

УДК 519.2 : 316

**Сущность математики в преломлении к потребностям социологии: уроки истории**  
**// Математическое моделирование социальных процессов. Вып. 10. М.: КДУ, 2009. С. 376-423**

Ю.Н.Толстова

Государственный университет - Высшая школа экономики, д.с.н., зав. кафедрой

*Основные цели статьи. Роль изучения истории в выработке «методной» политики социолога.*

Может ли социолог обойтись без математики? Возможно ли с ее помощью получить нечто такое, что без нее вряд ли может быть получено? Какова гносеологическая роль математики в социологии? Каковы должны быть «взаимоотношения» этих наук в процессе познания? Вопросы стоят. Разные социологи придерживаются разных мнений.

Вряд ли в наше время существуют исследователи, которые в принципе отрицают пользу математики для социологии. Даже активные противники широкого использования математических методов в социологических исследованиях (а такие имеются) согласятся с тем, что где-то, когда-то, в каком-то смысле, эти методы могут быть полезными. Но в таком случае встает вопрос о том, нужно ли социологу относительно глубоко рассматривать вопросы, подобные сформулированным выше. Нельзя ли просто ограничиться знанием компьютерных пакетов и поверхностным представлением о том, что если нажмешь вот эту кнопку, то получишь классификацию объектов, а если эту – определишь силу связи между такими-то признаками и т.д.? Ответу на перечисленные вопросы посвящена настоящая статья.

Мы предпримем попытку показать, что использование математики является необходимой составляющей практически любого по-настоящему научного исследования, что математика часто лежит в основе научности. Продемонстрируем, что именно с использования элементов математического языка часто должно начинаться эмпирическое социологическое исследование, претендующее на научность; что, четко отслеживая, какая именно часть реальности переводится на математический язык, исследователь имеет шанс уменьшить остроту проблемы зависимости получаемого научного вывода от личности исследователя; что именно использование математического языка позволяет социологу успешно решить задачу

операционализации понятий (без которой наука вряд ли может существовать). Кроме того, мы покажем, что математика обладает многими обычно не считающимися присущими ей свойствами: и в самой математике (не говоря уж об использовании математического аппарата в социологии) результат исследования в значительной мере обусловлен взглядами ученого; математический вывод отнюдь не всегда является дедуктивным (и, напротив, в социологические (и даже качественные) исследования зачастую требуется вводить элементы дедукции). Коснемся мы и преподавания математических методов студентам социологам. Тут имеются весьма болезненные проблемы. И решение их, на наш взгляд, должно опираться на понимание роли математического языка в социологии.

Ниже мы будем активно использовать исторический материал. Наши взгляды мы пытаемся подкрепить мнениями ученых, занимавшихся соответствующими вопросами в прошлом. Несмотря на то, что на протяжении примерно трехсот лет среди ученых неоднократно возникали споры, касающиеся решения проблем, подобных тем, которые стоят за перечисленными выше вопросами, и споры эти, казалось бы, успешно разрешались, те же проблемы возникают вновь и вновь.

Не будем подробно обосновывать необходимость рассмотрения истории развития социологических методов. Приведем лишь одну (имеющую, на наш взгляд, важное методологическое значение) мысль известного русского ученого В.И.Вернадского (1863-1945): «история науки и ее прошлого должна критически составляться каждым научным поколением и не только потому, что меняются запасы наших знаний о прошлом, открываются новые документы или находятся новые приемы восстановления былого... Необходимо вновь научно перерабатывать историю науки, вновь исторически уходить в прошлое потому, что благодаря развитию современного знания, в прошлом получает значение одно и теряет другое. Каждое поколение научных исследователей ищет и находит в истории науки отражение научных течений своего времени. Двигаясь вперед, наука не только создает новое, но и неизбежно переоценивает старое, пережитое» [4]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Подчеркнем два момента, имеющих для социолога важное методологическое значение. Во-первых, сказанное, с нашей точки зрения не означает субъективности получаемых историком науки результатов. Речь идет о том, что все научные результаты (в том числе и результаты, получаемые историком науки) отражают лишь определенный этап в познании действительности (всегда бесконечной и в целом, и в любой своей части). Во-вторых, приведенная цитата говорит о неустранимости роли исследователя в содержании получаемого результата. Об этом любят говорить т.н. «качественники», приписывая это свойство науки только интерпретативной социологии. В действительности он имеет место для любой науки, в том числе для естественных наук и математики. Об этом давно говорят ученые. И именно это подтверждает Вернадский, который был в основном

## Раздел I. Математика как моделирование реальности.<sup>2</sup>

### ***Что такое математика? Разные подходы к её пониманию: математики-«философы» и математики-«исчислители»***

Прежде всего сформулируем наш основной тезис: математику следует понимать не как набор некоторых кем-то придуманных рецептов, применимых к любой ситуации (конечно, при условии выполнения известных формальных условий), а как способ четкой постановки социологической задачи и выработку правил ее решения, опирающихся на априорные представления исследователя об изучаемом процессе.

Наука начинается тогда, когда хотя бы в двух наблюдаемых объектах исследователь начинает выделять нечто общее. До тех пор, пока описание каждого изучаемого объекта представляет собой нечто единственное и неповторимое – науки нет. Так, если объект – человек, то уникальным описанием человека может быть его портрет, рассказ о нем, посвященное ему стихотворение. Но это – произведения искусства, а не науки. А при выделении общих моментов, характеризующих разных людей, начинается научный анализ реальности, и математика здесь всегда где-то рядом.

Такой подход к пониманию сути математики согласуется с введенными В.И.Арнольдом [2] понятием «мягкого» математического моделирования. Заметим, что при описании своей точки зрения на «мягкое» и «жесткое» моделирование названный автор присоединился к мнению известного русского политического деятеля конца XIX – начала XX веков С.Ю.Витте (1849-1915) (окончившего математический факультет Новороссийского университета в Одессе), делившего всех математиков на «философов» и «исчислителей» [6, с. 78] (Арнольд, описывающий эту точку зрения Витте, говорит в этой связи о правополушарном и левополушарном мышлении). Математик-«философ» умеет «ухватить» встреченную жизненную ситуацию и настолько четко ее описать, что оказывается возможным выразить ее на математическом языке.

---

ученым-естественником (хотя, конечно, его понятие ноосферы включает в себя и такие явления, изучение которых осуществляется в рамках гуманитарных наук)

<sup>2</sup> Далее в тексте используется содержание статьи автора [44] (существенно дополненное). В какой-то мере используются и другие работы автора, опубликованные в разных выпусках настоящего издания (см. ссылки).

Конечно, описанный процесс рождения математической теории является идеально-типическим. В жизни все более сложно. Какие-то идеи могут зародиться независимо друг от друга и в практике, и в чистой математике. Какие-то математические направления, взяв свое начало в чьих-то попытках формализовать реальные ситуации, могут далее развиваться вполне автономно внутри самой математики (которая, конечно, имеет свои собственные законы развития). Разным может быть и отношение ученого к запросам практики.

Наверное, определенный интерес к практике имеется у любого ученого-математика. Какую-то роль запросы практики, вероятно, играют в творчестве каждого из них. Но один к ней очень чувствителен, понимает, что живая реальность с трудом поддается формализации, зачастую выглядит поначалу противоречиво, нечетко, и, несмотря на это, пытается в реальности выделить некий «скелет», общий для ряда реальных ситуаций, и на базе этого построить новую математическую теорию, зачастую формализующую наблюдаемые противоречия. А другой – совершенно нетерпимо относится к наблюдаемым противоречиям и нечеткостям, все попытки лишь частично формализовать соответствующие ситуации встречает «в штыки», призывает работать в рамках «чистой», «строгой» математики. Первый ученый «рождает» новые направления математики, второй – получает новые результаты (может быть, очень значимые для науки) в рамках кем-то введенных ранее общих положений. Первые – математики-философы, вторые – математики-исчислители<sup>3</sup>.

Небезынтересно отметить, что Витте относит П.Ф.Чебышёва (1821-1894) к математикам-философам, а большинство современных ему математиков (воспоминания писались в 1911 году) и в том числе А. А. Маркова (1856–1922) (его единственного он прямо называет) – к математикам-исчислителям [6, с. 78-79]. Встает вопрос: почему? Вряд ли теперь

---

<sup>3</sup> Мы несколько модифицируем смысл, вкладываемый Витте в выделяемые им категории математиков. Так, описывая свою беседу с Вышнеградским, которого он сменил на посту министра финансов (Вышнеградский был когда-то профессором практической механики Технологического института, «а, следовательно, был дипломированным математиком»), он говорит: «Всё, что я считал в математике имеющим значение, а именно, так сказать, философию математики, идеи математики, Вышнеградский считал не имеющими никакого значения; он придавал значение только реальным результатам математики, т.е. выводам, имеющим практическое значение и более или менее непосредственное применение» [6, с. 284]. Другими словами, по Витте, математики-исчислители - это люди, которые ценят в математике лишь возможность получать с ее помощью какие-то сугубо практические выводы. Но говоря об интересе к практике математиков-«философов» мы имеем в виду совсем другой интерес - интерес к улавливанию сути и созданию четкого описания новой практической ситуации. Представляется, что это не должно противоречить мнению русского государственного деятеля.

Небезынтересным представляется следующее воспоминание Витте: «Как-то раз, говоря с Вышнеградским вообще о математике, я...восхищался некоторыми идеями Огюста Конта. Вышнеградский сразу мне объявил, что Огюст Конт – не что иное, как осёл, и что он никакого понятия о математике не имел, а всякий человек, не знающих математики, не может быть хорошим философом» [6, с. 284-285].

мы найдем ответ на этот вопрос у самого автора приведённого мнения. Позволим себе высказать лишь некоторые весьма приблизительные соображения, имеющие определенные отношения к нашей теме.

Говоря о Чебышёве, известный советский математик Б.В.Гнеденко (1912-1995) писал: «Характерные черты творчества Чебышёва – разнообразие областей исследования, умение получить с помощью элементарных средств большие научные результаты и неизменный интерес к вопросам практики. ... Стремление увязать проблемы математики с принципиальными вопросами естествознания и техники в значительной мере определяет его своеобразие как ученого» [9, с. 43-44]. Анализ творчества Чебышёва говорит о том, что он весьма хорошо умел улавливать те общие черты, которые содержались в изучаемых им технических задачах, умел строить соответствующие «скелеты» и действительно, тем самым выступал как математик-«философ».

В.И.Вернадский, уделивший в своем творчестве большое внимание истории науки и, в частности, истории русской науки, в качестве одной из основных характеристик научной революции называл факт одновременного появления на протяжении одного-трех поколений сразу многих богато одаренных личностей, которые поднимают данную область знаний на огромную высоту и затем долгое время не имеют себе равной замены. Происходит как бы пульсация научной мысли. Одним их примеров этого явления служило то, что во второй половине XIX века в России почти одновременно появляются выдающихся ученых, совершивших революционный переворот в ряде областей естествознания. В числе эти ученых называется и П.Л.Чебышёв. Никто из математиков больше не упоминается [5].

О творчестве Маркова сказать труднее. Нельзя же его обвинять в отсутствии интереса к запросам практики! В конце концов, именно он ввел понятие марковских цепей, практическая значимость которых вряд ли у кого-нибудь вызовет сомнения. Но все же в творчестве Маркова есть некоторый аспект, который позволяет как-то смутно судить о том, почему Витте отнес его к категории математиков-исчислителей.

Дело в том, что среди математиков довольно часто наблюдается презрительное отношение к исследователям, слишком близких к запросам практики и, в силу этого, использующих не всегда достаточно строгие подходы. Приведем пример из истории разработки статистических методов, пригодных для анализа социальных данных. А именно, коснемся отношения Маркова и многих «чистых» математических статистиков к творчеству К.Пирсона (1857-1936). Интересным представляется свидетельство А.А. Чупрова (1874-1926) – известного

русского математика-социолога. Высоко ценя английскую школу статистики, главным действующим лицом которой был Пирсон, Чупров, однако, пишет о том, что «эта работа облекается в такие математические одеяния, которые кажутся мало привлекательными континентальным исследователям, привыкшим к большей строгости доказательств. ... крупный русский ученый в области исчисления вероятностей – Марков – признавался, что он совершенно не мог преодолеть своего отвращения к математическим рассуждениям Пирсона. И я знаю многих коллег, которые, подобно Маркову, ставят английские исследования в шкаф нечитанными. Должен признаться, что и мне самому всегда приходится делать над собой известное усилие, когда необходимо работать над недостаточно строго продуманными английскими формулами. ... английская манера выводов вредит самим англичанам. Вскрываются ошибки, вызванные как раз недостаточной строгостью методов... Не только у второстепенных научных работников, но и у самого Пирсона я недавно нашел множество совершенно безнадежных формул» [54, с. 226]. Тем не менее, в работах Чупрова творчество Пирсона много раз упоминается как очень значимое для практики проведения статистических исследований при изучении общества. А вот Марков четко и определенно полагал, что К.Пирсон в области математики «не сделал ничего, заслуживающего внимания» [55, с. 12].

Скажем здесь пару слов и о резко отрицательном отношении Маркова к математику П.А.Некрасову (1866–1924) (бывшему университетским преподавателем А.А.Чупрова и даже рецензентом дипломной работы последнего<sup>4</sup>). Основания для того были. Некрасов в одной из своих публикаций допустил некорректность, заявив о получении достаточно серьезного математико-статистического результата, не приведя соответствующего доказательства<sup>5</sup>. Мы ни в коей мере не оправдываем Некрасова. Напротив, полагаем, что поведение Маркова дает нам пример должной реакции на подобного рода недобросовестность. Однако, судя по всему, недоработки Некрасова в области высоких сфер математической статистики могли объясняться тем, что значительная область его интересов лежала несколько в стороне от этой проблематики: его интересовала роль статистики (и, в частности, математической) в познании общества. Одна

---

<sup>4</sup> Кстати, дипломная работа А.А.Чупрова называлась «Теория вероятностей как основа теоретической статистики». Само утверждение такой темы на физико-математическом факультете МГУ говорит о том, что в то время само понятие статистики носило более или менее содержательный характер и надо было *доказывать*, что статистика должна быть основана на теории вероятностей. Последнее было неочевидно.

<sup>5</sup> В той статье, о которой идет речь [24], Некрасов претендует на обобщение всех известных формулировок (в том числе Чебышевской) закона больших чисел, но не приводит доказательств, говоря, что «подробный вывод всех вышеизложенных результатов будет представлен впоследствии, если общество позволит мне занятия приведением моих вычислений в порядок, удобный для появления их в печати» (с.442). Возмущенный Марков написал короткий, но очень резкий отзыв [20], доказав несостоятельность формул Некрасова.

из основных его работ соответствующего плана [25], посвященная пересмотру творчества Л. А. Ж. Кетле (1796–1874) с точки зрения возможности совмещения его теории среднего человека с тем тезисом, что человек – свободная личность, действующая по своему разумению, нашла широкий отклик в литературе. Так, зав. кафедрой истории философии Московской духовной академии профессор П. В. Тихомиров (1868–1920-е) назвал эту работу «математическим проектом реформы социологии» [33].

Представляется, что подобное внимание Некрасова к гносеологическим проблемам использования избранной ветви математики (в данном случае речь идет о теории вероятностей и математической статистике) может свидетельствовать о том, что этот математик принадлежит к категории математиков – «философов». Его роль в соответствующей ветви науки довольно весома. И, наверное, реакция на негативные моменты его творчества могла бы быть поспокойнее.

На наш взгляд, даже сугубо практическое использование уже разработанных математических приемов сбора или анализа данных тоже может быть «философским» и «исчислительным». Первое предполагает творческую адаптацию методов, комплексное их использование, «подгонку» под ситуацию. Второе – механическое нажатие кнопок компьютера: «Что бы нам еще применить? А, вот, здесь есть еще один метод классификации, а ну-ка нажмем кнопку, вдруг что-нибудь получится!»

Ниже термин «математик» будем применять в значительной мере условно, по существу имея в виду грамотного социолога, умеющего вычленять общее в разном и соотносить фрагменты реальности с элементами математического (и не только) формализма (такowymi, на наш взгляд, являются авторы многих методов анализа данных).

Итак, математика играет большую роль в любой науке именно потому, что она дает возможность закрепить и изучить то общее, выделение чего хотя бы в двух наблюдаемых объектах служит первой ступенью научного познания реальности. Другими словами, математика возникает тогда, когда мы уходим от художественного описания изучаемых объектов к научному<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Конечно, оттолкнувшись однажды от реальной жизни, далее математика начинает развиваться по автономным законам, развивает свои собственные концепции, свой язык. И далее этот язык может активно использоваться как метаязык любой науки. Это известно. Наша статья посвящена другому. Однако выскажем замечание по поводу некоторых суждений соответствующего плана, ставших уже «притчей во языцех». Речь идет об общеизвестности утверждения «о том, что математика в своем развитии всегда обгоняет прикладные задачи. Сначала создается язык, он создается в процессе решения той или иной математической задачи. Затем уже находятся области его применения как метаязыка» [23, с.105]. По нашему мнению, в этой цитате не все корректно:

## Математика и деление наук на номологические и онтологические

Представляется, что более глубокому пониманию описываемого взгляда на сущность математики может способствовать анализ того, как математика используется номотетическими (номологическими) и идиографическими (онтологическими) науками.

Вспомним, что деление всех наук на номотетические и идиографические было осуществлено неокантианцами В. Виндельбаном (1848-1915) и Г. Риккертом (1863-1936). Номотетический (генерализирующий) метод – «способ познания, целью которого является установление общего, имеющего форму закона» [13, с. 250]. Идиографический (индивидуализирующий) метод – «способ познания, целью которого является изображение объекта в его единственности и неповторимости, как единое уникальное целое, никогда более не повторяющаяся уникальность» [12, с. 118-119]. Авторы этих терминов говорят о том, что «в реальном исследовании предполагается сосуществование обоих методов при доминировании одного из них ... Хотя оба эти метода применимы как в математическом естествознании, так и в исторических науках, идиографический метод доминирует именно в исторических науках, под которыми понимаются науки о возникновении принципиально нового, ранее небывалого – как в природе, так и в обществе» [12, с. 119]. Номотетическими и идиографическими науками обычно называют науки, где доминируют соответствующие методы познания.

Казалось бы ясно, что математические методы ассоциируются с номотетическим методом и, стало быть, с номотетическими науками и, в первую очередь, - естественными. Для нас важно понять, всегда ли мы можем считать процесс применения математики где бы то ни было номотетическим фрагментом науки. Оказывается, что ответ здесь не очевиден. И чтобы показать это, снова обратимся к творчеству Чупрова.

Русский ученый пишет об относительности деления наук на онтологические и номологические. Так, он следующим образом характеризует естественно-научный опыт: «...опыт в целом есть не что иное, как онтологическое исследование, которое получает свою ценность от тех номологических отношений, которые из него выводятся. Таким образом, общезначимость номологических наук оказывает отраженное влияние на онтологическое

---

хотя математический язык в основном создается в рамках автономного развития математики, все же первые его слова почти всегда рождаются для обозначения чего-то реального, еще не математического. И, как мы показали, области применения математического метаязыка могут находиться не только «затем», но и «перед» его разработкой.



исследование» [54, с. 122]. Если учесть, что математика зачастую бывает недедуктивной (индуктивной) наукой (ниже мы подробнее будем об этом говорить), становится ясным, что возможность вывода многих математических положений индуктивным путем очень сильно перекликается с только что сформулированным положением Чупрова: в математике имеются уникальные, онтологические (идиографические) положения, и эти положения самым непосредственным образом связаны с номологичностью большинства законов математики.

И хотелось бы отметить, что, по мнению Чупрова, «онтологическое исследование становится научным не потому, что оно оказывается полезным для номологических изысканий, а в силу соблюдения определяющих его и только ему свойственных логических предписаний» [54, с. 122]<sup>7</sup>.

Обратимся к основной сфере интересов Чупрова – к статистике. Он много писал о задачах теории статистик, о статистике как науке и т.д. Будем считать, что, говоря о статистике, мы говорим о математике, поскольку Чупров не мыслил статистики вне математики (и мы с этим согласны, хотя в литературе высказываются и противоположные мнения). Оказывается, что Чупров считал статистику онтологической наукой! (См., например, [54, с. 123]). «В онтологических науках полем исследования служит индивидуальное, т.е. определенное в пространстве и во времени» [54, с. 122]. Но это индивидуальное может быть двоякого рода: абсолютно индивидуальное и относительно индивидуальное. Пример абсолютно индивидуального отражает «интерес владельца конного завода на бегах Grand-Prix в Лонгшане», касающийся выигравшей лошади, а относительно индивидуального – интерес «экономиста к численности лошадей в стране» [54, с. 123]. Различие между ними «является различием не между объектами исследования, а лишь между точками зрения, применяемыми при рассмотрении объектов» [54, с. 125].<sup>8</sup>

Статистика, по мнению Чупрова, «представляется онтологической наукой, задача которой состоит в систематическом изучении индивидуального, но лишь постольку, поскольку речь идет об относительно индивидуальном». В случае абсолютно индивидуального «речь идет о совершенно необозримом многообразии качеств, присущих вещи в ее наглядности»

---

<sup>7</sup> Здесь можно провести аналогию с часто встречающимся в литературе высказыванием: качественные исследования (например, проведение небольшого количества глубоких, трудоемких, творческих неформализованных интервью) нужно только для того, чтобы на базе них получать возможность проводить т.н. «количественные» (формализованные) опросы (например, составить используемую далее анкету).

<sup>8</sup> Здесь «светится» интерес Чупрова в аксиологическом аспектам науки. Именно этот интерес побудил его причислять себя к неокантианцам, хотя он во многом и не соглашался с ними (о соответствующей полемике можно прочесть в [54] Мы еще коснемся роли аксиологии при использовании математических методов.

(победитель скачек – один, он неповторим), в случае же относительно индивидуального наглядность «не при чем, и данную вещь можно заменить другими, обладающими теми же признаками» [54, с. 124] (все лошади – это лошади и как таковые, одинаковы).

Другими словами, наша точка зрения явно находит поддержку в творчестве известного русского ученого: математика (в данном случае – статистика) начинается там, где в разных объектах находится нечто общее. То же можно сказать и о науке вообще. Однако это может вызвать недоумение: при таком понимании принципов рождения научного подхода многие привычные нам науки, такие, как, например, география, в значительной мере теряют право считаться таковыми. Что ж, надо отменить ученые степени докторов и кандидатов географических наук?

Географию Чупров относит к тем онтологическим наукам, предметом изучения которой является абсолютно индивидуальное [54, с. 125]<sup>9</sup>. Статистика отличается от географии тем, что «абсолютно индивидуальное объектом статистики не служит» [54, с. 125], в то время как для географии – это основной объект изучения. И здесь хочется скорректировать мнение Чупрова. Нам представляется, что как раз та часть географии, в рамках которой пишутся диссертации, вполне удовлетворяет нашим критериям. И, что самое интересное, именно в этой части географии во всю используется математическое моделирование.

Активное проникновение математики в географию началось примерно с середины XX века. К настоящему моменту существует довольно обширная библиография на эту тему. На географическом факультете МГУ читается дисциплина «Математические методы в географии». Разработано много методов, существуют учебники [10, 21, 29]. И, помимо всего прочего, специалисты в области математического моделирования изучаемых географией явлений утверждают, что именно математизация географии превращает ее в науку. Так, авторы учебника [10] выражают надежду на то, что читатель, освоив материал, придет к осознанию обыденности процедуры использования математики в качестве рабочего инструмента при исследовании природных явлений. Другие специалисты в области математических методов в географии (Б. Л. Гуревич и Ю. Г. Саушкин) видят в математизации географии одно из основных направлений ее теоретизации. Дистанция между географией и математикой менялась, но в наше

---

<sup>9</sup> Нам осталось неясным, почему, наряду с таким пониманием Чупровым сути географии (полагаем, что взгляд Чупрова отражает восприятие географии как описательной науки в целом образованными кругами русского общества начала XX века), в цитированных нами воспоминаниях Витте упоминается, что в Кишиневской гимназии в числе преподаваемых дисциплин, кроме физической географии существовала еще и математическая география [6, с. 65].

время ясно, что география не может обойтись без математики и её методов. Математика даёт более строгую, научно доказанную информацию, делает картину мира более чёткой. Без неё география была бы чисто описательной и эмпирической наукой.

А вот та часть географии, которая связана с описанием отдельных объектов, действительно, с нашей точки зрения, скорее должна быть приписана к искусству. И в этом мы следуем мнению Чупрова [54, с. 125-126]. Как мы уже упоминали, он относит географию к той группе онтологических наук, предметом которых служит абсолютно индивидуальное. А «поскольку при описании абсолютно индивидуального проявляется интерес к наглядному, в создании этой группы онтологических наук постоянно применяется эстетическая точка зрения. Онтологические науки, предметом которых служит абсолютно индивидуальное, почти незаметно сливаются с искусствоведением; это выражается, в частности, в том, что они охотно пользуются графическими изобразительными средствами; ... в географии ... иллюстрация играет выдающуюся роль».

### **Уроки истории: успешный опыт применения математики в социологии**

В подтверждение тезиса о том, что успешное использование математики в социологии базируется на умелом моделировании изучаемой ситуации, перечислим те ветви прикладной математики, которые появились на свет именно таким образом, из желания отразить ситуацию, возникающую перед ученым, изучающим общество:

- теория средних величин, сначала как теория среднего человека Кетле, (которого можно назвать и социологом, и математиком-прикладником, и астрономом), потом – как математико-статистическая теория средних, в разработке которой основную роль сыграл Чебышев (его книга «О средних величинах» вышла в 1867 году);
- теория корреляции; одним из ее родоначальников был основатель евгеники английский ученый Ф.Гальтон (1822-1911) (двоюродный брат Ч.Дарвина), толчком для разработки статистических показателей связи для него послужил отнюдь не чисто математический интерес; огромную роль в развитии этой теории сыграл его ближайший ученик Пирсон, который, хотя и был профессором прикладной математики (заметим, что профессором евгеники – тоже), но при разработке статистических положений руководствовался в первую очередь потребностями практики, использовал много эвристических рассуждений

(выше мы говорили о том, что эта черта творчества Пирсона зачастую вызывала негативные эмоции у поборников математической чистоты);

- теория измерений, идеи которой родились в творчестве известного английского психолога С.С.Стивенса (1906-1973), а затем были развиты целым рядом ученых-математиков, превративших эту теорию во вполне математическую дисциплину [28, 31] (о теории измерений мы еще вспомним в конце раздела);
- теория графов и основанная на ней теория социальных сетей;
- теория нечетких множеств (Л.Заде);
- многомерное шкалирование;
- латентно-структурный анализ П.Ф.Лазарсфельда (1901-1976).

### **Уроки истории: неудачный опыт применения математики в социологии**

Имеются в истории и примеры, свидетельствующие о том, что недостаточное внимание к качеству той модели, которую мы волей-неволей используем, применяя тот или иной математический метод, приводила к неприятностям. Приведем лишь один пример, представляющийся нам довольно ярким – пример с использованием в социологии непрерывных переменных.

Известно, что многие методы анализа данных (напомним, что это – родившаяся в середине XX века ветвь науки, рядоположенная с математической статистикой)<sup>10</sup>, опираются на работу с непрерывными числовыми переменными<sup>11</sup>. Даже такие методы, которые, казалось бы, были направлены на изучение номинальной информации (скажем, предложенные в 70-е годы XX века Л.А.Гудменом методы анализа таблиц сопряженности с помощью т.н.логлинейного подхода), в действительности «заложенные» в методах модели существенным образом опирались на предположение о существовании числовой переменной, «стоящей» за каждой номинальной. На такого рода предположения опирались многочисленные методы шкалирования: целый ряд одномерных методов (ярким примером которых являются известнейшие одномерные шкалы Р.Лайкерта (1903-1981), Л.Л.Герстоуна (1887-1955), Л.Гуттмана), разработанных в 20-е – 30-е годы XX века; методы многомерного шкалирования,

---

<sup>10</sup> О нашем понимании сходства и различия анализа данных и математической статистики см. [35].

<sup>11</sup> Два слова – о терминах. Обычно непрерывную числовую переменную отождествляют с интервальной. Это не совсем корректно. Совокупность действительных чисел (отождествляемая с числовой прямой) отвечает абсолютной шкале. Интервальные шкалы – лишь подмножество абсолютных.

начавшие развиваться примерно с конца 30-х годов. Сюда же можно отнести факторный анализ, идеи которого появились еще в начале 20-го века в работах Ч.Спирмена (1863-1981). Использование номинальных переменных воспринималось многими исследователями как результат неумения (или невозможности) измерения некой латентной непрерывной переменной, как некоторое приближение к тому, что в действительности должно иметь место. Разрабатывались методы т.н. оцифровки номинальных признаков (т.е. методы «превращения» нечисловых данных в числовые).

Однако в научной среде бытовало и иное мнение. Так, в творчестве Лазарсфельда, в его рассуждениях по поводу предложенного им метода латентно-структурного анализа проявилась новая тенденция: внимание к тому, непрерывной или дискретной является латентная переменная. Этот крупнейший ученый XX века в своих работах, связанных с анализом истории развития методного арсенала социолога, сетовал на то, что его современники вполне удовлетворены числовыми переменными, и специально отмечал, что Кетле и Дж.Э.Юл (1871-1951) уделяли большое внимание дискретным данным [57]. Отметим, что относительно современников Лазарсфельд был неправ: активнейшим противником использования числовых переменных в социологии был П.А.Сорокин (1889-1968) [63].

Более того, научной общественностью постепенно стал осознаваться тот факт, что при решении практических задач (социологических - в особенности) в процессе описания объектов зачастую играет роль не тот или иной признак целиком, рассматриваемый как единое целое, а отдельные его значения или сочетания значений одного или разных признаков. При этом в качестве таких значений могут фигурировать либо действительно значения дискретных признаков, либо интервалы диапазонов изменения непрерывных переменных. Встал вопрос о поиске таких описаний. В последние 35-40 лет стали развиваться соответствующие методы (ниже мы приведем соответствующие ссылки, рассматривая процесс рождения таких методов с иной точки зрения). Мы имеем в виду, в первую очередь, т.н. методы поиска взаимодействий (как правило, содержащие в своих названиях сочетание AID – automatic interaction detector), т.е. таких сочетаний значений признаков-предикторов, которые определяет то или иное поведение объектов<sup>12</sup>.

Правда, в некоторых методах подобного рода все же неявно предполагается, что за наблюдаемыми значениями рассматриваемых признаков стоят неизвестные исследователю

---

<sup>12</sup> Эти методы иногда называют методами поиска деревьев решений и включаются в современное направление развития анализа данных, называемое data mining.

латентные переменные (это имеет место, например, в алгоритме CHAID, но не верно для алгоритма THAID). Сюда же можно отнести логико-комбинаторные методы анализа данных, разработанные в рамках т.н. ДСМ-системы [51], не опирающиеся на предположения о существовании латентных переменных. Методы поиска взаимодействий развивались параллельно развитию методов анализа таких данных, в качестве которых выступали как-то оцениваемые респондентом взаимодействия (совместный анализ, метод виньеток в психологии). Однако в последнем случае целью служил поиск непрерывной латентной переменной.

Таким образом, в науке все более укреплялась мысль о том, что при решении социологических задач очень часто бывает целесообразно для описания объектов использовать т.н. взаимодействия, т.е. наборы значений дискретных признаков. При этом иногда считалось, что за этими наборами все же стоят непрерывные переменные, а иногда эта гипотеза полностью отвергалась. Для полноценного анализа сути «дрейфа» методов анализа данных от непрерывности к дискретности важно еще подчеркнуть то, что этот дрейф в значительной мере коррелировал с дрейфом от вероятностных моделей к невероятностным

Случаен ли описанный переход от непрерывности к дискретности? Или за ним стоит что-то принципиальное? Если верно последнее, то почему соответствующие методы не были созданы лет 300 назад? Не были ли в прошлом совершены определенные методические ошибки? Уже наше упоминание Кетле, Юла и т.д. наводит на мысль о том, что для ответа на подобные вопросы могут быть полезны исторические изыскания, полезно обратиться к авторитету наших предшественников.

Рассмотрим историческую линию, связанную с предположением о существовании или несуществовании непрерывных («числовых», отвечающих интервальной шкале) переменных, характеризующих изучаемые объекты. Остановим внимание на развитии основных «родителей» анализа данных – теории вероятностей и математической статистики.

Прежде всего проиллюстрируем два положения: во-первых, теория вероятностей долгое время развивалась без использования модели непрерывной переменной и, во-вторых, прикладная социология и теория вероятностей развивались в тесной связи друг с другом.

Исторически сложилось так, что зарождение и первоначальное развитие теории вероятностей как научной дисциплины стимулировали азартные игры. Первые достаточно известные результаты теории вероятностей принято связывать с работами Л.Пачоли (1445-1509), Дж. Кардано (1501-1576), Н.Тартальи (1499-1557). Обычно считается (и с этим вряд ли

можно спорить), что классическая теория вероятностей родилась в переписке<sup>13</sup> знаменитых французских ученых Б. Паскаля (1623-1662) и П. Ферма (1601-1665). И снова толчком для развития методов служат азартные игры. Ни о каких непрерывных переменных тут речи не было. Все вероятности определялись на дискретных событиях. Новую почву для развития теории вероятностей дало развитие политической арифметики: Дж.Граунт (1620-1674), В.Петти (1623-1687) и др. Снова рассматриваются дискретные события. Для многих известных математиков социальные данные служили толчком для развития математических положений, примером может служить творчество Я.Бернулли (1654-1705). Более того, математики зачастую выступали как социологи, получали значимые результаты, характеризующие общество.. Это можно сказать относительно Х.Э.Галлея (1656-1742), А.де Муавр (1667-1754), П.Лапласа (1749-1827), С.-Д.Пуассона (1781-1840) и многих других.

Напротив, ученые, оставшиеся в истории науки как социологи, активно призывали к использованию теории вероятностей для изучения социальных явлений и, делая это, получали некие математические результаты: М.Ж.А.Н.Кондорсе (1743-1794)<sup>14</sup>, Кетле. Для наших рассмотрений важно, что Кондорсе при этом снова имел в виду только дискретные события. Кетле уделял дискретности огромное внимание (мнение Лазарсфельда по этому поводу мы приводили выше). Однако в его творчестве фигурировали и непрерывные переменные. И в определенной мере именно это послужило причиной резкой критики Кетле со стороны социологов в конце XX века. А дискуссия была. Основные аргументы против идей Кетле: человек – свободен, волен поступать, как ему вздумается, и нельзя поведение человека «загнать» в рамки математических формул. Теория среднего человека – ерунда, усреднение при изучении людей бессмысленно. Мы не имеем возможности подробно описать упомянутую дискуссию. Отметим только, что Чупров, соглашаясь во многом с критиками творчества Кетле, говорил, однако, что в действительности в соответствующей полемике критикуются не идеи

---

<sup>13</sup> В рассматриваемую эпоху научные журналы только начали появляться на свет. Поэтому появление важных результатов в переписке их авторов являлось обычным делом.

<sup>14</sup> Учитывая, что социологи знают Кондорсе прежде всего именно как социолога — автора знаменитого трактата «Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума» (1794), к известным фактам биографии Кондорсе добавим следующие, ныне забытые: он опубликовал несколько статей по анализу вероятностей во французской «Методической энциклопедии» и Записках Парижской Академии наук 1781–1783 г. Он – автор пространного трактата о решениях по большинству голосов». Термин «парадокс Кондорсе» до сих пор хорошо известен в теории экспертных оценок. Всё это хорошо знали русские учёные середины XIX века. Кроме того, Кондорсе преподавал математику в «шумевшем» в Париже перед революцией 1789 г. и поддерживаемом королем лице — Академии для женщин

Кетле, и идеи «кетлетистов», т.е. людей, выдающих себя за последователей Кетле. А «кетлетисты», по мнению Чупрова, - это не Кетле.<sup>15</sup> Идеи же самого Кетле Чупров защищал.

Примерно до середины XIX века о статистическом способе познания говорили только обществоведы, ученые-естественники принципиально его отвергали, говоря о типологическом подходе к получению нового знания [54, с.84-85, 143]. Тенденции, имеющие место «в среднем» (т.е. те, к изучению которых призвана статистика), их не интересовали.

Но к середине XIX века физика оказалась готовой к восприятию статистических идей. Физики подошли к изучению газов, и стало ясно, что без статистики ей не обойтись (причина – та же, по которым к статистическим методам вынуждены были прибегнуть обществоведы: невозможность отследить законы движения отдельного объекта). Примерно в это время родилась статистическая физика (Д.К.Максвелл (1831-1879)). Она стала служить мощным толчком для развития теории вероятностей и математической статистики. В результате математический аппарат этих наук к началу XX века приобрел такие формы, к восприятию которых оказалось не готовым большинство социологов. Более того, этот аппарат многим социологам стал казаться чуждым (ниже мы глазами Чупрова посмотрим на масштабы этого расхождения). То, что его корни лежат в обществоведении, было забыто. Почему? На наш взгляд, одна из существенных причин состояла в том, что статистическую физику нельзя отделить от понятия непрерывной переменной (числовая прямая служила хорошей моделью координат тела в пространстве, масса, скорость, давление и т.д.), не совсем подходящего конструкта для социолога.

Само понятие непрерывной переменной было введено в научный обиход относительно недавно. Это было сделано Р.Декартом (1596-1650). Далее это понятие получило мощное развитие в рамках дифференциального и интегрального исчисления И.Ньютоном (1643-1727) и Г.В.Лейбницем (1646-1716). Творчество целой плеяды математиков привело к тому, что к середине XIX века это исчисление стало мощным направлением в науке, способным стать основанием для развития многих направлений науки и техники. Другими словами, к указанному периоду математика могла представить солидную базу для использования непрерывных переменных в любой области знания.

---

<sup>15</sup> Напомним известный эпизод из «Путешествий Гулливера» Дж. Свифта (1667–1745). Когда герой вызвал из небытия Гомера, Аристотеля и всех их комментаторов, последних оказалось очень много, и они держались «на большом расстоянии от своих принципов благодаря чувству стыда и сознанию своей виновности в чудовищном искажении для потомства смысла произведений этих авторов»



Итак, в рассматриваемый период в одной точке сошлись теория непрерывных переменных в математике, достижения теории вероятностей и потребности статистической физики. Соединившись с идеями теории вероятностей, идея непрерывной переменной, привела к понятию числовой случайной величины. Это понятие вошло в науку благодаря творчеству очень многих ученых. Значимым шагом, вероятно, можно считать появление в 1867 г. работы Чебышёва «О средних величинах». От рождения понятия случайной величины – один шаг до рождения математической статистики. Мощный толчок дала физика со своей потребностью развития статистических методов. И новая ветвь математики она действительно начала бурно развиваться. Сам термин «математическая статистика» родился позже. Мы пользуемся им условно, говоря о том, что можно назвать пред-математической статистикой.

Ниже мы подробнее охарактеризуем масштабы возникшего во второй половине XIX века расхождения между математической статистикой и обществоведением. Сейчас нас интересует, почему мы считаем одной из основных причин этого расхождения переход статистики к идее непрерывной переменной.

Дело в том, что основная масса работ по использованию статистических приемов в социологии в конце XIX – начале XX века касалась построения статистических таблиц (см., например, [53]). Рассматривались вопросы о выборе признаков для формирования таблицы, разбиения диапазонов изменения значений этих признаков на интервалы. Соответствующие публикации содержат достаточно глубокие рассуждения о том, что способ разбиения непрерывного признака на интервалы может иметь глубокую связь с серьезными представлениями социолога о сути представленных в частотных таблицах процессов. Понятие непрерывности признака социологу было не нужно. Напротив, необходимым оказался анализ того, какие фрагменты диапазона его изменения связаны с изучаемыми процессами. Непрерывность превращалась в дискретность. Именно это позволяет думать, что отторжение многими социологами разработок становящейся математической статистики происходило в значительной мере именно из-за неприятия идеи непрерывной переменной, лежащей в основе этих разработок.

Необходимо отметить, что идею непрерывности используемых признаков активно восприняли психологи, о чем мы говорили выше (Спирмен, Терстоун, Лайкерт). Непрерывная переменная служила приемлемой моделью социальной установки. Социологи этим активно пользовались. И только в середине XX века, когда от математической статистики «отпочковался» в анализ данных (который можно рассматривать как «испорченную»

математическую статистику)<sup>16</sup>, социология обратилась к идее описывать объекты не совокупностью значения числовых переменных, а наборами значений некоторых качеств, которые могут отвечать как отдельным интервалам таких переменных, так и совокупностям значений (одного или нескольких) номинальных или порядковых признаков, а также таким качествам, которые не приходит в голову ассоциировать со значениями каких-либо признаков (хотя, вероятно, такая ассоциация всегда допустима).

Стало ясно, что понятие непрерывной переменной в социологии не всегда адекватно сути задачи, представлениям исследователей о том, чем определяются интересующие их явления.

Таким образом, описанный дрейф от непрерывности к дискретности – следствие желания исследователей второй половины XX века сделать математический аппарат тем, чем он должен быть – результатом адекватного отражения реальности, четкого вычленения в ней того, что подлежит изучению. Анализ исторической ретроспективы говорит о том, что упомянутый дрейф – результат возврата к той точке развития методов, когда линия этого развития повернула в сторону от потребностей социологии.

От этой точки уже во второй половине XIX века могла вырасти ветвь, направленная на изучение статистики нечисловых переменных, чего не произошло. Потребности естественных наук «задавили» потребности трудно воспринимавших математику гуманитариев и в течение ста лет не позволяли даже ставить перед математической статистикой задачи, весьма актуальные для социологии. Не возможно ли повторение подобного недоразумения в наше время?

Итак, изучение прошлого дает возможность разобраться с настоящим, избежать повторения однажды сделанных ошибок; понять, куда идет развитие анализа данных сейчас и, главное, в каком направлении стоит целенаправленно его развивать.

### ***Необходимость «содержательного» контроля процесса разработки математического аппарата***

---

<sup>16</sup> Здесь можно было бы говорить и о возможности использования не только методов анализа данных, но и о частичном использовании строгих методов математической статистики. Мы имеем в виду статистику объектов нечисловой природы [26. С. 229-301].

В предыдущем параграфе фактически было показано, что в результате потери контроля со стороны социологов идеи, идущие от социологии, могут приобрести такой вид, который не будет воспринят социологами. Выделим следующие причины этого негативного явления.

(а) Прозрачные для социолога соображения могут в процессе автономного развития соответствующих методов приобрести сложный для восприятия гуманитария характер в силу придания этим идеям математической строгости. Пример: понятная каждому устойчивость частот превратилась в разговор о различных вероятностных распределениях, их параметрах, проверке статистических гипотез. Выход из подобных ситуаций видится в повышении уровня математического образования социологов.

(б) Математика (в силу законов своего автономного развития или из-за реакции на потребности наук, далеких от социологии) может уйти в сторону от потребности социологии. Пример: рассмотренная выше ситуация с переходом «за спиной» социологов от дискретных событий к событиям, выраженных в терминах параметров распределений непрерывных случайных величин.

В качестве еще одного исторического примера, показывающего серьезность указанных факторов, еще раз рассмотрим описанную выше ситуацию, связанную с тем, что в конце XIX века социологи перестали узнавать нечто родное в математической статистике, одним из источников которой служила сама социология, и покажем, что сейчас, похоже, имеет место аналогичное явление.

Итак, во-первых, примерно 100 лет назад социологи начали воспринимать как нечто чужеродное ту ветвь математики (которая потом превратилась в математическую статистику), толчком к рождению которой в свое время послужили потребности именно обществоведов. Как мы уже отмечали, примерно до середины XIX века социологи и математики (мы имеем в виду теорию вероятностей и математическую статистику) жили «дружно»: математики «подпитывались» социальными задачами и даже сами в определенной мере были социологами; социологи призывали своих коллег использовать математику и даже сами получали некоторые математические результаты. Испортились отношения между социологией и математикой во второй половине XIX века. Выше мы связали это с тем, что сути социологии далеко не всегда отвечал основной объект изучения математической статистики – непрерывные случайные величины. На самом деле ситуация была сложнее. Ее хорошо описал Чупров [54]. Мы не будем останавливаться на многочисленных конкретных математических результатах, которые хорошо воспринимали физики, но не воспринимали социологи. Коротко коснемся видения Чупровым

глубины пропасти, возникшей между социологией и математической статистикой на стыке XIX и XX веков.

Русский ученый подробно пишет о том, что в течение двух веков (с середины XVII до середины XIX века) статистический метод познания (а Чупров, как мы уже упоминали, противопоставлял этот метод типологическому) использовался только для изучения общества, и что в середине XIX века им заинтересовались физики. Получив поддержку физиков, математическая статистика, стала развиваться бурными темпами, начав получать такие результаты, которые социологи стали не в состоянии воспринимать из-за отсутствия достаточного математического образования. Более того, среди социологов стало бытовать мнение, что статистический подход – порождение естественных наук.

По мнению Чупрова [54], к концу XIX века социологи по их отношению к статистике и математической статистике (последнего термина еще не было) разделились на группы: (а) вообще отрицающих необходимость статистического способа познания; эти социологи полагали, что статистика не нужна социологу; они критиковали, в частности, творчество Кетле, считая, что человек свободен в выборе своего мнения, понятие среднего человека (введенное Кетле) абсурдно [54, с.43, 68] и т.д.; (б) полагающих, что статистика социологу нужна, но математика тут не при чем; Чупров называл таких социологов статистиками-нематематиками; (в) статистика социологу нужна и, использовать ее эффективно можно только задействуя достижения математики; это - статистики-математики [54, с. 300].

Игнорирование значительной части социологов наработок математиков не могло не сказаться на качестве самой социологии. Сам Чупров активнейшим образом призывал использовать достижения математики для получения социального знания. Он решал множество практических задач и убедительно показывал, что во многих случаях только использование математической статистики позволяет получать интересные социологические результаты.

Второе, что мы хотим рассмотреть – это повторение истории. Многие современные алгоритмы, толчком к рождению которых послужили потребности обществоведов, не потерявшие своей актуальности для социологов, последними зачастую воспринимается как нечто чужеродное, родившееся якобы в естественных науках и поэтому не годящееся для обществоведа. Мы имеем в виду некоторые фрагменты современного анализа данных – data mining (интеллектуальный анализ данных).

Все учебники по data mining явно предназначены отнюдь не для читателя гуманитария (см., например, учебное пособие [52]), хотя истоки методов лежат в желании решать именно социологические задачи. Приведем пример.

Вспомним упомянутые выше алгоритмы поиска взаимодействий. Подробнее рассмотрим, как именно они «выросли» из потребностей социологии.

Повторим, что для социолога очень важно уметь строить описания объектов с помощью набора качеств (старый мужчина, живущий в деревне, любящий выпить). Каждое качество, как правило, можно считать значением некоторого признака (возраст, местожительства, отношение к алкоголю). С точки зрения математики задача сводится к поиску взаимодействий, о которых мы говорили выше. В начале 70-х годов XX века в Институте социальных исследований Ann.Arbor'a родилось несколько алгоритмов поиска таких взаимодействий [59 (алгоритм THAID), 62 (алгоритм AID3)]. Алгоритмы были прозрачны, понятны. Идея оказалась плодотворной, получила в дальнейшем довольно интенсивное развитие. Сейчас соответствующие алгоритмы реализуются в рамках т.н. data mining в виде блока программ «Деревья решений», включающем в себя целый ряд отнюдь не столь прозрачных, но зато поставленных на более серьезную математическую основу алгоритмов (CHAID,QUEST,C&RT,C5.0).

Представляется, что история вполне может повториться: социолог перестанет воспринимать как «свои» созданные первоначально для него методы. Это не может не сказаться на качестве социологии. Выход: обучение социологов; издание учебников по data mining, предназначенных для гуманитариев.

***Необходимость пересмотра даже успешного опыта с целью обеспечения удачного моделирования (учет движения науки вперед)***

Конечно, математика всегда не совсем полностью отражает тот фрагмент реальности, который интересует исследователя. Полностью формализовать все в любой ситуации вряд ли возможно. Однако совершенно очевидно, что той приблизительности, которую однажды удается достичь путем моделирования «жизненной» ситуации с помощью формальных структур (здесь речь идет об описании этой ситуации на языке математики), зачастую бывает достаточно для того, чтобы получать весьма значимые (и теоретически, и практически)

результаты. Так нужно ли заглядывать за границы того, что формализовано? Конечно, нужно, хотя во многих случаях сделать это весьма непросто.

Приведем пример, касающийся одного из самых известных и практически используемых математических понятий - вероятности. Известна та первичная «жизненная» ситуация, которая лежала в основе рождения этого понятия как одного из основных понятий математики. О сути этой ситуации говорит название одного из первых пособий по теории вероятностей, своеобразной книги астролога, философа, физика, математика и картёжника Кардана (выше мы его уже упоминали, говоря о дискретности событий в первых работах по теории вероятностей; то же можно сказать об упомянутых ниже фамилиях известных ученых) «Книга случайностей (chances) и игр», в которой говорится о том, как обманывать напарника и как заметить обман других. Ясно, что соответствующие размышления быстро привели исследователей к практическому отождествлению вероятности рассматриваемого события с частотой его реализации в чередующемся специальным образом организованных «экспериментов» (реализаций определенного комплекса условий). В творчестве Бернулли родился связывающий вероятность с частотой закон больших чисел, обобщенный затем в трудах Пуассона, Чебышёва, Маркова и т.д. Было дано несколько определений вероятности, хотя и отличных друг от друга, но всё же лежащих в русле рассматриваемой традиции – классическое, аксиоматическое, частотное (статистическое), геометрическое. Не будем говорить об этом более подробно, поскольку всё это – хорошо известные факты.

Казалось бы, все прекрасно, теория родилась, развилась, сыграла (и продолжает играть) огромную роль в развитии и науки, и практики. И, тем не менее, проблема остается. Коротко говоря, она состоит в том, что формализованы отнюдь не все те смыслы, которые люди обычно вкладывают в понятие «вероятность». Как писал академик А.Н.Колмогоров (1903-1989) в своей энциклопедической статье, «Математическая вероятность является выражением качественно своеобразной связи между случайным и необходимым. При изложении вероятностей теории формулируются в виде аксиом те свойства вероятности, которые на данном этапе развития науки необходимы для ее развития. Однако ни эти аксиомы, ни классический подход к вероятности, ни статистический подход не дают исчерпывающего определения реального содержания понятия «вероятность»; они являются лишь известными приближениями ко всё более полному его раскрытию» [18, с. 97].

Действительно, помимо частотной существуют и другие трактовки вероятности. Упомянем, например, направление науки, называемое вероятностной логикой. Вероятность

здесь понимается как логическое отношение между высказываниями. Ведущий представитель логического позитивизма, один из лидеров Венского кружка Р. Карнап (1891-1970) в своей аксиоматике вероятностной логики вводит функции уверенности, правдоподобия, подтверждения [56]. Работавший также в рамках вероятностной логики английский ученый Дж.М.Кейнс (1883-1946) [58] вообще выходит за рамки обычного исчисления вероятностей: в его аксиоматической системе значения вероятности не ограничиваются действительными числами, существуют несравнимые по величине вероятности. Г.Кайберг рассматривает эпистемологическую интерпретацию вероятности [17], Г.Рейхенбах (1891-1953) – металингвистическую [61]. В последнее десятилетие вероятностная логика активно развивается благодаря приложению ее к разработкам в области создания искусственного интеллекта [1], где строится «семантика возможных миров с вероятностной мерой».

К.Р. Поппер (1902-1994) вводит понятие «пропенситивной» вероятности, вероятность связывается с предрасположенностью (World of propensities) [27]. Много наработок, связанных с иным концептуальным видением вероятности, имеется в рамках т.н. теории субъективной вероятности. В этой ветви науки также иногда вводятся аксиомы, выводящие нас за пределы привычных свойств вероятности [64].

Огромное внимание понятию вероятности уделяли русские ученые конца XIX - начала XX века. Так, в работе Чупрова [54, с. 163 и далее] теория вероятностей рассматривается как математическая дисциплина – с одной стороны и как философско-логическое построение – с другой. Отмечается плачевное состояние «логики вероятного». «Классическое определение понятия вероятности ... никого не удовлетворяет ... но по вопросу о том, что следует поставить на его место, мнения круто расходятся». Сам автор (и не он один, в книге описывается мощное направление тогдашней науки, к которому он себя причисляет) ищет замены в понятии объективной возможности. Этот взгляд соотносится с другими, приводится обширнейшая библиография.

В словаре [30, с. 39] даётся 5 разных определений вероятности:

- вероятность – степень возможности появления к-л определенного события в тех или иных условиях;
- вероятность логическая – степень достоверности, с какой можно принять к-л утверждение на основе другого обоснованно установленного (согласно правилам логики) утверждения;

- вероятность математическая – равна отношению числа случаев, «благоприятствующих» данному событию, к общему числу «равновозможных» случаев;
- вероятность статистическая – относительная частота, с которой событие появляется внутри класса событий;
- вероятность субъективная – оценка индивидом (наблюдателем, действующим лицом) возможности наступления определенного события на основании повторного опыта (см. Принятие решений).

Только третье и четвертое определения отвечают тому, что излагается в рамках современных курсов по теории вероятностей и математической статистике.

Представляется, что все упомянутые трактовки имеют право на существование. Каждая отражает какой-то аспект того, что мы в житейской практике называем вероятностью. Но споры до сих пор отнюдь не утихли. Интересно отметить, что отрицательно к некоторым направлениям в осмыслении понятия вероятности относятся некоторые математики. Приведем пример.

Позволим себе не согласиться с резко отрицательным мнением известного советского математика Б.В.Гнеденко о необходимости введения понятий субъективной и логической вероятности, высказанным им в приведенных ниже отрывках (просим прощения за пространное цитирование). «В связи с тем, что в практической жизни нередко приходится иметь дело со случайными событиями, которые не могут быть воспроизведены, а происходят лишь один единственный раз, время от времени возникают желания распространить понятие вероятности и на них. В последние десятилетия с этими идеями активно выступают многие крупные учёные ... они ... отстаивают право на введение в науку и систематическое использование понятие субъективной вероятности. Это понятие распространяется и на единичные случайные события. Однако оно имеет не объективный, а лишь субъективный смысл. Собственно, с этим толкованием вероятности приходится сталкиваться в обыденной речи и в донаучном понятии вероятности, рассматриваемому как вероятность суждения. Но каждое суждение может быть лишь истинным или ложным безотносительно к познающему субъекту. Поэтому вероятность суждений не допускает оценок, промежуточных между 0 и 1. ... В последнее время и в советской, особенно экономической литературе концепция субъективной вероятности находит сторонников. ... в таких концепциях нет ничего опасного, если только субъективным ощущениям вероятности не придавать объективного значения, связанного с изучаемым явлением, а не с состоянием мыслящего субъекта. ... В этом плане мне бы хотелось ...



рассказать о беседе, которая была у меня в Риме в 1968 году с профессорами Бруно де Финетти и Л. Сэведжем. С их стороны речь зашла о том, что понятие объективной вероятности недостаточно и имеются ситуации, когда его нужно обобщить и вводить в рассмотрение понятие субъективной вероятности, независимое от наличия устойчивых частот. В качестве примера проф. Сэведж привел в ту пору актуальную для американцев проблему: какова вероятность того, что будет избран в качестве президента Никсон, а не баллотирующийся вместе с ним Р.Кеннеди? Я ... заявил, что ... здесь нельзя говорить о вероятности ... как о величине, которая имеет какое-то значение, не зависящее от субъекта или группы лиц, предлагающих для нее ту или иную числовую оценку» [8, с.55-56].

В связи с приведенными цитатами хотелось бы отметить несколько моментов.

Во-первых, согласимся с Гнеденко в том, что в обыденной жизни мы часто прибегаем к донаучному понятию вероятности. Но это донаучное понятие – не то, которое Бернулли выразил в законе больших чисел (впрочем, и сам Бернулли говорил о вероятности и как о степени ожидаемости события). Каким тут должен быть шаг, превращающий это донаучное понятие в научное, - не всегда ясно. Наверное, именно шаг к научности делали Карнап, Поппер и другие ученые.

Во вторых, как мы уже упоминали, в наше время теория субъективной вероятности не только просто существует, но и активно развивается, пишутся соответствующие учебники [64]. Правда, здесь нам хочется добавить от себя, что, наверное, даже при определении субъективной вероятности всё же «частота» неявно присутствует. И здесь играет роль то, как понимать «событие» и «комплекс условий его реализации». Конечно, Кеннеди и Никсон боролись между собой за право быть избранными только один раз. Но опытные эксперты, оценивающие вероятность победы того или другого кандидата, наверняка «прокручивали» в голове многие схожие ситуации: выборы других президентов, директоров каких-то компаний и, возможно, даже старост в школьном классе. Они оценивали схожесть каких-то психологических механизмов, роль взяток, рекламы (и не важно, что в одном случае это была реклама в рамках всей страны, а в другом – в пределах одной школы) и т.д. И частота успеха в той или иной ситуации у них в сознании, вероятно, присутствовала, хотя насчет закона больших чисел тут вряд ли приходится говорить. Так что, на наш взгляд, здесь есть о чем подумать. В жизни имеется ситуация, которую надо формализовать для того, чтобы хорошо изучить. Математика должна придти на помощь.

В-третьих, вряд мнения экспертов имеет смысл считать имеющими чисто субъективный смысл (отражающими лишь «состояние мыслящего субъекта»). Наверное, в сознании каждого человека отражается нечто объективное и при известных предположениях об однородности совокупности экспертов можно получать достаточно объективные оценки вероятностей определенных событий. И вряд ли всю существующую в настоящее время теорию экспертных оценок (может быть, здесь не подходит термин «теория», но литературы соответствующего плана имеется очень много (см., например, [19]); в соответствующих работах речь идет и о том, как получать как можно объективную информацию от одного человека, и как усреднять мнения разных экспертов) имеет смысл считать имеющей лишь субъективный смысл. Практика показывает, что грамотно осуществленный экспертный опрос ведет к весьма объективным оценкам вероятности того или иного события.

В-четвертых, и чисто субъективные оценки (отражающие только «состояние мыслящего субъекта»), даваемые отдельными людьми, имеют право на изучение (даже с точки зрения выявления объективного состояния общества). Напомним известный парадокс Томпсона: если человек думает, что некоторый факт имеет место, то, значит, он имеет место по своим последствиям. Речь идет о социальных представлениях, которые, конечно, в определенном смысле объективны и не только достойны изучения, но и активно изучаются современной наукой [14].

Итак, представляется ясным, что даже самые, казалось бы, устоявшиеся предположения могут потребовать пересмотра. Мир неисчерпаем.

### ***Измерение в социологии как математика математизации (метаматематизация)***

Выше мы говорили, что наука начинается тогда, когда хотя бы в двух изучаемых объектах исследователь начинает выявлять нечто общее, и что для обозначения этого общего обычно используется формальная символика. Именно на базе такой первичной формализации или рождается та или иная ветвь математики, или начинают использоваться уже известные математические разработки. В конце 1930-х годов родилась своеобразная метаматематика первого шага такого перехода к использованию математического языка (и стоящей за ним теории) в социологии, математика первичной математизации. Эта метаматематика была названа

(репрезентационной) теорией измерений, о которой мы коротко упоминали выше. Процесс же упомянутой первичной формализации был отождествлен с процессом измерения (состоящем в адекватном отображении выделяемой исследователем эмпирической системы в некую формализованную систему). Из сказанного ясно, зачем нужно измерение: оно является первым шагом к той самой формализации, которая необходима для того, чтобы исследование могло претендовать на научность. Благодаря теории измерений социологическое измерение давно перестало связываться только с числами. В качестве результатов первичного моделирования могут выступать любые математические объекты и не только математические: логические, лингвистические и т.д. Лишь бы четко было сформулировано, какие именно общие моменты, содержащиеся в разных объектах должны моделироваться в процессе измерения.

Иногда приходится слышать (особенно от т.н. «качественников») о недопустимости измерения в ситуации, когда исследователь намеревается изучать истинные смыслы, которые вкладывают люди в свои действия. Такие суждения представляются некорректными. Приведем лишь один пример: одно из основных социально-психологических понятий, без использования которого вряд ли можно говорить об изучении личностных смыслов, является понятие социальной установки. Оно было введено У.А. Томасом (1863-1947) и Ф.В.Знаецким (1882-1958) в их знаменитом труде «Польский крестьянин в Европе и Америке» в 1918-1920-е годы. Однако изучение этого феномена практически не осуществлялось до тех пор, пока наука не научилась измерять установки, пока не были предложены соответствующие шкалы (одна из первых шкал, как известно, была предложена Л.Л. Терстоуном лишь в 1926 году). Более подробно о нашем видении процесса социологического измерения, о предлагаемом нами обобщении этого понятия см., например, [36, 48].

## **Раздел II. Нетрадиционные свойства математических методов как следствие стремления создания аппарата к адекватного моделирования реальности**

### ***Эволюция представлений об анализе социологических данных: от классических к постнеклассическим схемам***

Социология давно ушла от классических представлений о природе научного знания. Однако обычно в среде отечественных социологов это явление представляется как

совокупность моментов, якобы отличающих социологию от естественных наук. Для характеристики позиции ученых-естественников тут обязательно произносится термин «позитивизм» как символ негатива. Иногда декларируется, что использование математики в социологических исследованиях якобы способствует возврату в «позитивизм» (эти демарши выглядят наивно хотя бы потому, что в литературе известен не один десяток определений позитивизма). В действительности факторы, дающие возможность провозглашать указанную уникальность социологии, давно взяты на вооружение естественными науками, познаны естественниками и философами, подробно ими проанализированы и систематизированы. Хотя поначалу действительно социологическая рефлексия шла впереди естественнонаучной, теперь социологи отстали в осознании соответствующих положений (за исключением относительно небольшого числа социологов-теоретиков). И, насколько нам известно, нигде не рассматривается то обстоятельство, что анализ данных эффективно способствует указанной методологической рефлексии, поскольку в его приемах проявляются тенденции, отраженные в современных представлениях о природе научного знания. Прежде, чем пояснить это, опишем (весьма приблизительно) упомянутую систематизацию подходов к пониманию природы научного знания, касаясь лишь узкого аспекта развития соответствующих представлений: трактовки возникающих при получении нового знания субъект-объектных отношений

Итак, в развитии саморефлексии ученых по поводу понимания сути научного знания выделяются классический, неклассический, постнеклассический периоды (исторические формы философствования, типы научной рациональности). Классический тип опирается на принцип объективности знания. Субъект полностью отделен от объекта. Неклассическая рациональность учитывает, какие средства познания использовал субъект. В соответствии с постнеклассическим типом научной рациональности, интерпретация знаний неразрывно связана с субъектами, их производящими, с их отношениями, этическими нормами и морально-нравственными представлениями, появляется аксиологический аспект; субъект воспринимается как часть познаваемой им системы. В последнем случае часто говорят о внедрении синергетических принципов в процесс познания (синергетика часто рассматривается как один из вариантов постнеклассического типа научности [11, с.78]).

Рассмотрим эти виды научной рациональности применительно к познанию социальных явлений с помощью анализа данных. При этом попытаемся особенно подчеркнуть те аспекты процесса получения нового знания, которые касаются разработки алгоритмов анализа данных.

Первые опыты применения математики для изучения общества были связаны с верой в то, что ученый может получать объективное знание, смотря на изучаемые процессы со стороны. Это – классический период. Яркая иллюстрация – творчество Кетле (заметим, что, вопреки общепринятому мнению, Кетле не полагал, что социология должна пользоваться методами естественных наук. Считалось, что статистический подход разработан именно для обществоведов). Никаких вопросов о субъективности методов, о возможности различного подхода к интерпретации полученных с их помощью соотношений здесь не стоит (правда, развернувшаяся к концу XIX века и упомянутая нами выше дискуссия по поводу творчества Кетле говорит о том, что уже вскоре после ухода из жизни великого статистика фактически подобные вопросы возникли: творчество Кетле оказалось возможным интерпретировать по-разному).

. К началу XX века стало ясно, что получаемые социологами выводы не могут не зависеть от используемого способа познания. Самый простой пример – субъективный момент, связанный с разбиением на интервалы признаков, лежащих в основе частотных таблиц [53] (как мы отмечали, этому было посвящено большое количество работ и на стыке веков, и в более поздний период). Постепенно стало ясно, что не последнюю роль при этом призваны играть способности, взгляды исследователя, его ценностные ориентации. В частности, об этом много писал Чупров, полемизировавший с Риккертом по поводу принципа отнесения к ценности и, как мы говорили выше, относивший статистику к т.н. онтологическим (идиографическим) наукам [54, с. 125]. И по мнению неокантианцев, и по мнению Чупрова именно в таких науках сам факт отбора того или иного явления для изучения определяется ценностными ориентациями исследователя.

Мощной волной проблематика, связанная с необходимостью активного вмешательства исследователя в процесс анализа данных, четкой артикуляции им своих методных и ценностно-содержательных предпочтений, хлынула со времени рождения анализа данных в современном смысле этого слова, т.е. примерно с середины XX века. Об этом писал один из классиков анализа данных Д.У.Тьюки (р. 1915) [50].

Неклассический характер познавательного процесса стал выявляться сразу. Результат зависел от инструмента исследования. Скажем, при использовании одного алгоритма классификации получалось одно разбиение объектов на классы, при другом – другое. При одном разбиении диапазона изменения признаков на интервалы использование критерия «Хи квадрат» говорило о наличии связи, при другом – о ее отсутствии. И т.д. Более того, сами

алгоритмы, направленные на решение одной и той же задачи, явно зависели от качеств их создателя. Почему существуют разные коэффициенты парной связи между двумя переменными: коэффициенты Пирсона, Чупрова, К.Х.Крамера (1893-1985), Гутмана, Гудмана и т.д.? Все эти коэффициенты могут давать разные результаты при анализе одних и тех же данных и все они чем-то похожи друг на друга. Наверное, их различие – следствие того, что разные люди одно и то же видят по-разному.

Насколько нам известно, связь вида метода с личными качествами его создателя никем не изучалась. Но некоторые факты наводят на размышления. Скажем, Лаплас после прихода к власти Наполеона был министром внутренних дел наполеоновского правительства. Наполеон критиковал Лапласа за попытку ввести в управление дух бесконечно малых в ответ на требования Лапласа, чтобы все счета сходились до копейки. Результатом явилось увольнение Лапласа из правительства за излишнее внимание к мелочам: Лаплас считал все государственные расходы до копейки (су), в то время как от него как от министра требовался лишь некий цельный «взгляд сверху» на финансы. Возникает мысль о том, что именно указанное качество Лапласа сделало его одним из создателей современного дифференциального и интегрального исчисления (наверное, таковым мог быть только человек, имевший врожденный интерес к малым величинам).

Еще один «говорящий» пример. Л.А.Заде, основатель теории нечетких множеств, имел интересную биографию. Родился в Баку. Его мать – русская, детский врач; отец – иранский журналист, работавший в Азербайджане. Учился Заде в русской школе в Азербайджане, в мусульманском колледже в Тегеране, в университете Тегерана, где получил степень бакалавра электротехники, в Массачусетском технологическом институте, где получил степень магистра электротехники. В результате автор теории нечетких множеств свободно владел 4 языками: русским, азербайджанским, английским, персидским, и 3 алфавитами: латиницей, кириллицей и арабским. Как-то естественно возникает мысль о естественности рождении теории нечетких множеств у человека с такой биографией. Может быть, не случайно этот человек стал автором теории нечетких множеств? Даже вопрос о национальности Заде приводит нас к необходимости использования нечётких множеств. Естественно полагать также, что нечеткая логика родилась на основе тонкого восприятия Л. Заде различных логик, присущих человеческим языкам. Вернемся к рассмотрению неклассического и постнеклассического периодов в развитии анализа данных.

Любому специалисту нашего времени ясно, что анализ данных требует постоянного человеко-машинного диалога, в процессе которого активно используются представления исследователя о содержании решаемой задачи, его ценностные ориентации. Более того, исследователю необходимо знать множество методов анализа данных, умело сопрягать их друг с другом, вступая тем самым в непрерывный активный виртуальный диалог с их авторами. Это – полноценный переход к третьему типу научной рациональности. Такой анализ данных сам по себе может рассматриваться как воплощение синергетических принципов: является постоянно развивающимся процессом; любое полученное с его помощью знание – всегда множественно и всегда исторично; здесь часто имеют место нелинейные эффекты («взаимодействия» между методами); работа проводится в междисциплинарном пространстве социологии, математики и даже философии; привлекаются методы, долгое время считавшихся «ненаучными» с точки зрения классической математики («чистых» математиков отталкивает их эвристичность, нестрогость алгоритмов, отсутствие правил переноса результатов с выборки на генеральную совокупность и т.д.).

***Необходимость социологической «аксиоматики» как способа учета роли исследователя в получении нового знания.***

***Математика как недедуктивная наука***

Трудно возразить против того, что в социологии нельзя устранить роль субъекта в процессе получения научного знания. Об этом мы говорили в предыдущем параграфе. Однако приведенные выше рассмотрения говорят о том, что то же самое имеет место даже в математике (физиков соответствующая проблема озаботила где-то стыке XIX и XX веков). Так, как мы уже говорили, Бернулли, Карнап, Поппер и другие ученые по-разному понимали вероятность. Они видели разные аспекты одной и той же реальности. Трудно ответить на вопрос, почему. Хотя, несомненно, получение ответа было бы весьма полезным. Несомненно, тут играют роль разные интеллектуальные и психологические характеристики исследователей, разное их воспитание, образование и т.д. Устранить соответствующее влияние исследователя на характер получаемого им знания мы не можем. Как с этим «бороться»? Вероятно, «борьба», состоящая в обеспечении унификации мнений, нам не нужна. Можно только приветствовать наличие разных точек зрения на одну и ту же проблему. Но для того, чтобы не вводить в заблуждение человека, пользующегося соответствующими теоретическими результатами,

наверное, надо «требовать» от каждого автора четкого выражения его исходной позиции, формулировки своего рода системы «аксиом», из которой он исходит. И тогда, пользуясь чьими-то наработками, исследователь сможет четко понять какие априорные соображения он фактически разделяет, делая это, и сознательно принять их или отвергнуть.<sup>17</sup>

О других наших соображениях по поводу того, что математический язык (с помощью которого имеет смысл выражать содержательные аксиомы) используется в социологии реже, чем можно было бы, мы говорили в [39,40]

Собственно, предварительную «аксиоматику» мы фактически используем (иногда – даже не давая себе в этом отчета), применяя известные алгоритмы анализа данных. Так, строя типологию объектов с помощью какого-либо из известных алгоритмов классификации, уже самым выбором той или иной меры близости мы, хотим того или не хотим, но «говорим» о том, как априори нами понимается однотипность объектов (это понимание связано, например, с выбором функции расстояния). Сама необходимость использования математического аппарата заставляет нас заранее четко сформулировать ряд априорных предположений о характере изучаемого явления.

Подчеркнем, что, говоря о необходимости использования определенных «аксиом» в любом социологическом исследовании, мы отнюдь не утверждаем, что в социологии нужно использовать гипотетико-дедуктивный подход. Социология вряд ли когда-нибудь «дорастет» (в смысле формализации формируемых исследователем представлений об обществе) до того, что любое новое утверждение может быть получено как логическое следствие из каких-то «аксиом». Да и стремиться к такому «росту» вряд ли следует. Более того, известно, что даже в математике многие положения доказываются отнюдь не дедуктивным путем. Обратимся к мнению одного из известных американских математиков Г.Биркгоффа (1912-1994), представляющемуся нам очень показательным. Говоря о знаменитой книге Б.Л.ван-дер-Вардена (1903-1996) «Современная алгебра» (вышедшей в 1930 году), он пишет о том, что «современная алгебра изучает *все* системы, удовлетворяющие данному множеству аксиом (или «постулатов»). Например, она стремится выводить теоремы, справедливые во всех группах, во всех модулях или всех полях. Вследствие такого упора на *семейства* систем современная

---

<sup>17</sup> Подобного рода аксиоматика, на наш взгляд, необходима при проведении любого социологического исследования, не зависимо от того, какие методы при этом используются. Иначе получается, что, обсуждая какие-либо вопросы, споря друг с другом, социологи зачастую говорят на разных языках. В работе [37] мы попытались проиллюстрировать наше понимание такого рода аксиом (которые мы интерпретировали как реализацию веберовского принципа отнесения к ценности) на примере решения задачи изучения социальной напряженности.



алгебра систематически выносит частные случаи в упражнения, маскируя тем самым путь, каким действительно совершаются математические открытия» [3, с. 9].

Тем не менее, не делая никаких априорных предположений, мы вряд ли сможем претендовать на право считать наукой то, чем мы занимаемся, и, в частности, вряд ли сможем достаточно конструктивно определять, в чем именно состоит роль исследователя при получении нового знания. Итак, в социологии требуется вводить аксиоматику (не превращая ее в дедуктивную науку). Напротив, математика – отнюдь не всегда дедуктивна.

Заметим, что в подтверждение последнего тезиса можно привести мнение ... А.С.Пушкина: «Вдохновение есть расположение души к живейшему принятию впечатлений и соображению понятий, следственно, и объяснению оных. Вдохновение нужно в геометрии, как и в поэзии». Мысль Пушкина насчет понятий продолжим в следующем параграфе.

А здесь коротко заметим, что индуктивный подход используется в математике с самого ее зарождения. Так, пифагорейцы пришли к своим математическим результатам, исходя из эксперимента. Так, числа мыслились ими зримо, в виде камешков, разложенных на песке или на счётной доске – абаке [7, с. 117]. Числа были фигурными. И именно эксперимент, в основе которого лежало перекалывание камешков, позволил пифагорейцам придти к очень многим положениям числовой математики.

***Профессиональное качество математика – способность оперировать понятиями - как качество, необходимое для социолога***

Из положения о том, что дедукция – отнюдь не единственный способ получения нового знания в математике следует другой интересующий нас вывод, связанный с оценкой роли оперирования понятиями в творчестве математика. Для обоснования этой импликации приведем еще раз мнение Г.Биркгоффа о том, что математикам «следовало бы восстать против обвинения, что их единственное важное умственное качество есть искусство оперирования символами и числами согласно данным правилам! Разве менее важна их способность оперировать понятиями, в смысле теории гештальтов?» [3, с.71]. Это положение представляется нам очень важным, поскольку, по нашему мнению, указанное профессиональное качество математиков должно в наименьшей мере быть профессиональным качеством социологом, а это, к сожалению, не всегда имеет место.

Не имея возможности здесь подробно остановиться на всех аспектах процесса формирования и операционализации понятий в социологии, отметим лишь три момента.

Первое. Исследователи, стремящиеся достаточно строго формулировать исходные посылки, имеющие склонность четко выражать то, что именно они изучают, давно разработали системы предположений, выглядящих весьма правдоподобно и дающих возможность достаточно глубокой, многоступенчатой операционализации понятий. Выражение на четком (математическом) языке исходных предпосылок о том, как операционализируемое понятие может быть связано с теми или иными наблюдаемыми переменными, открыло перед исследователями широкие возможности в привлечении математических методов для операционализации понятий. Мы уже говорили [42, 43], в частности, чем может помочь социологу использование алгоритмов причинного (путевого) анализа, методов латентно-структурного анализа и т.д. Заметим, что в последние годы все эти подходы объединены в единое направление, называемое моделированием структурными уравнениями (SEM) [60]. Использование при операционализации соответствующих методов позволяет опираться не только на интуитивные предположения конкретного социолога, но и на возможность использовать ту логику операционализации, которая аккумулирует в себе научный (в том числе социологический) опыт таких крупных ученых, как, скажем, Х.М.Блейлок (1926-1991) (выразивший свои мысли на языке путевого анализа) и Лазарсфельд (предложивший совокупность концепций, получивших название латентно-структурного анализа<sup>18</sup>).

Второе. Именно четкое выражение всех соображений исследователя об изучаемых понятиях дает возможность конструктивного согласования восприятия этих понятий самим социологом с тем, что о них думают изучаемые им респонденты. Современные методы многомерного анализа позволяют и операционализировать понятия, и учитывать их восприятие разными участниками научного процесса гораздо более серьезно, чем традиционные приемы, описанные в социологической литературе. Отметим, здесь можно очень эффективно комплексно использовать мягкие и жесткие способы сбора данных.

Третье. Наряду с формированием и операционализацией понятий каких-либо явлений исследователь всегда должен думать о формировании и операционализации понятий связывающих эти явления закономерностей. Наивными и несостоятельными выглядят часто звучащие критические замечания «качественников», касающиеся того, что использование

---

18

К сожалению, этот подход, довольно активно использовавшийся нашей социологией в 70-80-х годах, затем был незаслуженно забыт, в то время как на Западе он активно развивается.

математических методов анализа данных уводит исследователя в сторону от человека, от «истинной» социологии и т.д. Эти замечания действительно справедливы только в том случае, когда мы берем на вооружение т.н. «кнопочную» методологию: выбирая метод анализа данных, руководствуемся только тем, что есть под рукой, в имеющемся в нашем распоряжении пакете программ. Нажал одну кнопку, другую, - а вдруг что-нибудь получится? Операционализация понятия закономерности позволяет избежать такого подхода.

Более подробно об операционализации понятия закономерности, об использовании математических методов как моделирования реальности и о рассмотрении всего социологического исследования как некоего обобщенного процесса моделирования речь идет в Приложении 3 работы [48].

### **Раздел III. Проблемы преподавания социологам математических дисциплин**

#### ***Суть проблемы и основные направления ее решения***

Проблема обучения будущих социологов дисциплинам, использующим математический язык, неоднократно обсуждалась в литературе, в том числе и автором [34, 38, 41]. Проблема снижения уровня подготовки абитуриента – тоже [45]. Однако до решения этих проблем далеко. Ясно, что необходим обмен опытом преподавателей разных вузов, готовящих социологов. В следующем параграфе описан опыт факультета социологии ГУ-ВШЭ.

Начнем с обсуждения процесса преподавания анализа данных. Такая дисциплина входит в учебные планы будущих социологов практически во всех вузах (хотя в действующем стандарте фигурирует лишь как дисциплина специализации; и это много говорит о том отношении к обучению социолога соответствующим методам, которое бытует в широких кругах отечественных социологов). Традиционно в программу по анализу данных включают описательную статистику, методы изучения парных связей, простейшие модели регрессионного, факторного, кластерного анализа. Но даже если студент получает хорошую оценку, у него, как правило, не формируется четких представлений о том, как «пройденные» методы связываются с основными приемами получения нового знания в любой науке<sup>19</sup>: (а) адекватным построением измерительных процедур; (б) анализом причинных отношений; (в) построением типологий.

---

<sup>19</sup> Мы отнюдь не претендуем на полноту перечня приемов получения нового знания.

Представляется, что для преодоления при разработке учебных планов имеет смысл в первую очередь решать следующие вопросы.

Во-первых, необходимо обеспечение понимания каждым студентом содержательной роли математики, для обеспечения того адекватного моделирования, которым по существу должно быть применение математического аппарата (т.е. для того, чтобы исследователь был «математиком-философом»). Для достижения этой цели представляется целесообразным ставить во главу угла решаемую методическую задачу (измерение, анализ связей, построение типологий).

Чтобы исправить положение, конечно, необходимо, в первую очередь, разъяснять соответствующие методологические аспекты в процессе преподавания методов. Однако этого недостаточно. Вряд ли методологические разговоры будут успешными, если не обеспечено знание студентами достаточно серьезных подходов к анализу данных. Так, вряд ли можно говорить о серьезном решении проблемы измерения, если студент, как это обычно бывает, не осознает, что измерение в социологии отнюдь не всегда связано с числом; что данные могут отличаться от матрицы «объект-признак»; что даже если результатами измерения служат значения какого-то признака, эти значения могут лишь весьма относительно отражать то, что надо исследователю<sup>20</sup>; что часто возникает необходимость выявления т.н. латентных переменных и т.д.

Вряд ли можно говорить об изучении причинно-следственных отношений, если у слушателей представление о них ассоциируется только с парными коэффициентами связи и простейшими регрессионными моделями.

Вряд ли можно учить студентов строить полезные для практики типологии, совокупность известных студенту методов классификации ограничивается алгоритмами из SPSS (алгоритмы CLUSTER и K-means)

Во-вторых, необходимо строить курсы так, чтобы по возможности сократить разрыв между школой и вузом. Для решения этой задачи мы предлагаем строить преподавание по «ступенчатому» принципу: постепенно наращивать знания, начиная с самых простых курсов, даваемых всем студентам в бакалавриате, более сложный материал преподносить студентам «методной» специализации на 4-м курсе бакалавриата (если, конечно, таковая имеется); а

---

<sup>20</sup> Здесь, в частности, причина вызывающего недоумение у студентов факта: установленное с помощью известных методов наличие или отсутствие связи между признаками может определяться тем, каким образом диапазон изменения признака разбит на интервалы. Подчеркнем, что это замечание можно считать продолжением разговора о роли непрерывной переменной в социологии.

введение подобной специализации в каждом вузе, готовящем социологов, представляется нам очень актуальной задачей, поскольку социологов, хорошо владеющих методами, в стране очень мало); еще более сложный курс преподавать в магистратуре (чтобы не мучиться с названием курсов, имеет смысл установить нумерацию; например, см. ниже: методы измерения-1, методы измерения-2, методы измерения-3).

### ***Опыт перестройки образования студентов в области математических методов***

Несколько слов – о том, как эти проблемы решаются на факультете социологии ГУ-ВШЭ.

В соответствии с тремя сформулированными выше пунктами, были пересмотрены учебные планы факультета и введен «ступенчатый» принцип освоения многих методов.

Пересмотр учебных планов состоял в добавлении методологических аспектов в учебные программы отдельных дисциплин и в расширении совокупности читаемых курсов. И на факультете социологии ГУ-ВШЭ этому уделяется особое внимание. Определенное методологической адаптации к потребностям социологии был подвергнут даже курс по математической статистике [49] (в частности, подробно был рассмотрен вопрос о роли типа шкалы, о соотношении процесса выявления причинных отношений с разными методами поиска статистических и не статистических связей и т.д.).

#### *Об измерении.*

Прежде всего было пересмотрено представление о решении проблемы описания. Было учтено, что необходимое для описания измерение может быть осуществлено не только в процессе сбора данных (скажем, непосредственно в процессе опроса респондентов), но и в процессе анализа некоторой предварительно собранной информации. Для всех студентов бакалавриата был введен курс «Многомерное шкалирование (МШ)-1». Он включал традиционные методы шкалирования, в качестве рассматриваемых исходные данные фигурировала матрица близостей или, для моделей развертывания, - ранжировки) (курс отражен в работе [46]. Для студентов специализации «Прикладные методы социологических исследований» были введены дисциплины «МШ-2» (другие виды данных, нетрадиционные алгоритмы [15, 16]; дисциплина введена в рамках курса «Анализ данных-2»), «Методы анализа латентных признаков» (в том числе латентно-структурный анализ Лазарсфельда, SEM), «Методы экспертных оценок». Для магистров, в рамках курса «Современные методы анализа

данных» (по сути являющемся курсом «Анализ данных-3») рассматривался широкий круг методов оцифровки, разбиения диапазона изменения признаков на интервалы. При этом особое внимание обращалось на связь получаемого описания с априорными представлениями социолога о сути изучаемого явления (ср. с описанной в первом разделе исторической ситуацией конца XIX – первой половины XX века, когда слепое заимствование из естественных наук идеи непрерывной переменной серьезно затормозило процесс разработки математических методов эффективного решения многих социологических задач). И в качестве теоретической базы, побуждающей социолога задумываться о проблеме измерения, была взята репрезентационная теория измерений, рассмотренная в некотором обобщенном варианте, допускающем моделирование реальности не только с помощью числовых конструкций. Этот подход, как нам представляется, позволяет внушить слушателю мысль о том, что при измерении надо идти «от задачи», используя, может быть в качестве результатов первичного измерения матрицы близостей (МШ) или, скажем, графы (см. ниже, курсы по сетевому анализу). Соответствующее обобщение идей репрезентативной теории измерений описано в [ , ]. Методологическая основа, дающая возможность творчески использовать идеи этой теории в социологии, закладывается у студентов в результате освоения трех ступеней дисциплины «Методы измерения в социологии» (для всех бакалавров, для бакалавров специализации, для магистров).

#### *Об изучении причинных отношений.*

Прежде всего необходимо отметить введение в курсы по математической статистике и анализу данных-1 методических блоков, посвященных рассмотрению соотношения понятия причины и статистической связи, причины и нестатистической связи (основанной на использовании предположения о невероятностном порождении исходных данных, об индуктивном понимании причины в смысле Д.Юма (1711-1776) и Дж.С. Милля (1806-1873)).

Что касается расширения круга рассматриваемых методов, то отметим введение в рамках специализации (4-й курс бакалавриата) дисциплины «Структурные ковариационные модели в социологии (SEM)» (в рамках курса «Анализ данных-2»), посвященной изучению сложных причинных «цепочек» в разведочном и подтверждающем режимах (курсу отвечает учебное пособие [22]).

#### *Построение типологий.*

Для специализации и магистратуры был введен факультатив «Методы классификации в социологии», включающий в себя рассмотрение широкого круга алгоритмов классификации (в

том числе деревьев решений) с подробным разбором связи элементов формализма с априорным пониманием исследователем искомых типов объектов. Соответствующие методологические соображения в значительной мере были заимствованы из [32].

Кроме того, на решение всех трех методологических задач были направлены факультатив «Теория нечетких множеств и нейронные сети». Как известно, эти методы направлены на анализ своеобразных исходных данных, использование которых опирается на своеобразное видение исследователей исходной ситуации (в основе выбора исходных данных лежат идеи репрезентационной теории измерений).

Для приближения программы к идеям data mining (моделирования человеческого интеллекта) введен курс «Логико-комбинаторные методы анализа данных» [51]. Отметим, что этот курс не опирается на предположение о вероятностном порождении исходных данных.

Введено также несколько курсов, позволяющих студенту понять, как освоенные методы могут использоваться в разных контекстах: «Методы изучения динамики социальных явлений», «Методы оценки качества рекламы».

При построении курса анализа данных для магистров, как мы уже отмечали, было расширено понятие описательной статистики (предполагалось, что для описания объектов исходные признаки можно преобразовать). Введены своеобразные основания классификации методов [47]. Во все учебные программы включаются фрагменты, позволяющие связывать формализм с содержанием, с постановкой аналитической задачи и выбором стратегии ее решения.

Для освоения студентами методов математического моделирования в бакалавриате был введен курс дискретной математики (использовался и в некоторых перечисленных выше методах), курс «Математическое моделирование социальных процессов» с описанием моделей, основанных на разностных уравнениях, графах и т.д., «Непараметрическое моделирование в социологии».

Опыт показал, что указанное расширение учебных планов повысило интерес студентов к методам, увеличило количество желающих изучать методы в магистратуре. В настоящее время речь идет о внедрении в учебный процесс практикума, призванного более фундаментально объединить обучение методам анализа с грамотной постановкой задачи, разработкой программы исследования и методами сбора данных.

### Литература.

1. Алешина Н.А. Вероятностная логика в искусственном интеллекте // Логические исследования, вып.2. М., 1993
2. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып. 1.** М.: Социологический факультет МГУ, 1998. С.29-51
3. Биркгофф Г. Математика и психология. М.: Советское радио, 1977
4. Вернадский, В. И. Очерки и речи // П.: Науч.-техн. отд. ВСНХ РСФСР, 1922. Ч. 2. С. 122
5. Вернадский В.И. Мысли о современном значении истории знаний, 1926 (цит. по: Наука и жизнь, 1980, №8, 1980. С. 55)
6. Витте С.Ю. Воспоминания. Т.1. М.: Изд-во социально-экономической литературы, 1960
7. Волошинов А.В. Пифагор. Союз истины, добра и красоты. М.: Просвещение, 1993
8. Гнеденко Б.В. О статистических методах в социальных науках // Математизация научного знания М.: АН СССР, Научный совет по философским вопросам естествознания. Центральное бюро философских (методологических) семинаров, 1972. С. 50-60
9. Гнеденко Б.В. Чебышев // БСЭ, т.29. м.: Изд-во «Советская энциклопедия, 1978
10. Гриценко В.А., Белосевич Е.В., Артищева Е.К. Математические методы в географии: Учебное пособие. - Калининград: Изд-во КГУ, 1999
11. Гуц А.К., Фролова Ю.В. Математические методы в социологии. М.: ЛКИ, 2007.
12. Давыдов Ю.Н. Идиографический метод // Справочное пособие по истории немарксистской западной социологии. М.: Наука, 1986. С.118-122.
13. Давыдов Ю.Н. Номотетический метод // Справочное пособие по истории немарксистской западной социологии. М.: Наука, 1986. С. 250-252
14. Донцов А.И., Емельянова Т.П. Концепция социальных представлений в современной французской психологии. М., 1987
15. Ермолаев А.В. Методы анализа и визуализации структуры данных о близости // Социология: 4М, 2005, №21. С. 150-171.
16. Ермолаев А.В. Некоторые подходы к анализу несимметричных матриц близости методами многомерного шкалирования. // Математическое моделирование социальных процессов. Вып. 8. М.: КДУ, 2006. С. 183-199.
17. Кайберг Г. Вероятность и индуктивная логика. М.: Прогресс, 1978



18. Колмогоров А.Н. Вероятность // Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия. М.: Научн. Изд-во «Большая российская энциклопедия», 1999. С. 96-97
19. Коченков А.И., Толстова Ю.Н. Идеи латентно-структурного анализа Лазарсфельда в современной социологии // 4М, 2003, №16. С. 127-149
20. Марков А.А. Ответ на заметку П.А.Некрасова // Известия Физико-математического общества при Казанском университете, 2-я серия, 1899, т.9, №3
21. Математические методы в географии. Казань: изд-во Казан. ун-та, 1976
22. Назаров Б.В., Мальцев В.Е. Структурные ковариационные модели в социологии. Учебное пособие. М.: ГУ-ВШЭ, в печати
23. Налимов В.В., Мульченко З.М. К вопросу о логико-лингвистическом анализе языка науки // Математизация научного знания М.: АН СССР, Научный совет по философским вопросам естествознания. Центральное бюро философских (методологических) семинаров, 1972. С. 98-131
24. Некрасов П.А. Общие свойства массовых независимых явлений в связи с приближенным вычислением функции весьма больших чисел // Математический сборник, т.ХХ, 1898
25. Некрасов П. А. Философия и логика науки о массовых проявлениях человеческой деятельности. Пересмотр оснований социальной физики Кетле. М.: Математическое общество, 1902
26. Орлов А.И. Эконометрика. М.: Экзамен, 2006. С. 229-301
27. Поппер К. Мир предрасположенностей. Две новые точки зрения на причинность // Философия и человек. Ч. II. М., 1993
28. Пфанцагель И. Теория измерений. М.: Мир, 1976
29. Самнер Г. Математика для географов. М.: Прогресс, 1981
30. Социологический энциклопедический словарь на русском, английском, немецком, французском и чешском языках. М.: Инфра-М – Норма, 1998
31. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений // Психологические измерения. М.: Мир, 1967
32. Типология и классификация в социологических исследованиях. М.: Наука, 1982
33. Тихомиров П. В. Математический проект реформы социологии. Книга Некрасова П. А. Сергиев-Посад: Свято-Сергиева Лавра, 1903

34. Толстова Ю.Н. К вопросу о преподавании математики студентам-социологам // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып.1** М.: МГУ, 1998. С. 105-116
35. Толстова Ю.Н. Анализ социологических данных. М.: Научный мир, 2000.
36. Толстова Ю.Н. Измерение на разных этапах социологического исследования как ступени моделирования социальной реальности // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып. 2**. М.: МГУ, 2000. С. 9-16
37. Толстова Ю.Н. Концептуальное моделирование предметной области исследования при изучении социальной напряженности // Традиции и современность в социологии. М.: Макс Пресс, 2001. С. 68-85
38. Толстова Ю.Н. Проблема преподавания математики студентам-социологам: проблема и подходы к ее решению. Социс, 2002, №2. С. 111-120.
39. Толстова Ю.Н. Математическое моделирование в теоретической социологии // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып.4**. М.: МГУ, 2002. С.1-19
40. Толстова Ю.Н. Может ли социология «разговаривать» на языке математики? // Социология и математика. Сб. избр. Трудов Ю.Н.Толстой. М.: Научный мир, 2003. С. 168-184 (Социс, 2000, №5. С. 107-116).
41. Толстова Ю.Н. Проблемы преподавания математики студентам-социологам. Продолжение разговора // Социология и математика. Сб. Избранных трудов Ю.Н.Толстой. М.: Научный мир, 2003. С.290-300 (// Математическое моделирование социальных процессов. **Вып.3**. М.: МГУ, 2001. С.44-58).
42. Толстова Ю.Н., Коченков А.И. Использование методов многомерного анализа данных при построении концептуальной модели предметной области социологического исследования // Актуальные проблемы социологической науки и социальной практики. Математическое моделирование социальных процессов. **Вып. 5**. М.: Макс Пресс, 2003
43. Толстова Ю.Н. Математика как средство построения концептуальной модели предмета исследования // Докл II Всерос. социол. конгр. М.: Социол. ф-т МГУ, 2004. С. 210-217
44. Толстова Ю.Н. «Дух» математики как основа научного социологического исследования // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып. 7**. М.: Макс Пресс, 2005. С. 6-27
45. Толстова Ю.Н. Школа – вуз: разрыв увеличивается? // Социс, 2005, №8. С. 107-116.

46. Толстова Ю.Н. Основы многомерного шкалирования. Учебное пособие. М.: КДУ, 2006
47. Толстова Ю.Н. К вопросу о классификации методов анализа социологических данных // Математическое моделирование социальных процессов. **Вып. 9**. М.: КДУ, 2007. С. 101-120.
48. Толстова Ю.Н. Измерение в социологии. М.: КДУ, 2007
49. Толстова Ю.Н. Математико-статистические модели в социологии: Математическая статистика для социологов. М.: ГУ-ВШЭ, 2008
50. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. М.: Мир, 1981
51. Финн В.К. Интеллектуальные системы и общество. М.: URSS, 2006
52. Чубукова И.А. Data mining. М.: Интернет-Университет информационных технологий; БИНОМ; Лаборатория знаний, 2006
53. Чупров А. А. О приемах группировки статистических наблюдений // Известия Санкт-Петербургского политехнического института. 1904. Т. 1. Вып. 1–2.
54. Чупров А.А. Вопросы статистики. М.: Госстатиздат ЦСУ СССР, 1960
55. Чупров А.А. О теории вероятностей и математической статистике (переписка А.А.Маркова и А.А.Чупрова). 1977
56. Carnap R. The logical Foundations of probability. Ch.,1962
57. Henry. N.W.Latent Structure Analysis at Fifty Richmond VA 23284-2014. Baltimore MD, August 11, 1999 // <http://www.people.vcu.edu/>
58. Keynes M. Treatise on probability. L.-N.-Y., 1921
59. Morgan J.N., Messenger R.C. THAID – a Sequential Analysis Program for nominal dependent variables. Ann Arbor: Institute for social reseach, 1973
60. Mueller. R.O. 1996. Basic Principles of Structural Equation Modeling. Springer Verlag, January.
61. Reichenbach H. The Theory of probability. 1949
62. Sonquist J., Morgan J. Searching for Data Structure. Ann Arbor: Institute for social reseach, 1973
63. Sorokin P. Quantophrenia // Sorokin P. Fads and Foibles in Modern Sociology and Related Sciences. Westport, Connecticut: Greenwood Press, Publishers, 1956. P. 102-130
64. Wright G., Ayton P. Subjective probability. N.Y.: John Wiley & Sons, 1994