Глава IV
КЛАССИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕР ПО УРОВНЮ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ

При изучении статистических мер в предыдущих главах мы рассматривали типы шкал, для которых предназначена мера и условия ее применимости. Сведем теперь эту информацию в единую классификационную схему. Предлагаемая классификация статистических мер по уровням измерения предназначена для того, чтобы облегчить социологу выбор меры, соответствующей полученному им эмпирическому материалу.

Определив тип использованных шкал, исследователь находит соответствующую клетку в приведенных классификационных схемах и определяет меры, допустимые для данных типов шкал. В клетке классификационной таблицы приведено несколько мер для одной и той же ситуации. Например, при изучении связи между двумя номинальными признаками используются коэффициенты C, T, T_c и др. Иногда мы даем рекомендации по использованию тех или иных статистических мер (либо в этой главе, либо в главе, где вводилась эта мера), но в некоторых случаях такие рекомендации не даны. Это объясняется недостаточной изученностью вопроса о соотношении между различными статистическими мерами, об их достоинствах, недостатках и типичных ситуациях, в которых их применение наиболее целесообразно[1]. Сам факт использования нескольких мер для одной и той же ситуации говорит о несовершенстве теоретических оснований, используемых для выбора мер.

[159]

По-видимому, имеет смысл рассчитывать все подходящие меры: совпадение результатов, полученных с помощью различных мер, свидетельствует о надежности сделанных выводов. При современной технологии организации обработки социологической информации (гл. VII) это не может сколько-нибудь существенно увеличить временные затраты на обработку. Вообще следует отметить, что встречающиеся в литературе рекомендации по выбору мер статистического анализа, основанные на соображениях удобства расчета, во многом утрачивают свою роль: использование вычислительной техники практически нивелирует различия в сложности расчетов для подавляющего большинства рассмотренных нами показателей.

Из других оснований для выбора статистических мер отметим степень их распространенности: использование распространенных мер повышает возможность сопоставления.

Рассмотрим вкратце основные типы шкал и соответствующие им меры.

Номинальные шкалы

Этот тип шкал представляет собой самый слабый уровень измерения. Такую шкалу называют «примитивной формой» (С. С. Стивенс), «псевдошкалой, которая сама по себе ничего не измеряет» (В. А. Ядов). Тем не менее даже эти самые слабые шкалы позволяют применить довольно значительное число математических процедур для обработки эмпирических данных.

Если рассматривать принадлежность к классу как некоторое свойство, то классы можно интерпретировать как варианты признака. Класс с наибольшей частотой называется модальным. Для номинальных шкал сохраняет смысл понятие «процент».

Мода — единственный вид средней, применимый для номинальных шкал: для этих шкал теряет смысл понятие медианы, ибо медиана — свойство упорядоченного ряда; так как в

[1] Перспективным направлением в изучении мер является сравнительное исследование их поведения путем моделирования таблиц и проведения экспериментов на ЭВМ *(Елисеева И. И., Рукавишников В. О.* Группировка, корреляция, распознавание образов. Аi., 1977, с. 102— 117), но эти исследования не дали пока еще надежных рекомендаций по выбору мер, соответствующих изучаемой ситуации.

отсутствии упорядоченности теряет смысл отклонение, нельзя использовать среднее арифметическое, дисперсию. И если роль среднего может играть мода, то в качестве своеобразной меры дисперсии можно использовать нормированную энтропию E (§ 7, гл. II). Другой мерой вариации может служить величина α_k, рассмотренная в § 4 гл. I.

Для изучения связей между признаками, измеренными с помощью номинальных шкал, используется критерий Пир-

[160]

сона χ^2, базирующиеся на нем коэффициенты *C, T, T_c* и δ-мера (§ 1,2 гл. II). Коэффициенты *C* и *T,* как указывалось ранее, для некоторых типов таблиц не достигают единицы. Этот недостаток устранен в коэффициенте Крамера T_c. Наиболее распространенным из них у нас в стране является, пожалуй, коэффициент Чупрова *T.* Для изучения направленных связей используется коэффициент Гудмана *g,* энтропийная мера связи λ и модульный Δ-коэффициент (§ 8 гл. II). Для таблиц 2 х 2 используются коэффициенты ассоциации и контингенции. Если один из признаков измерен с помощью дихотомической номинальной, а второй с помощью порядковой или метрической шкалы, то используются бисериальные коэффициенты корреляции. Для изучения связей между признаками, измеренными с помощью шкал разных уровней, используются меры для более низкого уровня.

Порядковые шкалы

Так как числа, приписанные пунктам порядковой шкалы, отражают отношения равенства (неравенства) попадающих в эти пункты объектов, то для этих шкал, очевидно, применимы все меры, допустимые для номинальных шкал. Сверх того, числа отражают теперь отношения порядка, следовательно, появляются и новые меры. Среди них медиана - позиция, находящаяся в середине ранжированного ряда. При монотонных преобразованиях медианный объект не меняет своего «среднего» положения, хотя и меняется число, описывающее эту позицию. Медиана выступает здесь в качестве показателя средней (центральной) тенденции.

В случае шкал порядка мы, фактически, знаем лишь ранги (последовательность), которые определяют относительную интенсивность качества, но не абсолютную величину его. Теперь не имеет смысла сравнивать интервалы. Поясним это примером. Пусть для объектов *A, B* и *C* имеет место: $X(A) = 1$, $X(B) = 3$, $X(C) = 7$. Ясно, что при этом $X(C) - X(B) > X(B) - X(A)$. После монотонно возрастающего преобразования $X \rightarrow X' = \varphi(X)$ такого, что $X'(A) = 2$, $X'(B) = 10$, $X'(C) = 14$, имеем $X'(C) - X'(B) < X'(B) - X'(A)$, т.е. обратное соотношение. Таким образом, строго говоря, статистика, основанная на использовании отклонений (*M*, σ, *D*), не должна

[161]

использоваться при обработке порядковых шкал[2]. Аналогом *M* теперь являются мода и медиана, а аналогом *D* – энтропия и квантили. Пожалуй, следует лишь указать, что в случае, когда при вычислении квантилей приходится прибегать к интерполяции, мы «несколько выходим за пределы экспериментальных свойств шкалы»[3], так как трактуем разность соседних позиций как расстояние. Однако это обстоятельство не приводит к существенным ошибкам и использование квантильной меры более законно, чем, скажем, обычной дисперсии.

Мы уже отмечали, что вычисляя коэффициент ранговой корреляции Спирмена ρ, исследователь использует информацию, которой не располагает (равенству ранговых интервалов,

[2] Нарушение подобных правил встречается нередко. И не только в социологии. Так, вычисление «средних» баллов успеваемости класса, школы и т.д., фигурирующие в отчетах рай-, гор- и облоно, уязвимо и с точки зрения измерения (выход за пределы свойств шкалы порядка)

[3] *Решлен М.* Измерение в психологии.— В сб.: Экспериментальная психология. М., 1966, с. 211.

вообще говоря, не отвечает равенство интервалов значений признака). Коэффициент ρ не является мерой, которую – при строгом подходе – можно применять для порядковых шкал. Коэффициент Кендэла, базирующийся на отношениях типа «больше - меньше», выполнимость которых обеспечена эмпирически самой процедурой построения порядковой шкалы, является обоснованной мерой связи между признаками.

Для порядковых шкал можно применять также γ-коэффициент Гудмана, *d*-коэффициент Сомерса и некоторые другие статистические меры.

Интервальные шкалы

Для этих шкал применимы все меры, допустимые для номинальных и для порядковых шкал, которые были рассмотрены выше. Но появляются, конечно, и новые. В частности, в качестве среднего можно вычислить *M,* а для описания вариации - σ.

Рассмотрим объекты А, В и С, которым сопоставлены некоторые числа $X(A)$, $X(B)$ и $X(C)$ в шкале интервалов. Очевидно, имеет смысл, например, утверждать, что $X(A) > X'(B)$, так как и после допустимого преобразования $X \to X' = aX + b(a > 0)$ мы имеем $X'(A) > X'(B)$, что

[162]

вытекает из известных свойств неравенств. Однако утверждения типа $X(A) + X(B) > X(C)$ уже оказываются, вообще говоря, лишенными смысла. Действительно, после допустимого преобразования имеем неравенство $X(A) + X(B) + b/a > X(C)$, которое истинно для одних *a b* и ложно для других.

Любопытно, что средние значения сравнивать можно. Действительно, рассмотрим две группы: 1) $A_i(i = \overline{1,N})$ и 2) $B_j(j = \overline{1,L})$.

Неравенство

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X(Ai) > \frac{1}{L}\sum_{j=1}^{L} X(Bi) \qquad \text{(IV, 1,1)}$$

выполняется и после допустимых преобразований. В самом деле, соотношение

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[aX(Ai)+b] > \frac{1}{L}\sum_{j=1}^{L}[aX(Bi)+b]$$

или

$$\frac{a}{N}\sum_{i=1}^{N} X(Ai) + b\frac{N}{N} > \frac{a}{L}\sum_{j=1}^{L} X(Bi) + b\frac{L}{L}$$

выполняется тогда и только тогда, когда выполняется (IV, 11). В данном случае имеет смысл сравнение отношений разностей значений чисел, приписанных объектам: очевидно, что

$$\frac{X(A)-X(B)}{X(C)-X(D)} = \frac{X'(A)-X'(B)}{X'(C)-X'(D)},$$

т.е. сохраняются отношения разностей, или интервалов. Это свойство и дает название шкале.

Заметим (пока формально), что если b=0, то при прежнем условии а > 0 имеет смысл не только сравнение интервалов или средних, но и сравнение типа $X(A) + X(B) > X(C)$, так как при преобразовании $X \to X' = aX$ сохраняется указанное неравенство. При этом свойством сохранения обладает и отношение:

$$\frac{X(A)}{X(B)} = \frac{X(C)}{X(D)},$$

так как оно (отношение) не изменяется при допустимом преобразовании

$X \to X' = aX\ (a>0)$

[163]

Для изучения связей чаще всего используется коэффициент парной корреляции *r*. Иногда вместо *r* рассчитывается коэффициент ранговой корреляции ρ более удобный тем, что он представляет собой статистику, свободную от распределения, т.е. оперирование с этой величиной не требует каких-либо предположений о форме распределения *X* и *У*[4]. Кроме мер для номинальных и порядковых шкал, используются также коэффициенты частной и множественной корреляции и корреляционное отношение η. Как отмечалось, последний коэффициент обладает тем преимуществом, что позволяет оценивать тесноту не только прямолинейных, но и криволинейных связей.

Шкалы отношений

Это уже рассмотренный нами случай *b*=0. Для таких шкал допустимо вычисление всевозможных статистических мер. Отметим среди новых коэффициент вариации, среднее геометрическое и т.д. Разумеется, эти меры применимы для любых количественных признаков, используемых в социологии (возраст, стаж, заработная плата и т.д.), но не могут быть использованы для качественных признаков.

Так как с повышением уровня шкалы круг допустимых статистических мер расширяется, при переходе к шкале более высокого уровня обычно особое внимание сосредоточивают на «новых» мерах. Однако следует подчеркнуть, что в конкретной ситуации «старые», т.е. применимые и на более низком уровне измерения, меры могут быть более эффективными, чем «новые». Вспомним пример 3 (§ 3 гл. I). Рассматриваемый признак – доход – является количественным, следовательно, возможно вычисление метрического среднего *М,* которое оказывается достаточно большим, но фиктивным, так как изучаемая совокупность была слишком разнородной. Использование мер более низкого уровня – *Me* и *Мо* - позволило лучше понять ситуацию. Это нужно иметь в виду, выбирая статистические меры в каждом конкретном случае.

Приведем сводную таблицу. Ее подлежащим является тип шкалы, сказуемыми – последовательно-базовые эмпирические процедуры построения шкалы, допустимые пре-

[164]

Таблица 35.

Классификация статистических мер по уровню измерения

Тип шкалы	**Базовая эмпирическаяп роцедура**	**Допустимые преобразования чисел**	Статистические меры		
			центральной тенденции	**вариации**	**связи**
Номинальная	Установление отношения равенстваобъекто в ↓	$X \to X' = f(X)$, где $f(X)$ – закон взаимно-однозначногосоответ-ствия	%*Мо* ↓	$\varepsilon\alpha_k$ ↓	Q CTT_c $\lambda\delta$ Δg ↓
Порядковая	Установление отношения последова-тельности объектов ↓	$X \to X' = \varphi(X)$, где φ(X) — монотонно-возрастающая функция	квантили *Me* ↓	квантильные отклоне-ния ↓	τ парный и частные τ_b, τ_c и d_γ ↓

[4] *Кендалл М. Дж., Стьюарт А.* Статистические выводы и связи. М., 1973, с. 637.

Интервальная	Установление равенства интерваловмежду парами объектов	$X \to X' = aX + b$ $(a>0)$	M	σ C_v	r (парный и частные) ρRη
	↓		↓	↓	↓
Отношений	Установление отношения равенстваотношений паробъектов	$X \to X' = aX(a>0)$	G		
			и любые другие статистические меры		

[165]

образования чисел, не меняющие их (чисел) свойств; статистические меры (средние, вариации, коэффициенты связи).

Примечания:

1. Для построения шкалы данного типа, кроме операции, указанной в соответствующей строке, должны быть эмпирически реализованы операции всех предшествующих типов шкал.

2. Группы преобразований чисел для шкал данного типа входят в группы преобразований шкал всех предшествующих типов, но не наоборот.

3. Для шкал данного типа можно обоснованно применять статистические меры шкал всех предшествующих типов, но нельзя применять меры шкал последующих типов.

Данные положения отражены на схеме с помощью соответствующих стрелок.

Приведем теперь таблицу коэффициентов связи для признаков, измеренных с помощью шкал различных уровней (учитывая, что для интервальных шкал и шкал отношений используются одни и те же меры).

Таблица 36.

Уровни измерения и меры связи между признаками

Тип шкалы X	Тип шкалы V		
	Номинальная	Порядковая	Метрическая (интервальная и шкала отношений)
Номинальная	Φ Q C T T_c — g_{yx} g_{xy} δ Δ λ_{yx} λ_{xy} ↓	→ — $r_{\rho b}$	→ r_{rb} η_{yx}
Порядковая	—	→ — τ γ $d_{yx} d_{xy}$	→ η_{yx}
Метрическая	↓ η_{xy}	↓ η_{xy}	↓ r ρ R

В клетках таблицы, представляющих пересечение строк (уровень измерения признака *X)* и столбцов (признака *Y),* приводятся соответствующие статистические меры связи. Так, на пересечении второй строки (признак *X* — порядковый) и третьего столбца (признак *Y* - метрический) указаны меры связи номинальных и порядковых (с помощью стрелок), порядковых и порядковых шкал, а также η_{yx}, ибо *Y* — метричен. Заметим, что использовать η_{xy} в данной ситуации нельзя, так как неметричен признак *X*.

[166]