

ДИСКУССИИ

НЕАДДИТИВНОСТЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

© 2000 г. С. Д. Хайтун

Канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник Ин-та истории естествознания и техники РАН, Москва

Анализируется феномен неаддитивности психологических переменных применительно к тестированию и другим балльным методам. Показано, что неаддитивность возникает на индикаторном уровне в результате некорректного использования закрытых индикаторных шкал, количественные же патенты “первично аддитивны”. Обращается внимание на то, что для сложения значений индикаторов необходимо обеспечить одинаковую форму индикаторным распределениям на выборке испытуемых.

Ключевые слова: аддитивность, латента, индикатор, операциональный референт, метрическая модель, реперные точки.

Социальные науки, к которым мы здесь относим и психологию, отличаются от естественных, в частности, тем, что эмпирические переменные часто оказываются *неаддитивными*, – иначе говоря, на множестве значений измеряемой переменной часто не выполняется операция сложения. Эта последняя представляет собой то основание, на котором покоятся количественные разделы математики, использующие другие арифметические операции, дифференцирование, интегрирование и пр.; тем самым неаддитивные переменные оказываются *качественными*, что резко сужает возможности математики в социальной сфере.

Общим для всех ученых, сталкивающихся с этой проблемой, является *отсутствие сомнений в ее объективном характере*. По параметру рефлексии на нее исследователей можно выделить два основных типа. Во-первых, многие ученые *отказываются от применения количественных шкал*, ограничиваясь качественными – номинальными и ординальными. Собственно, сами эти качественные шкалы и базирующиеся на них методы качественного анализа были разработаны в XX в. главным образом из-за часто возникающей в социальной сфере неаддитивности переменных.

Во-вторых, многие ученые просто *игнорируют неаддитивность*, обращаясь с переменными так, как если бы все они были аддитивными. Примером могут служить школьные или экзаменационные баллы, которые часто усредняются при выведении среднего балла и решении на его основе судьбы экзаменуемого. То же происходит при использовании процедуры *тестирования*. В ней испытуемому задается большое количество вопросов, за ответы на каждый из которых выставляется балл типа школьного (часто по пятибалльной шкале). Далее эти баллы усредняют со взве-

шиванием. Беда, однако, в том, что такие баллы неаддитивны, что видно невооруженным глазом.

В самом деле, при всей неопределенности оценок такого рода ясно, что индивиды варьируются по интеллекту в сотни и тысячи раз. Между тем при использовании пятибалльной шкалы средний индивид получит около 3.5 баллов, а Эйнштейн – только 5. Умножение базируется на сложении, так что некорректность оценки “*во сколько раз*” означает и некорректность оценки “*на сколько*”. Значит, эти баллы нельзя складывать, а если мы это делаем сегодня – при тестировании, то получаемым на выходе оценкам веры нет. Оба типа реакции на проблему неаддитивности представляются неадекватными ситуациями.

Неаддитивные переменные могут быть сделаны аддитивными, природа социальных явлений этого не запрещает. Поясним нашу основную идею на примере температуры. Физики измеряют ее по *открытой шкале*, не ограничивая ее значения сверху, и потому она вполне аддитивна, входя во всевозможные количественные соотношения. Но если бы мы вздумали, используя экспертов, измерять по *закрытой*, скажем, пятибалльной шкале температуру, то она стала бы величиной неаддитивной, что сделало бы невозможным написание для нее количественных выражений. Неаддитивность возникает на уровне *индикаторов* вследствие применения *закрытых* измерительных шкал. *Открывая шкалу, мы превращаем неаддитивный индикатор в аддитивный*. Далее эта идея будет сформулирована более строго.

А.В. Брушлинский отрицает возможность применения теории вероятностей и математической статистики в психологии мышления на том основании, что “*изначальная целостность и неаддитивность*” психического, мыслительного процесса исключает его дробление “*на однородные*,”

случайные, относительно неизменные и т.д. события" [1 с. 130]. Однако в *теории измерения*, в рамках которой мы предпочитаем работать, говорят не об аддитивности "*психического процесса*", но всего лишь об аддитивности *переменных*. При всей своей "целостности и неаддитивности" этот процесс ежечасно и повсеместно порождает *аддитивные переменные*, на множестве значений которых вполне применимы методы математической статистики и теории вероятностей. Оставив вопрос о природе этого "обыкновенного чуда" психологам и нейрофизиологам, займемся здесь более прозаическими вещами, начав с нескольких определений.

ИНДИКАТОРЫ И ЛАТЕНТЫ

В процессе измерения значения *непосредственно ненаблюдаемой* (латентной, т.е. скрытой – от измерения) переменной, описывающей объекты измерения, соотносятся со значениями *непосредственно наблюдаемой* переменной (индикатора).

Измерение предполагает сравнение объектов в определенном отношении; предполагается выделение в объектах некоторого свойства, по которому и производится сравнение. Представление субъекта измерения об измеряемом свойстве называют *латентной переменной* – для краткости ее можно именовать просто *латентой*.

Латенту определяет совокупность ее значений на множестве объектов измерения, т.е. *статистическое распределение значений латенты*. Скажем, фиксируя значения латенты "научный вклад ученого" на определенной выборке ученых, мы тем самым фиксируем (определяем, постулируем) и саму латенту. Эта фиксация латенты и есть конечная цель измерения.

Так как латента непосредственно ненаблюдаема, измеряют всегда значения непосредственно наблюдаемых величин – индикаторов. Скажем, научная продуктивность ученого – латента; число ссылок на высказывания ученого, число его публикаций, определенным образом усредненная оценка его научной продуктивности экспертами и т.п. – разные индикаторы данной латенты. Значения индикаторов лишь косвенно характеризуют значения латенты. В общем случае латента связана со своими индикаторами вероятностным образом.

Пока не существует общего термина для обозначения формализма, связывающего значения индикаторов со значениями латент. Я предложил для этой цели термин *метрическая модель*. Таких моделей наработано много, однако все они *объектны*, т.е. латента мыслится в них не зависящей от субъекта исследования, что, на мой взгляд, делает их несостоятельными. Между тем, индикаторы

(наблюдаемые переменные) и латентные (ненаблюдаемые) переменные, вследствие присутствия в самой природе латенты субъективной компоненты, находятся как бы в разных плоскостях используемого исследователем аппарата, непосредственно не пересекаются. Автору, тем не менее, кажется удалось в своей теории метрических моделей решить эту проблему (см. [6, гл. 7, 8]).

Вопрос о соотношении индикаторов и латент в философском плане является частью общего вопроса о соотношении объективного и субъективного в процессе познания. Объект познания связан с субъектом познания в *человеческой деятельности*. Соответствие между латентами и индикаторами устанавливается в ходе рефлексивного осознания человеком своей деятельности, ее целей, средств, результатов. Субъект измерения отождествляет с латентами некоторые теоретические конструкторы, образованные им из наблюдаемых переменных, т.е. индикаторов, постепенно корректируя эти конструкторы под давлением практики; другого не дано.

Теоретические конструкторы, о которых идет речь, автор называет *операциональными референтами* латент; данное отождествление выражается в том, что мы заменяем латенту во всех соотношениях, в которых она участвует, ее операциональным референтом, как бы представляющим ее в этих соотношениях.

В простейшем случае в качестве операционального референта латенты выступает отдельно взятый индикатор. Скажем, индикатор "число публикаций" может использоваться в качестве операционального референта латенты "продуктивность ученого". Из сказанного следует, что свойства индикатора должны воспроизводить свойства латенты. В частности, *распределение значений индикатора должно воспроизводить распределение значений латенты*. Или: *форма индикаторного распределения должна совпадать с формой латентного*. Как мы увидим далее, нарушение этого очевидного требования и приводит к проблеме неаддитивности.

АДДИТИВНОСТЬ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ

В теории измерения принято толкование аддитивности, идущее из математики. Здесь аддитивной называют переменную, на множестве значений которой имеет смысл операция сложения. Переменная аддитивна, если на множестве объектов измерения, *когда они мыслятся независимыми*, операция сложения имеет смысл. Когда объекты измерения не независимы, соответствующие им значения переменной уже нельзя складывать, однако это не меняет аддитивного статуса переменной.

Поясним это на примере физической энергии. Здесь в качестве объектов измерения выступают физические тела или их состояния. Если дано множество физических тел, то в случае их независимости энергия целого равна сумме энергий частей; в случае же зависимых физических тел действуют более сложные выражения. В этом, физическом, смысле энергия не всегда аддитивна. Однако в более общем, математическом, смысле она всегда аддитивна, и только это сообщает смысл указанным сложным выражениям для энергии.

ИНТУИТИВНАЯ ПРИРОДА АДДИТИВНОСТИ

Откуда мы знаем, что та или иная переменная неаддитивна?

Аддитивны переменные, на множестве значений которых определена операция сложения. Но что такое “сложение”? В одном из лучших в мире справочников по элементарной математике М.Я. Выгодского, выдержавшем более 20 изданий и прошедшем за свою жизнь “цензуру” крупнейших отечественных математиков, написано: “Сложение. Понятие о том, что такое сложение, возникает из таких простых фактов, что оно не нуждается в определении и не может быть определено формально” [2, с. 67]. И он сопровождает это свое определение сноской: «Часто даются “определения” вроде таких: “сложение есть действие, посредством которого несколько чисел соединяются в одно”, или “действие, посредством которого находится, сколько единиц содержится в нескольких числах вместе”. Но тот, кто не знал бы, что такое “сложить”, не знал бы и что такое “соединить вместе”, так что подобные “определения” сводятся лишь в замене одних слов другими» (там же).

Справедливость точки зрения Выгодского подтверждается рассмотрением определений операции сложения, как они даются в специальных работах. Скажем, в работе Э. Ландау [3, с. 18–20]) сложение определяется через такое исходное понятие, как “последующее число”: таковым по отношению к числу x [der Nachfolger von x] называется число, полученное из x путем прибавления единицы. Ясно, что при таком определении неявным образом использовано не только понятие сложения, но и вводимое на интуитивном уровне понятие “единицы”. С. Феферман [5] понятие “последующего числа” заменяет эквивалентным ему понятием “операции следования” [the operation of successor], позволяющей получать из числа x число, отличающееся от него на единицу; такая позиция эквивалентна позиции Ландау.

Можно говорить, таким образом, о двух точках зрения на природу аддитивности. Согласно

первой, аддитивность может быть определена формально. Этой точки зрения придерживаются ученые, склонные полагать, что математика сама в состоянии дать исчерпывающие определения своих основных понятий. Сколь-нибудь приемлемого определения операции сложения, однако, эти ученые до сих пор не дали. Согласно второй точке зрения, аддитивность не может быть определена формально и вводится на интуитивном уровне.

Первая точка зрения завела проблему аддитивности в тупик. Мы поэтому решительно принимаем вторую. Предположение об *интуитивной природе аддитивности* является нашей ключевой гипотезой, которая не может быть ни опровергнута, ни доказана логически.

АДДИТИВНОСТЬ И ЛАТЕНТА

Латента фиксируется в сознании исследователя и опирается, на мой взгляд, на его интуитивное представление об измеряемом свойстве. Аддитивна ли данная переменная, исследователь также определяет интуитивно. В каких же случаях латента аддитивна, а в каких – неаддитивна?

Я утверждаю, что такая постановка вопроса неправомерна. Когда исследователь мыслит латенту количественной, он “автоматически” сообщает ее значениям аддитивный смысл, т.е. складывает, вычитает, умножает и т.д. ее значения на интуитивном уровне. Неаддитивных субъективно количественных латент не бывает, *субъективно количественная латента всегда и субъективно аддитивна* – такова наша вторая ключевая гипотеза.

Субъективно аддитивной латенту делает *масштаб*. Индивид, фиксируя в своем сознании латенту (скажем, научный вклад ученого), фиксирует и масштаб, в котором откладываются ее значения. И этот масштаб выбирается им, можно сказать, как *первично аддитивный*. Можно даже утверждать, что аддитивным по определению является такой масштаб значений латенты, который интуитивно выбирается субъектом измерения.

Масштаб, в котором мы устанавливаем на интуитивном уровне значения выбираемых нами латент, единственен в том смысле, что оптимизирует нашу познавательную и практическую деятельность, “позволяя выжить”. *Масштаб значений переменных, оптимизирующий деятельность, и воспринимается как аддитивный*.

АДДИТИВНОСТЬ И ИНДИКАТОР

Неаддитивными часто оказываются социальные переменные. Проведенный анализ показал, что неаддитивными могут быть только *индикаторы*,

латенты же всегда (субъективно) аддитивны. Это значит, что неаддитивность социальных переменных – не факт, но *артефакт*, порожденный некорректностью процедур, используемых при построении индикаторных шкал. Если найти источник некорректности таких шкал и устранить его, то проблема неаддитивности окажется решенной.

Что же надо сделать, чтобы индикаторы обеспечивали аддитивность *относительно своих латент*?

Вспомним о сделанном выше наблюдении: использование закрытой шкалы при измерении температуры делает ее индикатор неаддитивным, открытой – аддитивным. Другими словами, индикаторное распределение одной формы делает индикатор неаддитивным, другой – аддитивным. Почему?

Форма распределения значений индикатора (в общем случае – операционального референта) данной количественной латенты должна совпадать с формой латентного распределения. Это является необходимым условием того, чтобы данным индикатором можно было замещать латенту в соотношениях, связывающих ее с другими латентами.

Вследствие этого можно прийти к выводу: *индикатор делается неаддитивным из-за несовпадения формы индикаторного распределения с формой латентного*.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ “ЕСТЕСТВЕННЫХ” ИНДИКАТОРНЫХ ШКАЛ

Но откуда же нам знать форму латентного (непосредственно не наблюдаемого!) распределения? Как увидим далее, для формулировки в общем виде конструктивного решения проблемы неаддитивности этого не требуется, здесь достаточно некоторые соображения общего порядка.

Шкала значений латентной количественной (аддитивной!) переменной строится, как мы говорили, на уровне интуиции. И потому она *первично естественна*, значения латенты ничем не стеснены и не ограничены.

Перенесем представление о *естественной шкале* латенты на индикаторы. Назовем индикаторную шкалу *естественной*, если процедура измерения не накладывает ограничений на значения индикатора. Социологическая пятибалльная шкала, например, *неестественна*, в ней процедурой измерения установлен верхний порог, равный 5. Шкала индикатора “число публикаций” *естественна*, поскольку процедурой измерения это число никак не ограничено.

Обратим внимание на то обстоятельство, что количественная латентная шкала всегда субъективно аддитивна, и она же всегда *естественна*.

При этом, на данном множестве объектов измерения шкала значений переменной определяет форму распределения этих значений, и наоборот. Форма же индикаторного распределения, как мы видели, должна совпадать с формой латентного. Таким образом, естественным *латентным* шкалам должны отвечать естественные же *индикаторные*.

В ограничении индикаторных шкал естественными и состоит предлагаемое решение проблемы неаддитивности.

Рассмотрим два основных источника “*неестественных*” индикаторных шкал в психологическом измерении. Первый – *закрытые* шкалы, второй – *нелинейные преобразования индикаторов*.

ЗАКРЫТЫЕ ШКАЛЫ

Количественные (интервальные и пропорциональные) шкалы принято делить на *открытые* и *закрытые* – в зависимости от того, ограничены ли сверху значения измеряемой переменной. Скажем, индикатор “число публикаций” измеряется по открытой шкале, так как максимальное на выборке число публикаций не ограничено. Школьные же отметки или тестовые баллы выставляются уже по закрытой шкале, так как максимальный допустимый здесь балл равен 5 (в принятой, например, в России системе школьных оценок).

Введем два уточнения. Во-первых, речь идет об ограниченности сверху максимального значения переменной *процедурой измерения*. Скажем, из общих соображений ясно, что максимальное число публикаций на ученого не может быть больше 5 тыс. (в литературе зафиксированы случаи с 1.5 тыс. публикаций). Однако это ограничение исходит из самой природы измеряемого объекта (ученого), а не из процедуры измерения. В случае же школьных баллов или тестирования ограничение исходит именно из процедуры измерения.

Во-вторых, часто шкалы делят на закрытые и открытые в зависимости от того, ограничены ли сверху *абсолютные* значения переменной. И относят, например, к закрытым *процентную* шкалу, в которой максимально возможное значение индикатора составляет 100%. Это представляется неправильным. В самом деле, тип шкалы, как известно, задается группой допустимых преобразований значений переменной. Для пропорциональной шкалы, например, группа допустимых преобразований представляет собой преобразование подобия $x' = ax$, т.е. умножение значений переменной на любое число не меняет типа шкалы, при этом меняется лишь единица измерения. Деление шкал на открытые и закрытые также не должно зависеть от выбора единицы измерения. Между тем, процентная шкала производится из

обычной как раз делением значений переменной на определенное число, т.е. просто введением новой единицы измерения. Так что процентная шкала может быть и открытой, и закрытой – в зависимости от типа шкалы, из которой она была получена.

Мы будем называть шкалы закрытыми или открытыми в зависимости от того, ограничены ли процедурой измерения сверху *относительные* значения переменной.

Обозначим максимальное на данной выборке (на данном множестве объектов измерения, например, испытуемых) значение переменной через J , минимальное – через x_0 . Для открытой шкалы не ограничено процедурой измерения сверху значение величины J/x_0 . Открытую шкалу назовем *ограниченной сверху*, если величина J фиксирована процедурой измерения, однако x_0 может быть сколь угодно малой. Открытую шкалу назовем *ограниченной снизу*, если процедурой измерения фиксирована x_0 , однако J может быть сколь угодно большой. Если значения переменной ограничены и сверху, и снизу, т.е. если процедурой измерения фиксированы и x_0 и J , то имеет место *закрытая* шкала.

Частой для психологического измерения является ситуация, когда процедура измерения прямо ограничивает значения переменной и сверху, и снизу. Таковы, например, 2-, 3-, 5-балльные и т.д. шкалы, в которых нижний балл задается равным 1. Как вытекает из предыдущего, такие шкалы закрыты.

Несколько сложнее случай, когда процедура измерения, ограничивая значения переменной сверху, т.е. фиксируя J , не ограничивает эти значения снизу, но когда, тем не менее, шкала фактически закрыта. Это происходит вследствие того, что минимальное значение переменной определяется *ошибкой измерения*, которая, естественно, не может быть сколь угодно малой.

Таковы, например, социологические и психологические 2-, 3- и т.д. -балльные шкалы, в которых нижний балл задается равным 0. Эти шкалы легко принять за открытые. Однако *испытуемый не в состоянии выставлять сколь угодно малые баллы*. Как установил известный психолог Дж. Миллер [4], существует предел точности, с которой индивид в состоянии различать значения измеряемой им переменной. Согласно Миллеру, максимальное число разных значений переменных, которые в состоянии достаточно воспроизводимо различать, находится где-то около 7. Это число зависит от природы измеряемой переменной и от личности испытуемого; в некоторых случаях (например, когда измеряемая переменная находится в сфере профессиональных интересов индивида – скажем дегустатор пробует вина) оно может достигать 30. Для рассматриваемого во-

проса это, однако, не очень существенно. Важно, что данное число *конечно*, почему величина x_0 оказывается ограниченной *снизу*, а J/x_0 – *сверху*. Это и делает такие шкалы закрытыми, причем J/x_0 оказывается ограниченной *неопределенным* образом, так как мы не знаем порогового значения переменной x_0 , определяемого слабо изученными глубинными психическими характеристиками, меняющимися от индивида к индивиду.

Таким образом, вопрос об отнесении данной шкалы к закрытым или открытым не так прост, как это может показаться на первый взгляд. Однако необходимо безошибочно делить практически встречающиеся шкалы на закрытые и открытые, потому что *закрытые шкалы в принципе некорректны как количественные, порождая неаддитивные индикаторы*.

В самом деле, введение *верхнего* порога (относительных) значений индикатора ведет к деформации этих значений *на протяжении всей шкалы*, деформации тем большей, чем большие значения индикаторов берутся. Эта деформация означает искажение индикаторной шкалы относительно латентной, делающее индикатор неаддитивным.

Дело было бы поправимым, если бы можно подвергнуть получаемые с помощью закрытой шкалы значения индикатора нелинейному преобразованию, которое сообщает индикаторному распределению форму, совпадающую с формой латентного. Однако это невозможно, так как вносимое закрытыми шкалами искажение значений индикатора относительно значений латенты *невоспроизводимо*.

Во-первых, форма индикаторного распределения зависит в случае закрытой шкалы от порогового значения J , тогда как разные исследователи фиксируют эти пороги разными в зависимости от характера изучаемого явления и от личных склонностей исследователя. Во-вторых, и это главное, пороговое значение x_0 в общем случае, как говорилось, также неизвестно. Поэтому закрытая шкала не может быть воспроизводимым способом преобразована в открытую с помощью нелинейного преобразования. На этом пути мы не получим поэтому из неаддитивного индикатора аддитивный. Решение проблемы носит более радикальный характер: следует вообще *отказаться от закрытых шкал в пользу открытых*.

Чтобы социологическая или психологическая шкала была открытой (естественной), а сам индикатор (признак) – аддитивным, необходимо не ограничивать баллы, выставляемые респондентом или экспертом, ни сверху, ни снизу, ни где-то посередине шкалы. Испытуемый волен выставлять сколь угодно большие баллы. Полученная таким образом шкала окажется аддитивной *в восприятии субъекта измерения*.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИНДИКАТОРА

Важным источником неестественных шкал и, следовательно, неаддитивных индикаторов является неоправданное нелинейное преобразование значений индикатора, в результате которого форма индикаторного распределения деформируется относительно формы латентного.

Мы не знаем, какова “на самом деле” форма латентного распределения. Однако какова бы она ни была, нельзя играть формой индикаторного распределения. Скажем, при логарифмическом преобразовании индикатора “число публикаций” или “величина дохода” его шкала остается открытой. При этом, однако, индикаторное распределение заведомо искажается по форме относительно латентного, что делает индикатор неаддитивным *относительно латенты*. Путем соответствующего корректирующего преобразования такой индикатор может быть в принципе сделан аддитивным относительно своей латенты.

Выше говорилось, что латента может быть определена (постулирована) путем фиксации формы распределения ее значений – тогда мы обязаны обеспечить для измеряющих ее индикаторов ту же форму распределения значений. Сегодня этого никто не делает. Тестовая процедура, например, предполагает взвешенное суммирование индикаторов, среди которых могут быть индикаторы самой разной природы – социологические и/или психологические с закрытой шкалой, экономические или наукометрические с открытой шкалой и т.д. Все эти индикаторы неоднородной природы характеризуются, естественно, распределениями значений самой разной формы. Однако их суммируют как они есть, никто их предварительно не преобразовывает с тем, чтобы форма распределения их значений стала одной и той же. В результате складывают величины, заведомо неаддитивные друг относительно друга. Складывают нескладываемое.

АДДИТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Мы говорили преимущественно об аддитивности переменной – латенты и ее индикатора (в общем случае – ее операционального референта) – в субъективном восприятии индивида, производящего измерение. Утверждалось, что субъективно количественная латента всегда и субъективно аддитивна; аддитивным является такой масштаб значений латенты, который интуитивно выбирается субъектом измерения, индикаторная же шкала должна копировать латентную. Другими словами, речь до сих пор шла об аддитивности измеряемого данной переменной свойства объекта *как оно предстает перед субъектом измере-*

ния, или, как мы здесь говорим, о субъективной аддитивности переменной.

Ясно, однако, что один субъект измерения может считать данную латенту аддитивной, т.е. мыслить ее входящей в соответствующие количественные соотношения, другой же – неаддитивной, т.е. полагать, что она не участвует в них. Спрашивается, когда мы имеем право говорить об объективной аддитивности переменной, иными словами, об аддитивности измеряемого переменной свойства объекта *“как оно есть на самом деле”*?

Тип шкалы данной переменной и, следовательно, ее аддитивность или неаддитивность определяются системой соотношений, в которых участвует эта переменная. Входит ли данная латента в данные соотношения, определяется *воспроизводимостью* результатов измерения значений операционального референта латенты. Если воспроизводимость достаточна для фиксации определенных соотношений, мы вправе говорить, что данная латента аддитивна *относительно этих соотношений и данной техники измерения*, обеспечивающей определенную воспроизводимость результатов измерения; при этом латента временно отождествляется с ее операциональным референтом. На самом деле у нас нет и не может быть прямой информации об объективной аддитивности непосредственно не наблюдаемой по своей природе латенты. Так что такая “воспроизводимая аддитивность” представляет собой не более чем оценку объективной аддитивности. Но другого нет и не может быть.

Сказанное относится прежде всего к вопросам, связанным с развертыванием закрытых количественных шкал в открытые. Необходимо, чтобы получаемые баллы были аддитивными не только в восприятии субъекта измерения. Нужно еще, чтобы они были достаточно воспроизводимы относительно изучаемых соотношений.

Другими словами, возникает проблема сопоставимости шкал, используемых разными субъектами измерения. Эта проблема не нова, она регулярно возникает, например, в физике и решается в ней на основе использования так называемых реперных (от французского *repère* – ориентир) точек шкалы, которым по договоренности присваиваются определенные значения. Известным примером таких реперных точек являются температура замерзания (0°) и кипения (100°) воды. Задаваемая таковыми реперными точками шкала Цельсия, как известно, не единственная; существуют еще шкалы Фаренгейта, Реомюра, абсолютная и др.

Для сопоставимости баллов, выставляемых разными респондентами или экспертами, необходимо, чтобы на шкале указывались две реперные точки, фиксирующие единицу измерения. *Абсо-*

лютные значения реперным точкам присваиваются при построении *пропорциональной* шкалы, а при построении *интервальной* задается лишь *разность* значений реперных точек.

Проблема реперных точек существует, конечно, также для социологической и/или психологической закрытой, скажем, пятибалльной шкалы. Однако здесь она замаскирована наличием верхнего порога значений индикатора, так что это пороговое (5) и минимальное (0 или 1) значения индикатора (признака) как бы и служат реперными точками. В действительности же это верхнее пороговое значение индикатора, как вытекает из говорившегося выше о закрытых шкалах, никак не может служить реперной точкой, поскольку деформация индикаторной шкалы, вносимая этим порогом, *невоспроизводима*.

В социальном измерении, включая измерение психологическое, проблема реперных точек, разумеется, носит еще более сложный характер, чем в той же физике. Однако от ее решения не уйти. Скажем, респонденты оценивают в баллах научные вклады отдельных ученых. При этом в качестве верхней реперной точки может быть взят балл, конвенционально присвоенный всем известному ученому. Можно условиться, например, что научный вклад Эйнштейна составляет 1 тыс. баллов (респондент волен выставить кому-то и больший балл). В качестве же нижней реперной точки, предполагая, что "нейтральные" взаимоотношения ученого с наукой (ни вреда от него, ни пользы) соответствуют нулевому научному вкладу, можно взять точку 0. Возможен и другой вариант: мы можем приписать, скажем, 1 тыс. баллов "среднему" нобелевскому лауреату и 10 баллов среднему доктору наук. Так или иначе, опираясь на две реперные точки, респонденты смогут в принципе единообразно выставить баллы любому известному им ученому. Окажутся ли эти баллы достаточно воспроизводимыми (что в значительной степени зависит от степени удачности выбора реперных точек), покажет только эксперимент.

Аналогичным образом следует поступать и с вопросами, образующими в совокупности тот или другой психологический тест: для каждого из этих вопросов должны быть выбраны свои достаточно воспроизводимые реперные точки, развернув с помощью которых тестовые шкалы, только и можно добиться аддитивности тестовых баллов.

Таким образом, необходимо развивать технику построения открытых психологических шкал, обладающих *воспроизводимой метрикой*, что представляется достаточно сложной задачей. Однако легких путей в науке не бывает, физика разрабатывала свои измерительные шкалы сотни лет и продолжает работу в этом направлении и

сегодня. Почему же разработка психологических шкал должна даваться легче?

АДДИТИВНОСТЬ ТЕСТОВЫХ БАЛЛОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГ ДРУГА

Конечная цель развертывания закрытых сегодня тестовых и им подобных балльных шкал – получить право складывать друг с другом баллы, которые даются испытуемым за ответы на отдельные тестовые вопросы. Для этого тестовые баллы должны быть *аддитивными друг относительно друга*, что само по себе использование реперных точек не обеспечивает.

Аналогичные проблемы возникают, например, в физике, в которой мы не можем просто складывать значения двух разных переменных. Чтобы получить такую возможность, мы должны предварительно обеспечить им одинаковую *размерность*. Другими словами, возможность сложения значений двух физических переменных предполагает такой их пересчет, при котором они оказались бы измеренными посредством *одной и той же единицы измерения*. Если еще учесть, что статистические распределения значений таких переменных "счастливо" имеют практически одну и ту же форму распределения Гаусса, то приведение их к общей единице измерения означает: для получения возможности сложения значений двух физических переменных мы делаем *их тождественными по форме распределения значений*.

Тем самым можно сформулировать следующий вывод: для сложения тестовых баллов после развертывания тестовых шкал из закрытых в открытые необходимо, используя соответствующие нелинейные преобразования, *придавать тестовым распределениям на выборке испытуемых одинаковую форму опорного распределения*. Какую именно – для получения возможности сложения тестовых баллов не суть важно, однако это имеет значение, если учесть их дальнейшее применение. Если, например, используя данную процедуру тестирования, мы намерены получить на выходе "правильное" распределение испытуемых по доходам, то в качестве опорного следует взять распределение индивидов по доходам, имеющее вполне определенную форму распределения Парето.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брушлинский А.В. Субъект: Мышление, учение, воображение. М.: Изд-во "Институт практической психологии"; Воронеж: НПО "Модэк", 1996.
2. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. М.: Наука, 1965.
3. Ландау Э. Основы анализа. М.: ИЛ, 1947.

4. Миллер Дж.А. Магическое число семь плюс минус два: О некоторых проблемах нашей способности перерабатывать информацию // Инженерная психология. М.: Наука, 1964. С. 191–225.
5. Феферман С. Числовые системы. Основания алгебры и анализа. М.: Наука, 1971.
6. Хайтун С.Д. Проблемы количественного анализа науки. М.: Наука, 1989.

NONADDITIVITY OF PSYCHOLOGICAL VARIABLES

S. D. Chaytun

Cand. sci. (physics-mathematics), sen. res. ass., Institute of History, Natural Sciences and Technology

The phenomenon of nonadditivity of psychological variables applied to tests and other score methods is analyzed. It is shown that nonadditivity appears on the indicator level as a result of incorrect use of closed scales of indices, the latent quantitative variables are "initially additive". It is stressed that it is necessary to ensure equality of the indices sample distributions for summing up indices values.

Key words: additivity, latent variable, indicator, operational referent, metric model, reference points.