

СОЦИОЛОГИЯ И ГЕОМЕТРИЯ

ДАВЫДОВ Андрей Александрович - доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института социологии РАН, руководитель научно-исследовательского комитета "Теория социальных систем" Российского общества социологов.

В современной социологии, на наш взгляд, серьезной проблемой является игнорирование достижений других научных дисциплин, в частности, геометрии. В то же время применение геометрии в различных научных дисциплинах оказывается плодотворным для описания, анализа, объяснения и предсказания различных явлений и процессов.

Анализ публикаций в библиографическом указателе Sociological Abstract за период 1985-1997 гг., проведенный автором, показал, что применение геометрии в социологии, в основном, ограничено метафорами ("социальное пространство", "социальная сфера" и т.д.); геометрия так или иначе востребована в социометрии; при изучении социальных сетей (Social Network); пользователей сети Internet, при измерении установок респондентов с помощью графических отрезков и различных шкал "социальной дистанции", при использовании статистических методов анализа социологических данных, в частности, регрессионного, факторного, кластерного анализа и многомерного шкалирования; для наглядного представления эмпирических результатов в виде графиков, а также в некоторых других случаях. В целом, применение геометрии в социологии, особенно в теоретической, пока крайне незначительно. Вместе с тем, важность геометрии понимали классики социологии, например, П. Сорокин рассматривал общество как n -мерное пространство [1, с. 34]. Причины игнорирования социологией геометрии, на наш взгляд, - в доминировании социально-философского подхода и недостаточной подготовке социологов в геометрии.

В статье предпринимается попытка поднять проблемы геометрического подхода в социологии и рассмотреть возможные варианты их решения, выдвигается гипотеза о возможной "геометрии" социальной реальности.

Рассмотрим вначале предпосылки использования геометрии в социологии. Многие социологические понятия, проблемы и закономерности являются геометрическими по своей сути, например, вопрос о числе признаков-координат, необходимом для описания общества и положения в нем индивида. Во многих известных социологических закономерностях используется геометрическое понятие "расстояние" между индивидами, социальными системами [2]. В социологии существует достаточно большое число нерешенных теоретических проблем, которые требуют применения этого понятия. Как ответить, например, на вопросы: Россия ближе к Востоку или Западу? Насколько Россия за годы перестройки приблизилась к другим странам мира (удалилась от них)?

С нашей точки зрения, использование геометрии поможет решить названные проблемы, и основания для этого следующие. Достоинство геометрии в том, что она базируется на синтетическом мышлении, идущем от целостного наглядного представления, которое позволяет охватить сложный, непрерывный объект с помощью небольшого числа геометрических характеристик. В ряде естественнонаучных дисциплин накоплен большой опыт применения геометрии, что позволяет воспользоваться полученными результатами как эмпирически проверяемыми гипотезами. Современная геометрия представляет собой разветвленную дисциплину, которая включает аналитическую, дифференциальную, алгебраическую, комбинаторную, топологическую,

фрактальную и другие геометрии, в рамках которых получено множество интересных результатов, пока не использующихся в социологии.

Применение геометрии в социологии направлено на изучение пространственно-подобных отношений в социальной реальности. Что представляют собой такие отношения? Интуитивно понимается, что люди, страны мира, социальные события могут быть ближе или дальше относительно друг друга. Данные отношения являются не пространственными в географическом смысле, а пространственно-подобными, т.е. похожими на обычные пространственные. Таким образом, целью геометрического подхода в социологии становится изучение пространственно-подобных отношений в социальной реальности.

Из геометрии известно, что для изучения пространственно-подобных отношений необходимо задать точку, количество признаков-координат точки (размерность) и правило измерения расстояний между точками [3].

Точка. Определение точки важно в теоретическом смысле, поскольку в геометрии под пространством понимается множество точек [3]. Иными словами, определив точку, мы тем самым геометрически определяем социальное пространство. Сразу возникает теоретическая проблема - что считать точкой? Очевидно, что ответ на данный вопрос связан с представлением о более неделимых элементах социальной реальности. Однако в социологии существуют два различных представления о социальной реальности.

Социальная реальность как результат взаимодействия индивидов. Здесь постулируется, что исходными элементами социальной реальности являются индивид, его характеристики и социальные действия. В социологии данный подход называют социологическим номинализмом.

Социальная реальность как результат деятельности надиндивидуальных социальных целостностей. Здесь основными элементами выступают такие надиндивидуальности, как общество, социальная система, нация, цивилизация и т.д., несводимые к взаимодействию отдельных индивидов. Данный подход обозначают как социологический реализм.

Если допустить, что данные подходы имеют право на существование, то можно выделить два социальных подпространства, которые условно назовем "микрподпространство" и "макрподпространство"; в совокупности они определяют социальное пространство.

Размерность. Как мы уже отмечали, под размерностью в геометрии понимается количество признаков - координат точки в пространстве. В теоретической социологии до сих пор не решен вопрос о необходимом и достаточном количестве признаков - координат положения индивида в социальном микрподпространстве и положения социальной надиндивидуальности в социальном макрподпространстве. По мнению автора, "точка" может быть описана следующим необходимым набором признаков — координат: название точки, время, одна ведущая характеристика точки, которую мы абстрактно назовем "социальностью", и величина данной характеристики. При данном подходе необходимое количество признаков координат в социальных макро- и микрподпространствах может быть равно четырем. Вопрос о достаточном количестве признаков - координат пока остается открытым.

Правило определения расстояний. Для выявления правила измерения "расстояний" между "точками" рассмотрим эмпирически наблюдаемые геометрические свойства выделенных нами социальных подпространств. Многие социальные явления изменяются скачками (дискретно), минуя промежуточные значения. Например, выборы проходят раз в четыре года, скачкообразно изменяются курсы валют, акций и т.д. Иными словами, в социальной реальности имеются области, в которые не попадают величины некоторых социальных показателей. В социальной реальности движение "точки" может осуществляться не произвольно в любом направлении, а только в направлении возрастания времени. Социальные закономерности зависят от времени, а положение в социальном подпространстве приводит к различным закономерностям в

деятельности индивидов и стран мира. Наблюдаемые эмпирические факты означают, что социальные микро- и макроподпространства геометрически неоднородны. Наглядной аналогией здесь могут служить горы, где длина пешеходного маршрута между двумя вершинами зависит от рельефа местности, который изменяется с течением времени, и различных ограничений на маршруте, например, наличия пропасти. К сожалению, мы пока практически не знаем "рельефа" и закономерностей его изменения в социальных подпространствах. В известных правилах измерения расстояний, например, функции Евклида, Манхэттена (city-block), Минковского, Чебышева, Махаланобиса, Лобачевского и Римана [4-6], данное обстоятельство учитывается не в полной мере и, соответственно, их использование в социологии приводит к искажению реальных социальных расстояний. Введение различных постоянных "весов" для координат точки в функции Минковского, которая включает в себя функции Евклида и Манхэттена, не снимает проблему, поскольку из-за неизвестности "рельефа" социального пространства назначение "весов" трудно обосновать, кроме того, из-за неоднородности социальных подпространств "веса" координат будут изменяться в зависимости от области подпространства и времени.

Краткое рассмотрение определения "точки", признаков-координат "точки" и правил измерения расстояний между "точками" показывает явную недостаточность наших знаний о пространственно-подобных отношениях в социальной реальности.

Предпримем попытку приблизиться к выявлению возможной "геометрии" социальной реальности. Если исходить из постулата, что общество, природа и мышление являются взаимосогласованными частями целого, то геометрии природы, общества и мышления должны иметь некоторые сходства между собой. В современных физических теориях объективное пространство представляют как неоднородное риманово пространство, имеющее 4, 5, 6 и больше пространственно-временных измерений, обладающее переменной кривизной, зависящей от распределения масс и времени [7]. В психологии эксперименты показывают, что в субъективном психологическом пространстве индивида кривизна субъективного пространства, число координат и правила измерения расстояний изменяются в зависимости от различных характеристик оцениваемых объектов, субъектов и методической процедуры измерения расстояний. В настоящее время многие психологи используют для описания субъективного психологического пространства риманову геометрию [см.: 8]. Как было показано выше, социальное пространство также геометрически неоднородно. В этой связи можно выдвинуть гипотезу о том, что пространственно-подобные отношения в социальной реальности похожи на некоторые отношения в римановом пространстве неоднородного типа. Если она справедлива, то в социальной реальности могут наблюдаться некоторые геометрические закономерности, похожие на таковые в природе. В этой связи рассмотрим несколько примеров, которые свидетельствуют в пользу выдвинутой нами гипотезы.

В экологии широкое распространение получила теория экологической "ниши", основанная на геометрии, под которой понимается некоторое абстрактное пространство, т.е. весь диапазон условий, при которых живет и воспроизводит себя популяция [9-10]. Каждая популяция занимает некоторый объем (нишу) в данном пространстве. В теории экологической "ниши" убывающая геометрическая прогрессия между численностью видов интерпретируется следующим образом. Размеры экологической ниши вида определяются последовательностью захвата определенными видами частей ниши. Иными словами, менее удачливые виды занимают ту часть ниши, которая осталась от более удачливых, т.е. имеет место перехват ниши. Исследования, проведенные автором [11], показывают, что в социальной реальности часто наблюдаются числовые последовательности, которые могут быть приближенно описаны геометрической прогрессией. Следовательно, имеются основания предполагать, что в социальном пространстве также имеет место перехват ниш между индивидами и социальными системами.

В последние годы получила распространение фрактальная геометрия, разработанная Б. Мандельбротом [12]. Она основывается на геометрическом понятии подобия, которое обозначает наличие у геометрических фигур одинаковой формы, независимо

от их размеров. Фрактал - это сложный пространственный объект, между частями которого существует подобие. Основная характеристика фрактала - его размерность, которая обозначает меру сложности. В качестве примера фрактального объекта может служить горный пейзаж. В отличие от традиционной геометрии, где размерность может принимать только целочисленные значения, фрактальная размерность может быть дробным числом. Фрактальная геометрия демонстрирует один из фундаментальных принципов, который может быть полезен при изучении пространственно-подобных отношений в социальной реальности. А именно: небольшое количество параметров, взаимодействие между которыми жестко детерминировано, обуславливает множество чрезвычайно сложных объектов. Иными словами, за кажущейся сложностью и непредсказуемостью социальных процессов и явлений может лежать небольшое число простых законов. В настоящее время фрактальная геометрия широко используется в теории самоорганизации, в различных естественнонаучных дисциплинах, где измерены фрактальные размерности строения и динамики различных природных объектов. Так, фрактальная размерность береговой линии Норвегии равна 1,52, речной сети США - 1,83, Броуновской модели случайного блуждания - 1,5, топографических профилей Земли - 1,5 [см.: 12, 13]. Наши исследования [11] позволяют предполагать, что фрактальная размерность социального макропространства наиболее вероятно заключена в интервале 1,237-2,236, а в среднем равна 1,618, что соответствует так называемому "золотому сечению", широко известному в науке и искусстве. Сравнение полученных нами результатов с фрактальной размерностью различных природных объектов показывает, что между ними нет больших различий. Следовательно, имеются основания предположить, что в обществе и природе действуют похожие принципы фрактальной геометрии.

В экономической географии широко используется модель центральных мест Кристаллера, согласно которой пространственное распределение городов и рыночных зон описывается ячеистой структурой, состоящей из шестиугольников [см.: 14, с. 418]. Данная ячеистая структура является самоподобной, т.е. сохраняет свою структуру при изменении размеров. Замечено, что в природе также широко распространены пространственные самоподобные ячеистые структуры, состоящие из многоугольников с различным числом сторон. Это относится к распределению галактик во Вселенной, геологическому строению Земли, строению географических, биологических и других объектов. Если исходить из наблюдаемого сходства фрактальной геометрии природы и общества, то имеются основания выдвинуть гипотезу, что в социальном пространстве также могут наблюдаться ячеистые самоподобные структуры. Если миграционные, финансовые, транспортные и другие потоки между странами мира графически представить на плоскости, мы получим ячеистую структуру, состоящую из треугольников. Многочисленные исследования малых социальных групп также демонстрируют ячеистую структуру межличностных коммуникаций при графическом изображении их на плоскости.

Приведенные примеры показывают, что в социальном пространстве некоторые геометрические характеристики похожи на геометрические характеристики в субъективном психологическом и физическом пространствах. Таким образом, можно признать право на существование гипотезы, согласно которой социальное пространство похоже на неоднородное риманово пространство. Показать, в какой степени похоже - задача эмпирической социологии.

Для решения данной задачи перспективным, по мнению автора, представляется использование так называемой внутренней геометрии [3]. Внутренняя геометрия изучает только такие свойства фигур, которые могут быть получены при помощи измерений расстояний на самой фигуре. Таким образом, какая-либо фигура с точки зрения ее внутренней геометрии рассматривается как некоторое пространство само в себе. Данный подход соответствует наблюдаемой геометрической неоднородности социального пространства, принципам римановой геометрии и представляется исключительно важным для теоретической социологии, поскольку позволяет избежать

Численность населения (млн. чел)

Регион	1970	1980	1990
Африка	364	476	633
Америка	509	610	718
Азия	2147	2642	3186
Европа	656	693	722
Океания	19,3	22,7	26,4

Источник: [16].

многих проблем определения точки, размерности и правил измерения расстояний, которые мы рассматривали выше. Особо подчеркнем, что построение различных "фигур" преследует две цели. Во-первых, выявление закономерностей пространственно-подобных отношений в социальной реальности. Во-вторых, наглядное и простое представление и анализ больших массивов социологической информации, которое существенно отличается от традиционно используемого в социологии подхода на основе математической статистики. Для этой цели можно использовать обширный арсенал методов из различных разделов современной геометрии, например, дифференциальной, фрактальной геометрий и т.д., реализованных в различных специализированных компьютерных пакетах по математике и геометрии, например, в MathLab. Кратко рассмотрим некоторые простые примеры использования внутренней геометрии в эмпирической социологии.

В динамике различных социальных процессов (экономических, политических, культурологических и т.д.) наблюдаются циклы (повторяемость) [15]. Исходя из принципов внутренней геометрии, каждый социальный процесс можно рассматривать как пространство, где в качестве "точек" выступают наблюдения. Из геометрии известно, что цикличность может иметь место только в пространстве Римана постоянной положительной кривизны, которое конечно по площади и объему, имеет конечное число точек, т.е. замкнуто [3]. Следовательно, временные ряды, где наблюдается цикличность, являясь, с точки зрения внутренней геометрии, пространством Римана положительной кривизны.

Если временной ряд не содержит циклов, т.е. величина количественного показателя монотонно возрастает или убывает с течением времени, то данные временные ряды могут быть только пространствами Евклида и Лобачевского [3]. Данные пространства безграничны по площади и объему и могут содержать бесконечное число точек. Таким образом, использование внутренней геометрии позволяет осуществить типологию различных социальных процессов на новом, геометрическом основании и получить содержательную информацию о геометрических свойствах каждого типа. Если все наблюдаемые социальные процессы расклассифицировать по данным типам, то можно на эмпирическом основании ответить на ряд фундаментальных теоретических вопросов, например, конечна или бесконечна социальная реальность?

Рассмотрим теперь несколько наиболее простых примеров задания возможных геометрических "фигур" и геометрических характеристик на основе таблицы.

На рисунке 1 представлены значения из таблицы в виде графика с проекциями. Таким образом мы получили "четырёхугольники", "площади" которых можно измерить. Величина "площади" может выступать в качестве индекса для "сжатия" больших объемов социологической информации.

Построение других "фигур" на основе таблицы легко продолжить, например, используя радиус-вектор. Напомним, что радиус-вектор - это вектор, идущий в точку пространства из некоторой заранее фиксированной точки. На рисунке 2 представлены "треугольники" ABC и ACD , образованные радиусом-вектором и динамикой численности населения в Азии из таблицы. Далее можно вычислить "площади" "треуголь-

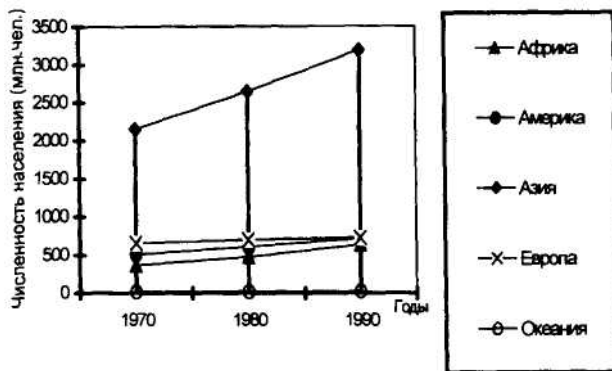


Рис. 1. Динамика численности населения регионов мира с проекциями

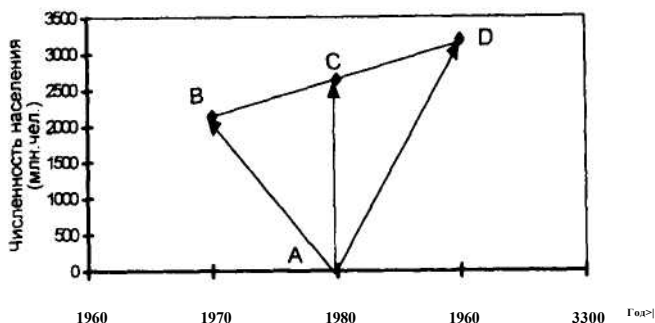


Рис. 2. Динамика численности населения Азии с радиусом-вектором

ников", "углы", "центр тяжести" треугольника, радиус вписанной окружности, т.е. использовать известные метрические соотношения между элементами треугольника для получения нового знания о пространственно-подобных отношениях в социальной реальности. Например, на рисунке 2 изображены два треугольника ABC и ACD . Вычисления показали, что их площади равны $S(ABC) = S(ACD) = 13210$. Таким образом, на данном временном периоде просматривается аналогия со вторым законом Кеплера (законом площадей) в астрономии, согласно которому радиус-вектор планеты за одинаковые промежутки времени описывает равные площади.

На рисунках 1 и 2 мы использовали прямоугольную декартову систему координат. Дополнительную геометрическую информацию о социальном процессе может дать использование других систем координат. Например, на рисунке 3 представлена динамика численности населения Европы из таблицы, в цилиндрических координатах. Использование цилиндрических координат позволяет представить эту динамику в виде пространственной кривой и вычислить величину ее кручения. Исходя из принципов внутренней геометрии, данный социальный процесс можно рассматривать как одномерное пространство, состоящее из трех точек, с определенной длиной, кривизной и кручением. В этой связи отметим, что эти характеристики позволяют осуществить типологию различных социальных процессов и находить зависимости между данными характеристиками.

Если значения в таблице интерпретировать как "горный пейзаж" (рис. 4), то тогда можно находить длину маршрута (расстояние) между "вершинами" a и b с помощью следующего правила измерения расстояния (1-2).

$$s(a,b)_{\min} = \min\{Si(a,b)\} \quad i = 1,2,\dots,n, \quad (1)$$

где $s(a, b)_{\min}$ - минимальный маршрут между точками a и b ,

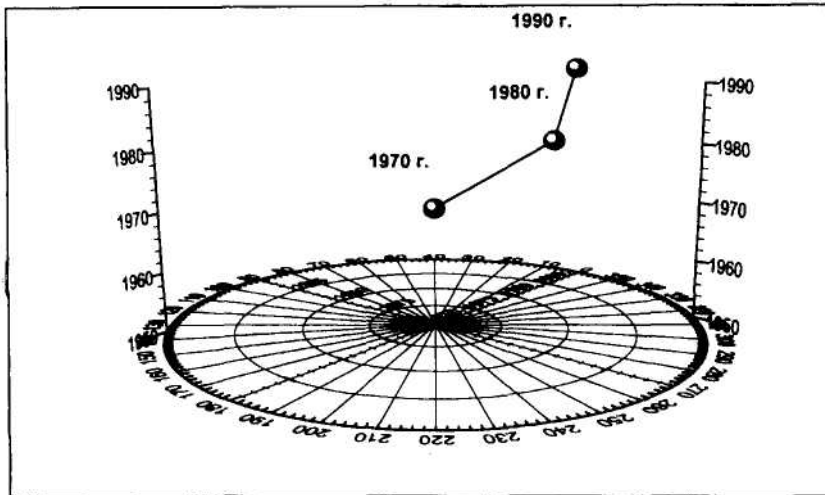


Рис. 3. Динамика численности населения Европы в цилиндрических координатах

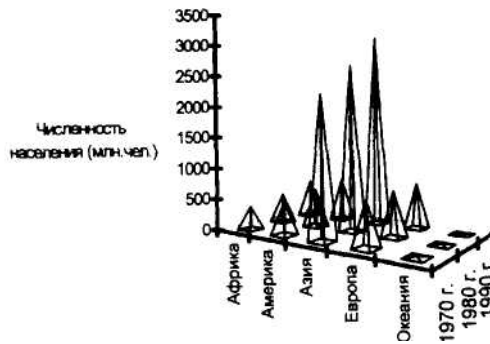


Рис. 4. Динамика численности населения регионов мира в виде "горного пейзажа"

n – количество маршрутов между точками a и b .

Длина маршрута вычисляется по формуле (2)

$$s(a, b) = \sum_{i=1}^n |h_i - h_{i+1}| \quad (2)$$

где h_i - "высота" в точке i ,

h_{i+1} - "высота" в соседней точке на маршруте.

Если порядок строк не играет содержательной роли, то при вычислении $s(a, b)_{\min}$ можно менять местами строки таблицы. Расстояние между двумя точками определяется с учетом прохождения промежуточных точек (значений). Здесь уместна следующая аналогия. При пешеходном маршруте в горах, когда между двумя вершинами нельзя перелететь по воздуху, необходимо сначала преодолеть ряд промежуточных вершин, дойти до подножья нужной вершины, а затем на нее подняться. Сумма абсолютных разностей "высот" на маршруте и будет расстоянием между двумя вершинами. Например, кратчайшее расстояние между точкой "Численность населения в Океании в 1970 году" и точкой "Численность населения в Европе в 1990 году" из таблицы, вычисленное по формулам (1-2), будет следующим $s(Океания_{1970}, Европа_{1990})_{\min} = 653,6$.

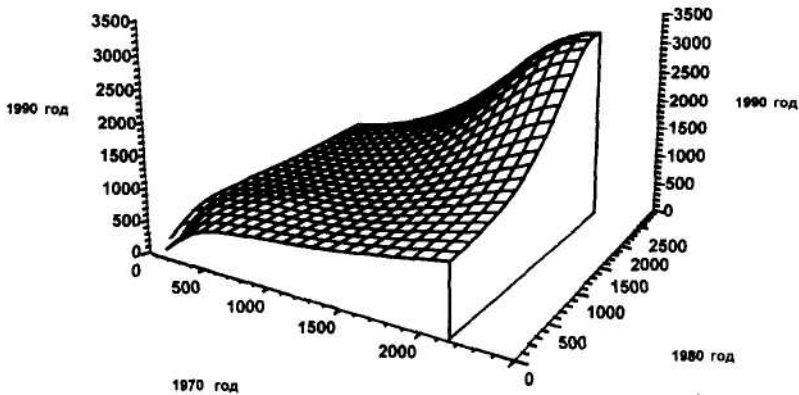


Рис. 5. Динамика численности населения регионов мира в виде поверхности

Если из содержательных соображений допускается, что между значениями в ячейках таблицы нет "пустот", то тогда таблицу геометрически можно представить как "поверхность". В качестве примера представим значения из таблицы как "поверхность" на рисунке 5.

Далее, по известным формулам дифференциальной геометрии можно измерить кривизну в каждой точке, главные и среднюю кривизны данной поверхности, наименьшую длину кривой между двумя точками и т.д.

Рассмотрение некоторых простых примеров использования внутренней геометрии для представления и анализа социологических данных показывает, с точки зрения автора, перспективность данного подхода для выявления пространственно-подобных закономерностей в социальной реальности, наглядного и простого представления и анализа больших массивов социологических данных. У читателя может сложиться впечатление, что в геометрии уже все разработано и единственная задача социолога - применить то, что уже известно. Однако пример создания теории относительности демонстрирует, что исходя из задач физики, пришлось существенно расширить геометрические представления о римановом пространстве, ввести понятие расслоенного пространства и т.д. [9].

В заключение предпримем попытку перечислить основные, на наш взгляд, задачи геометрического подхода в социологии, решение которых позволит значительно продвинуть наши представления о пространственно-подобных закономерностях социальной реальности.

Задача 1. Эмпирический выбор геометрии, которая наилучшим образом описывает пространственно-подобные отношения в социальной реальности.

Задача 2. Измерение геометрических характеристик пространственно-подобных отношений в социальной реальности, в частности, измерение "расстояний", выявление существующих геометрических "фигур", измерение их геометрических характеристик и выявление принципов расположения данных "фигур" в социальной реальности.

Задача 3. Выявление закономерностей между геометрическими характеристиками, между геометрическими характеристиками и временем, между пространственно-подобными закономерностями и другими свойствами и отношениями в социальной реальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокин П. Система социологии. Т. 2. М.: Наука, 1993.
2. Collins R. Theoretical Sociology. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 1988.
3. Математическая энциклопедия. М., 1984.

4. *Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д.* Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989.
5. *Дюран Б., Оделл П.* Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977.
6. *Терехина А.Ю.* Анализ данных методами многомерного шкалирования. М.: Наука, 1986.
7. *Розенталь И.Л.* Геометрия, динамика. Вселенная. М.: Наука. 1987.
8. *Давыдов А.А.* Респондент как источник информации. М.: ИСАН, 1996.
9. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980.
10. *Пианка Э.* Эволюционная экология. М.: Мир, 1981.
11. *Давыдов А.А.* Модульный анализ и конструирование социума. М.: ИСАН, 1994.
12. *Mandelbrot B.* The Fractal Geometry of Nature. N.Y.: Freeman, 1983.
13. *Turcotte D.* Fractals and chaos in geology and geophysics. N.Y.: Cambridge Univer. Press, 1992.
14. *Хаггем П.* География: синтез современных знаний. М.: Прогресс, 1979.
15. *Sorokin P.* Social and Cultural Dynamics. V. 2. N.Y.: Bedminster Press, 1963.
16. Demographic Yearbook. N.Y., UN, 1996.