle$ — производная система измерения, то тройка $\langle B, R, g \rangle$ — производная шкала, где R — представляющее отношение, g — производное числовое представление. Имеет широкое распространение точка зрения известного специалиста по теории измерения У.Торгерсона, который не относит номинальную шкалу к проблеме измерения, а рассматривает ее как просто реализацию классификации. С измерением он связывает процесс, для которого важны три элемента: порядок, начало отсчета и единица измерения.

В зависимости от наличия или отсутствия этих элементов возникают те или новые шкалы измерения. Важно отметить, что порядок присущ, по Торгерсону, любому измерению⁷⁹.

Иногда переменные, представляющие измерения на одном уровне, трактуются как если бы они были измерены по другой шкале, что приводит или к потере информации, которой мы обладаем, или к оперированию с информацией, которой мы не обладаем. Так, величина роста человека — относительная пере-

⁷⁹ *Torgerson W. Theory and Methods of Scaling. N. Y., 1958.*

менная, но при ранжировании людей по росту мы отказываемся от части информации и удовлетворяемся ординальной шкалой. С одной стороны, балл экзаменуемого представляет собой ординальную переменную, так как, например, мы не можем сказать, что умственные способности индивида, получившего балл, например 4, в два раза больше способности индивида, получившего балл 2, или что индивид, знания которого оценены баллом 5, настолько отличается от индивида с баллом 4, как индивид с баллом 4 — от индивида с баллом 3, т. е. балл не является ни интервальной, ни относительной переменной. Однако к баллам экзаменуемых применяются все операции математической статистики, т. е. рассматривают их как интервальную переменную. Все социологические и социально-психологические измерения пока проводятся по номинальной и ординальной шкале, т. е. все измерения сводятся лишь к классификации и упорядочению (ранжированию) социологических объектов, явлений и характеристик и делаются только робкие шаги в переходе к более развитым шкалам.

Все социологические и социально-психологические измерения переменных типа «отношение к труду» пока проводятся по номинальной и ординарной шкале, т. е. все измерения сводятся лишь к классификации и упорядочению (ранжированию) социальных объектов, явлений и характеристик, и делаются только робкие попытки перехода к более развитым шкалам, главным образом в двух направлениях⁸⁰: во-первых, вырабатываются и уточняются общие принципы теории социального измерения; во-вторых, развиваются и отрабатываются методы измерения в социологии.

Некоторыми учеными была предпринята попытка дать сравнительный анализ понятий естественнонаучного и социологического измерения в том его понимании, какое мы встречаем у польских социологов, исходящих из концепции измерения, сформулированной известным польским логиком Айдукевичем. Оба эти подхода представляются как частные случаи некоторой общей теории. Наша цель состоит в том, чтобы показать, что теория измерений по Айдукевичу может быть сведена к теории измерения по Суппесу и Зиннесу, которая рассматривается, как более общая теоретическая концепция измерений⁸¹.

⁸⁰ Осипов Г. В., Андреев Э. П. Вопросы измерения в социологии.— В кн.: Количественные методы в социальных исследованиях. Информ. бюлл. ИКСИ АН СССР, вып. 8.

⁸¹ Воронов Ю. П., Ершова Н. П. Общие принципы социологического измерения.— В кн.: Измерение и моделирование в социологии.

Во втором круге работ по измерению также можно выделить несколько направлений. Прежде всего следует выделить работу по сравнительной оценке известных шкал измерения Терстона, Ликерта, Гуттмана⁸².

Советскими учеными проводятся эксперименты по сравнению методов ранжирования. Рассматриваются оценки — средний ранг, средняя пятибалльная оценка и средняя позиция в номинальной шкале и с помощью различных статистических критериев выявляется наибольшая устойчивость среди этих четырех методов оценки⁸³. Строятся шкалы на базе альтернативной постановки вопроса, которая приводит к определенной типологии ответов, и эти шкалы выражаются посредством агрегативных индексов⁸⁴. Для оценки результатов шкалирования и проверки индексов на надежность (релиабильность) весьма успешно применяется так называемая информационная статистика⁸⁵. Предпринята попытка, в какой-то мере близкая к закону сравнительного суждения Терстона, получить интервальную шкалу для качественных, упорядоченных, неаддитивных признаков при некоторых ограничениях на функцию распределения⁸⁶.

Заслуживают внимания исследования проблематики производного измерения — системы правил получения интегральной характеристики сложного качества на основании нескольких оценок компонент. Выделяют две стороны процесса — сложный признак (объект) и системы признаков — индикаторов, дающих информацию. Объекты (сложный признак) рассматриваются по ранжированным (градуцированным) группам в зависимости от степени связанности признаков-индикаторов близости на главной диагонали матрицы сопряженности⁸⁷.

В настоящее время все большее внимание советских социологов привлекает латентно-структурный анализ Лазарсфельда⁸⁸. В работах советских социологов можно обнаружить но-

⁸² Осипов Г. В. Вступительная статья в кн.: Математические методы в современной буржуазной социологии. М., 1966.

⁸³ Количественные методы в социальных исследованиях.— Информ. Бюлл. ИКСИ АН СССР, вып. 8.

⁸⁴ Человек и его работа.

⁸⁵ Здравомыслов А. Г., Докторов Б. З. Альтернативная оценка структурных элементов как прием социологического исследования.— «Количественные методы в социальных исследованиях. Бюллетень ССА», 1968, № 9.

⁸⁶ Патругин Ю. А. Об измерении качественных признаков.— В кн.: Моделирование социальных процессов,

⁸⁷ Мартынова Н. В. О многомерном измерении в социологии.— «Философские науки», 1970, № 5.

⁸⁸ Осипов Г. В., Андреев Э. П. Математика и социология.— В кн.: Социальные исследования, вып. 2. М., 1970.

вые моменты. Так, вместо решения расчетного уравнения Лазарсфельда предлагается осуществить классификацию посредством алгоритма распознавания образов⁸⁹. Затем решается байесова задача определения вероятностей отнесения к классу, которые могут служить основанием для определения расстояния между классами и тем самым для реализации шкалы.

Большое число работ связано с решением задач измерения в связи с исследованием специфических социальных проблем — критериев оптимальности, измерения информированности, измерения социальных установок⁹⁰, оценки привлекательности профессии⁹¹. Но эти работы в сущности уже смыкаются с работами по применению математических методов при анализе первичной социальной информации и моделирования.

⁸⁹ Айзерман М. А., Браверман Э. М., Розоноэр Л. И. Вероятностная задача об обучении автоматов распознавания классов и метод потенциальных функций.— «Автоматика и телемеханика», 1964, т. 25, № 9.

⁹⁰ Комаровский В. С. Некоторые проблемы измерения социальных установок.— «Вопросы философии», 1970, № 7.

⁹¹ Калмык В. А., Бородкин Ф. М., Спесивцев И. И. Об оценке привлекательности профессий.— В кн.: Социальные исследования. Вопросы методологии. Новосибирск, 1966.