

Серия "ПРАКТИКУМ"  
Выпуск 2

**А.Н. Гусев, Ч.А. Измайлов,  
М.Б. Михалевская**

# **ИЗМЕРЕНИЕ В ПСИХОЛОГИИ**

*Общий психологический практикум*

Москва  
«Смысл»  
1987

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С момента выхода учебного пособия Ч.А. Измайлова, М.Б. Михалевской “Общий практикум по психологии. Измерение в психологии”, выпущенного небольшим ротационным тиражом в Издательстве Московского университета, прошло 13 лет. Произошли изменения не только в учебных планах, но и в техническом оснащении практикумов на факультетах психологии многих университетов. Появилась новая учебно-методическая литература, широкое распространение в учебном процессе получили персональные компьютеры. Настоящая книга представляет собой исправленное и значительно переработанное издание этого учебного пособия. Некоторые разделы исключены, другие написаны заново. Подготовлено много новых компьютерных учебных заданий.

Для психологии, как и для любой другой науки, процедуры измерения психологических переменных дают возможность устанавливать количественные связи между психологическими характеристиками и тем самым формулировать психологические законы. Кроме того, многие практические приложения психологии прямо основаны на проведении измерений. В этом смысле измерение служит главной силой, преобразующей психологию из науки описательной, следующей за фактами, в науку, умеющую предсказывать. Для студентов-психологов почти сразу же становится очевидной необходимость измерения в исследовании когнитивных процессов, где уже сформулирован целый ряд общих законов, но не менее важны измерения и при изучении эмоционально-волевой сферы психики, где также существуют количественные связи между различными психологическими характеристиками, примером чему может служить закон Йеркса—Додсона, связывающий успешность решения задачи с уровнем мотивации и со сложностью задачи.

Конечно, это вовсе не означает, что психологическое исследование исчерпывается измерением. Измерительная процедура — это только инструмент психолога, как, например, пила или рубанок — это инструмент столяра. Це-

лью его деятельности является изготовление стула или шкафа, а не пиление или строгание само по себе, точно также целью психолога является решение с помощью измерений некоторой психологической задачи. Иначе говоря, измерение психологических переменных — необходимое, но не достаточное условие исследования. Но как нельзя стать столяром, не научившись профессионально оперировать различными столярными инструментами, точно так же нельзя стать профессиональным психологом, не научившись измерительным процедурам. Для этого необходимо, чтобы специалист-психолог не только профессионально владел широким набором измерительных процедур, существующих в психологии, но и сумел выбрать, а в случае необходимости и модифицировать стандартную измерительную процедуру адекватно решаемой задаче. Этим определяется и то большое значение, которое придается данному разделу в программе Общего психологического практикума, а также в разделе “Ощущение и восприятие” курса общей психологии.

Все методы психологического шкалирования, которые вошли в данную книгу, разделены на три класса: 1) *методы измерения чувствительности*; 2) *методы одномерного шкалирования*; 3) *методы многомерного шкалирования*. Эта классификация основывается на том принципе, что с точки зрения теории измерений все множество различных измерительных процедур, применяемых в психологии, является процедурами построения шкал психологической переменной (или процедурами психологического шкалирования) и различие между ними определяется двумя аспектами: 1) *типом построения шкалы*, т.е. является она шкалой наименований, шкалой порядка и т. д., либо 2) *степенью структурной сложности шкалы*, которая может иметь нулевую размерность, быть одномерной или многомерной.

Именно последний аспект положен в основу нашей классификации, поскольку она, на наш взгляд, имеет преимущество с точки зрения дидактики и позволяет показать студенту последовательное усложнение тех характеристик объекта, которые мы измеряем различными методами.

Здесь имеется в виду следующее. С помощью первого класса методов находится *одно-единственное значение на психологической шкале*, или, если характеризовать эти методы в геометрических терминах (как это часто делают), то можно сказать, что первый класс методов предназначен только для определения места точки в *психологическом пространстве*<sup>1</sup>. Поэтому методы измерения чувствительности можно назвать *методами локализации точки на психологической шкале*.

Второй класс методов позволяет определить всю психологическую шкалу в целом, но это *одна-единственная шкала*, характеризующая только одну простую психологическую характеристику. Другими словами, эти методы предназначены для определения *только одной из осей* психологического пространства. Поэтому их можно назвать методами построения одномерной психологической шкалы, или *методами одномерного шкалирования*.

И, наконец, третий класс методов предназначается для измерения сложных многомерных психологических характеристик. С их помощью строится целостная система шкал, определяющая взаимосвязь сразу нескольких психологических характеристик, иначе говоря, строится уже целостное психологическое пространство. Поэтому они названы методами построения сложных, многомерных шкал, или *методами многомерного шкалирования*.

В каждый из трех классов подбирались методы, имеющие наиболее важное значение с точки зрения профессиональной подготовки специалиста-психолога, т.е., во-первых, наиболее детально и глубоко разработанные как в теоретическом, так и в процедурном плане, во-вторых, наиболее широко применяющиеся в научно-исследовательских и прикладных работах, в-третьих, полностью исчерпывающие тот обязательный объем знаний, умений и на-

---

<sup>1</sup> Термин "психологическое пространство" будет часто употребляться на страницах этой книги. Здесь мы только подчеркнем, что в известной степени — это хорошая описательная метафора, имеющая явную содержательную аналогию с понятием геометрического пространства.

выков, который необходим для получения методической грамотности.

Внутри каждого класса методов их последовательность связана главным образом со сложностью математической модели шкалирования, лежащей в основе каждого метода измерения. Это сделано с дидактической целью, чтобы каждый шаг последовательно умножал опыт студента. В тех случаях, где это правило не нарушалось, в изложении методов сохранялась также и историческая последовательность их создания.

Измерительная процедура метода представляет собой алгоритм из набора определенных операций. Последовательность и взаимосвязь этих операций определяются теоретической моделью психологического шкалирования, в рамках которой и разрабатывается тот или иной метод. Однако зачастую для обоснования одного и того же метода или его модификации предлагаются новые, иногда даже альтернативные модели шкалирования, с новой интерпретацией получаемых данных. Поэтому наряду с операциональным описанием методических процедур измерения, при изложении каждого метода рассматриваются относящиеся к нему наиболее распространенные теоретические модели шкалирования. Рассмотрение последних имеет большое значение еще и потому, что ими во многом определяется набор необходимых математических методов (а в последние годы и статистических программ) анализа результатов измерения. Наконец, особенно важно помнить о теоретической модели шкалирования в случаях, когда измерение психологических характеристик поставляет материал для построения психологической модели более высокого порядка; в этом случае особенно важно, чтобы не возникало скрытых противоречий между аксиоматикой одной и другой модели, приводящих к явным парадоксам в интерпретации результатов.

В работе над учебным пособием авторы получили большую помощь от своих коллег — сотрудников факультета психологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Теоретическая часть главы “Методы обнаружения сигналов” написана бывшим сотрудником фа-

культета, профессором Э. Джафаровым. Большинство компьютерных программ подготовлены нашими коллегами Д. Аракельянцем, А. Кремлевым и Д. Чекалиным. Большую помощь в перепечатке рукописи оказала О. Малова. Оригинал-макет книги и часть рисунков подготовлены Д. Чекалиным. Всем им огромное спасибо.

# ВВЕДЕНИЕ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ШКАЛИРОВАНИЕ

## §1. Психофизические шкалы

Самые первые методы психологических измерений (т.е. методы построения психологических или субъективных шкал) были разработаны в разделе психологии, называемом *психофизикой*. Основная задача, которую ставили перед собой психофизики — это определить, как соотносятся физические параметры стимуляции и соответствующие им субъективные оценки наших ощущений (Боринг, 1950). Зная эту связь, т.е. имея в распоряжении функцию типа  $R=f(S)$ , где  $S$  — значение физического параметра стимула, а  $R$  — значение субъективной реакции, предсказать ощущение, соответствующее какому-либо стимулу, есть дело простого расчета.

*Психофизическая функция* устанавливает связь между числовыми значениями двух типов, с одной стороны — это шкала физического измерения стимула, с другой — значения психологической или субъективной реакции на этот стимул. Очевидно, что точность расчетов прямо зависит от функции связи  $f$ , т.е. от того, будет она более жесткой или более расплывчатой. Но сама психофизическая функция, как шкала, в свою очередь, зависит от того, что из себя представляют исходные измерения  $R$  и  $S$ . Например, если измерения  $R$  и  $S$  дают шкалу отношений, то функция  $f$  может устанавливать пропорциональную зависимость, а если  $R$  и  $S$  являются только порядковой шкалой, то и результирующая связь между ними ограничится установлением монотонности, например, но не более. Таким образом, для построения психологических шкал существенно, какого типа измерение было проведено как для стимулов, так и для реакций. Но в то время как физические измерения достаточно хорошо известны и пользуются у исследователей доверием, психологические измерения даже в среде психологов популярны намного меньше, поэтому мы несколько подробнее от-

метим принципы измерений, относящихся к субъективному шкалированию.

В основе субъективных измерений лежит процедура приписывания чисел элементам из данного множества реакций. Это приписывание должно производиться по некоторым правилам. Правила заключаются в том, чтобы определенные *отношения*, которые установлены для чисел, выполнялись также и на множестве реакций. В зависимости от того, какие именно отношения можно установить для данного множества реакций, строится и соответствующая шкала измерения. По общепринятой классификации для субъективных измерений обычно рассматривают четыре основных типа шкал (Стивенс, 1960; Пфанцагель, 1976):

1. Шкала наименований, или классификационная шкала строится на единственном отношении — *отношении эквивалентности*. Деления на шкале характеризуют критерии, на основании которых производится классификация. Способность человека оценить любой стимул по заданному критерию как принадлежащий или не принадлежащий данному классу настолько очевидна, что возможность построения шкалы наименований для реакций различного уровня сложности обычно не вызывает возражений.

2. Шкала порядка строится на основании сразу двух отношений — эквивалентности и *порядка*. Естественно, что далеко не все объекты субъективно можно подчинить отношению порядка. Например, сразу очень трудно сказать, что больше — круг или треугольник, однако если выделить в этих объектах такое свойство, как площадь, то установить порядковые отношения для этих объектов уже значительно легче. Такие упорядочивания объектов по их отдельным свойствам широко используются при составлении различных оценочных шкал.

3. Шкала интервалов. Этот тип шкалы требует дополнительной возможности устанавливать равенство попарных различий между двумя парами стимулов, иначе говоря, определять *равенство субъективных интервалов*. Возможность построения такой шкалы позволяет большую часть свойств существующих числовых систем приписывать тем числам, которые получены на основе субъективных оценок. Постро-

ение для реакций шкалы интервалов является в психологии уже значительным достижением. Но, с другой стороны, интуитивно не очевидно, что человек всегда может делать оценки, соответствующие шкале интервалов. Действительно, если субъективные оценки не соответствуют некоторому физически измеряемому свойству, то совсем не очевидно, как можно установить соответствие оцениваемых стимулов шкале интервалов.

4. Шкала отношений получается, когда, кроме уже перечисленных операций: эквивалентности, порядка и сравнения разностей — можно осуществить для объектов *сравнение попарных отношений*. Это обусловлено возможностью оценивать абсолютное значение величины реакции и требует наличия на шкале нулевой точки, как на шкале температур Кельвина, например.

Последние две шкалы можно назвать “сильными”, т.е. по результатам таких измерений можно строить более точные, более однозначные психофизические функции, к ним можно применить более тонкий статистический аппарат, чего нельзя сделать по отношению к первым двум типам шкал. Немаловажное значение имел и тот факт, что все физические измерения приводят обычно именно к “сильным” шкалам. Поэтому для психофизиков большее значение имели методические процедуры построения шкал интервалов и отношений, чем каких-либо других.

Первые две шкалы получили название *неметрических*, вторые две — *метрических*. В соответствии с этим в психологии говорят и о двух подходах к психологическим измерениям: метрическом (более строгом) и неметрическом (менее строгом).

## **§2. Нольмерное шкалирование**

Во многих психологических исследованиях возникает задача определения единственного или специального значения психологической переменной, аналогично, например, задаче нахождения экстремума функции в математике. Такое специальное значение психологической переменной на-

зывается *порогом*. Впервые в психологии эта проблема была поставлена Э. Гербертом, как задача определения порога сознания — критической точки на континууме состояний от совершенно неосознанного до ясного сознания. Основной вклад в создание процедур пороговых измерений был сделан Г. Фехнером (1860), разработавшим первые методы пороговых измерений. Последующее развитие экспериментальной психологии показало, что порог является универсальной психологической характеристикой, и пороговые измерения получили широкое распространение, особенно в исследованиях познавательных процессов — восприятия, внимания, памяти.

В связи с их специфичностью *пороговые методы* обычно отделяют от остальных методов шкалирования психологических переменных (Вудвортс, Шлоссберг, 1958; Торгерсон, 1958). Однако это основание, разделяющее психологические измерительные процедуры на пороговые методы и методы шкалирования, является чисто содержательным, поэтому оно менее существенно, чем формальное основание, которое объединяет их вместе.

В терминах теории измерений определение порога есть нахождение одного шкального значения или локализация точки на психологической шкале. В формальном смысле — это построение психологической шкалы, имеющей единственное значение и нулевую размерность.

Поэтому все пороговые методы можно также рассматривать как методы построения психологических шкал, а развитие методов психологического шкалирования рассматривать, соответственно, как разработку процедур, позволяющих постепенно увеличивать размерность психологической шкалы. С этой точки зрения пороговые измерения являются самым простым видом психологического шкалирования. Следующий шаг в развитии психологических измерений состоял в разработке методов, позволяющих построить шкалу, содержащую все значения данной психологической переменной. При этом в качестве окончательного результата измерения стремились получить именно “сильную” шкалу.

### §3. Одномерное шкалирование

Первый вклад в создание этих процедур был сделан также Фехнером (1860), разработавшим первую модель одномерного шкалирования, но основную детальную проработку процедур одномерного шкалирования осуществил *Терстоун* (1927, 1929), а затем *Стивенс* и его сотрудники (1937, 1955), разработавшие методы прямой оценки стимуляции. Далее эти методы развивались в работах шведских психофизиков под сильным влиянием *Экмана* (1965). Разработанные ими методы построения “сильных” шкал дали возможность психологам быстро продвинуться в решении многих психологических проблем, связанных с различными областями познавательных процессов. Эти методы стали широко распространяться, и здесь сразу же появились принципиальные ограничения, связанные с двумя особенностями этих методов: во-первых, с необходимостью выделения простой, одномерной психологической стимуляции, и, во-вторых, с наличием заранее известной физической шкалы измерения стимула. Но даже когда для стимула существует однозначная физическая шкала измерения, испытуемые, устанавливая метрические отношения между простыми субъективными реакциями, сталкиваются с трудностями. На это указывает большая вариабельность производимых испытуемым оценок. Зачастую она превосходит величину самой оценки в несколько раз (*Пьерон*, 1966).

Операции установления порядка или эквивалентности значительно проще и стабильнее. Существенным достоинством *порядкового шкалирования* является возможность его применения для измерений таких стимулов, которые в силу своей сложности не поддаются жестким, метрическим измерениям. Именно поэтому процедуры построения шкал порядка чрезвычайно распространены в таких разделах психологии, как психодиагностика, исследование эмоций, интеллекта и т.д.

Такие разные, но необходимые свойства измерительных процедур, как простота и стабильность “слабых” шкал, и точность “сильных” шкал, привели к идее создания такой процедуры, которая позволяет строить шкалу интервалов

или шкалу отношений на основе оценок порядка или эквивалентности. Такие шкалы можно назвать *производными* шкалами интервалов или отношений в отличие от *первичных*, о которых шла речь выше. Для первичных шкал субъективные операции над объектами (их оценка или сравнение) и числовые операции связаны друг с другом непосредственно, без всякой промежуточной процедуры. Производная шкала методически имеет более сложную структуру, она строится с помощью дополнительной процедуры на базе первичной шкалы и, естественно, что такая процедура имеет смысл, только если производная шкала будет “сильнее” первичной. “Сила” производной шкалы основывается на теоретических допущениях о том, что исследуемые субъективные реакции обладают дополнительными свойствами кроме тех, которые установлены эмпирическими операциями, иначе говоря, здесь предусматривается построение развитой *модели шкалирования*.

Примером построения производной шкалы может служить модель шкалирования Фехнера. В основе модели лежат эмпирические процедуры, устанавливающие для стимулов отношение равенства и порядка. Например, в случае *метода “средней ошибки”* испытуемому предлагается, по сути дела, производить бинарную классификацию (ответы “да-нет”, “равны-неравны”), подравнивая переменный стимул к стандартному. При многократном повторении этой процедуры значение подравниваемого (переменного) стимула распределяется около значения стандартного в некотором диапазоне неразличимости. Вводится теоретическое предположение, что полученное таким образом распределение имеет форму *нормального распределения* и величина дисперсии этого распределения принимается за *меру порогового различия* переменного и стандартного стимулов на субъективной шкале. Далее делается *допущение равенства таких мер* во всех точках шкалы и, следовательно, вводится *единица измерения* на шкале; точка абсолютного порога принимается за нуль шкалы, и, таким образом, строится шкала отношений.

Конечно, эти допущения не для всякого случая справедливы, однако там, где их можно сделать, можно постро-

ить и стабильную шкалу отношений, основываясь на простых оценках.

Процедуры построения первичных и производных шкал позволили решить задачу построения точной психофизической функции в области простых ощущений, таких как видимая яркость, громкость различных звуковых тонов, тяжесть и т.п. Существуют достаточно надежные методы для получения экспериментальных данных, на основании которых определяются психофизические функции, связывающие субъективные шкалы с физическими. В случае наличия очевидного физического континуума стимулов, подобно интенсивности светового излучения при измерениях субъективной яркости света, несомненно, что этот континуум можно использовать как базу для построения точной субъективной шкалы. И как только психофизики показали, какими физическими свойствами объектов пользуются люди для своих оценок, соотносить физические шкалы с субъективными оценками стало достаточно простым и надежным делом, что и позволило психофизике из теоретических разделов перейти в прикладные.

#### **§4. Модель шкалирования Терстоуна**

Однако, по мере того, как исследователи переходили к ситуациям, все более приближенным к естественному поведению, становилось очевидным, что однозначно определить физический континуум для каждой важной субъективной характеристики невозможно. Это особенно ясно, когда речь идет об оценке достаточно сложных стимулов, таких как интеллектуальные способности или успеваемость в обучении.

Новое направление в психофизике возникло в связи с вопросами субъективного шкалирования характеристик стимула, *не имеющих однозначной физической интерпретации*. На основании *метода парных сравнений* (Кон, 1894) были разработаны процедуры для получения шкалы интервалов и отношений для таких стимулов. Формальным математическим основанием для этих процедур послужила *модель*

шкалирования сравнительных суждений Терстоуна (1927, 1929, 1975).

Рассмотрим, к примеру, способ возможного создания шкалы “красоты” цвета с использованием закона сравнительных суждений. Стимулами в этом случае могут служить карты, окрашенные в различные цвета. Испытуемому предлагается рассмотреть по очереди все возможные пары карт и в каждой паре выбрать более “красивый” цвет. Каждая пара предьявляется много раз, и определяется частота предпочтения каждого цвета при сравнении его с остальными.

На этом первом шаге для исходного набора цветных карт строится порядковая шкала частот предпочтения. На втором шаге вводится теоретическое допущение, что дисперсия процесса различения каждой пары стимулов распределена по *нормальному закону*. Тогда субъективная разность (различие) между двумя стимулами  $S_i$  и  $S_j$  может быть измерена в единицах дисперсии, которая, в свою очередь, может быть оценена по наблюдаемой в опыте частоте суждения типа: стимул  $S_i$  более красивый, чем стимул  $S_j$ . Определение шкальных значений попарных разностей даст возможность построить шкалу интервалов для такого свойства стимулов, как красота цветных карт, хотя физические корреляты этой красоты остаются *неизвестными*.

Получив возможность расположить стимулы по субъективной шкале красоты, можно перейти к обратной процедуре — выявить, какой физический параметр в стимулах меняется в соответствии с полученной шкалой, и проверить, можно ли интерпретировать этот параметр как физический коррелят красоты.

## **§5. Многомерный анализ сложных стимулов**

Однако модель Терстоуна предполагает обязательную одномерность шкалируемого свойства объектов, в данном случае “красоты” цветных карт, т.е., независимо от того, сколько физических характеристик стимула определяет оценку “красоты” цвета, психологически все карты должны быть

выстроены в некоторую последовательность по степени красоты. Если же в действительности для оценки красоты цвета используется больше, чем одна субъективная размерность (как, например, при оценке различий между апертурными цветами: одна — для цветового тона, другая — для насыщенности), то, используя модель Терстоуна, построить адекватную шкалу “красоты” цвета невозможно. В лучшем случае это будет какая-то проекция действительных шкал в одномерное пространство, на одну шкалу, и восстановить эти исходные шкалы по имеющейся единственной шкале, конечно, невозможно.

Естественно, что в этом случае невозможно решить и главную задачу, т.е. построить психофизическую функцию, поскольку невозможно обнаружить те физические свойства стимула, которые объясняют субъективные оценки.

Задачи построения сложных “многомерных” субъективных шкал и их последующей связи со шкалами физических свойств стимуляции породили целый ряд методов так называемого *многомерного анализа* (факторный анализ, многомерное шкалирование, дискриминантный и кластерный анализ).

В общем виде схему применения этих методов можно проиллюстрировать на одном из наиболее распространенных методов такого типа — на факторном анализе. Основная гипотеза факторного анализа заключается в том, что каждый объект-стимул можно описать как линейную комбинацию небольшого числа основных факторов. Число и характер этих факторов определяют *априорно* выделенные “существенные” параметры объектов. На основе измерений выделенных характеристик объектов строятся корреляционные или ковариационные матрицы, анализ которых приводит к локализации стимулов в пространстве основных факторов, которые интерпретируются как субъективные шкалы. Каждую субъективную шкалу соотносят с физическими параметрами стимула, выявляя связь по типу одномерной психофизической функции. В случае обнаружения однозначной связи между субъективными измерениями и физической переменной, задачу можно считать решенной. Любой новый стимул будет расположен на

субъективной шкале просто путем вычислений по результатам физических измерений.

Но перенос этого принципа на субъективное шкалирование сложных стимулов порождает новую проблему. Даже в случае, когда для сложного стимула известны физические параметры, с которыми связано изменение субъективных оценок, совсем не так просто установить однозначную связь между стимулом и реакцией. Например, восприятие аппертурных цветов традиционно определяется такими субъективными характеристиками, как цветовой тон, насыщенность и яркость. Известны и определяющие их физические параметры: длина волны светового излучения, спектральный состав излучения (чистота) и его интенсивность. Казалось бы, достаточно иметь три одномерные функции типа  $R=f(S)$ , чтобы описать ощущение такого сложного стимула, как цвет. Но все оказывается значительно сложнее, поскольку изменение длины волны излучения приводит к изменению не только цветового тона, но одновременно меняется и другая субъективная характеристика — насыщенность, например. Или изменение интенсивности светового излучения приводит к изменению яркости, но вместе с тем меняется и ощущение цветового тона, хотя длина волны излучения не меняется, и т.д. Таким образом, простой набор одномерных психофизических функций не гарантирует описания субъективного изменения многомерного стимула.

## **§6. Многомерное шкалирование**

Приведенный пример с цветовыми стимулами, когда непосредственные физические измерения не объясняют однозначно субъективных шкал, является наиболее типичным случаем (и наиболее интересным); именно в этом случае и применяются разрабатываемые в последние годы новые методы измерения, называемые *многомерным шкалированием* (Торгерсон, 1958; Шепард, 1962; Крускэл, 1964).

Ясно, что когда люди оценивают сложное качественное свойство объектов, такое как эмоциональное выражение лица, или когда они оценивают общее сходство сложных

объектов, они ведут себя так, как если бы мерили объекты сразу по нескольким субъективным шкалам, а не по одной. Комбинируя определенным образом субъективные меры, они и осуществляют сложное суждение, подобное оценке психологического качества. Иначе говоря, сложную субъективную шкалу можно представить как систему нескольких простых субъективных шкал. Тот факт, что люди используют для объяснения некоторого качества зачастую более чем одну физическую шкалу, наводит на мысль, что субъективные шкалы также могут быть составными. Можно представить себе далее, что свои измерения по субъективным шкалам люди осуществляют какими-то не всегда осознанными методами комбинирования характеристик объектов. Поэтому вполне вероятно, что некоторые из этих субъективных шкал не соответствуют однозначно простым физическим шкалам. Применение методов одномерного шкалирования, описанных выше, оставляет мало надежды получить полезную информацию об этих “составных” шкалах.

В конечном итоге становится очевидным, что модель, которая походит на многомерные модели в том, что может трактоваться как система шкал, и которая не требует, чтобы эти шкалы определялись *заранее* до анализа данных (как, например, в случае с факторным анализом), будет обладать большой ценностью. Подобная модель может применяться непосредственно к оценочным данным, чтобы получить основные субъективные шкалы безотносительно к любым предположениям о физических коррелятах этих шкал.

Для решения таких проблем и развивались методы многомерного шкалирования. При использовании этих методов предполагается, что в основе сложных суждений человека лежит система из нескольких субъективных шкал, которая и формирует субъективное пространство. Когда испытуемых просят сравнить пару объектов, они ориентируются на различия между объектами по каждой субъективной шкале, и итоговая оценка различия есть величина, производная от различий по каждой шкале. В качестве модели системы субъективных шкал обычно используется геометрическое пространство, точки которого представляют исходные стимулы. Оси геометрического пространства интерпретируются как субъек-

тивные шкалы, а шкальные величины каждого стимула — как значения координат соответствующей точки. Предполагается, что если стимулы представить как точки пространства, то субъективные оценки различий определенным образом соотносимы с расстояниями между точками в субъективном пространстве. Конкретный вид связи между субъективными различиями и межточечными расстояниями в каждом случае может быть различным. Он определяется используемой моделью субъективного расстояния, но в данном случае понятно, что два стимула, сильно различающиеся между собой, будут расположены на далеком расстоянии друг от друга в пространстве, а сходные стимулы расположатся рядом.

В примере, который приводился, субъектам предлагали оценивать пары цветowych карт по заданному качеству (красоте). В случае многомерного шкалирования от субъекта требуется аналогичная оценка, но не самого отдельного признака, а оценки степени общего *сходства или различия* между парами стимулов, по которым строится шкала межстимульных различий. Результаты подобных измерений содержат в себе всю информацию о структуре множества стимульных точек в субъективном пространстве. Вопрос заключается в том, как ее оттуда извлечь?

Рассмотрим гипотетический пример многомерного шкалирования цветоразличения. Предположим, что мы предъявили испытуемому три цветные карты (*A*, *B* и *C*). Карта *A* окрашена в белый цвет, карта *C* — в желтый и карта *B* — в оранжевый.

Оценки различий, которые произвел испытуемый для всех карт, следующие:

Стимулы	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	0	5	4
<i>B</i>	5	0	3
<i>C</i>	4	3	0

Возьмем в качестве модели субъективного расстояния *евклидову метрику* и допустим, что оценки различий связаны с расстояниями в евклидовом пространстве прямой про-

порциональностью. Если данные оценки действительно основаны на одномерной шкале, мы должны расположить точки, представляющие наши цветные карты, вдоль одной оси так, чтобы расстояние между точками соответствовало оценкам различий. Это значит, что, памятуя о предположении, что оценки различий прямо соотносимы с расстояниями в субъективном пространстве, расстояние между какими-то двумя точками должно равняться сумме расстояний от этих точек до третьей. Но для данных вышеприведенной таблицы это следствие никак не может быть выполнено. Из этого следует, что три данных цвета нельзя расположить на одномерной шкале. Поскольку стимулов всего три, то они располагаются, как минимум, в двухмерном пространстве (рис. 1), иначе говоря, оцениваются по двум шкалам. Определяя минимальную размерность пространства, которая снимает несовместимость полученных оценок, метод многомерного шкалирования позволяет обнаружить число необходимых субъективных шкал, лежащих в основе сложных суждений.

Полученные две оси субъективного пространства легко интерпретировать как две субъективные характеристики цветных стимулов: шкалу цветового тона и шкалу цветовой насыщенности. Эта интерпретация наглядно следует из структуры цветных точек в пространстве (рис. 1), построенном по данным этой таблицы. В соответствии с такой интерпретацией можно выбрать систему ортогональных координат и вычислить проекции точек на оси. Эти значения будут прямо соответствовать шкальным значениям цветового тона и насыщенности анализируемых стимулов.

Конечно, в подобном случае перед исследователями остается проблема физической интерпретации этих субъективных шкал, и хотя многомерное шкалирование не предлагает однозначного решения этой проблемы, но оно все-таки является более полезным, чем процедура одномерного шкалирования. Прежде всего, определяя действительные субъективные шкалы, которые субъекты используют для оценивания объектов, а не априорный набор шкал, метод многомерного шкалирования дает исследователю больше шансов выявить физические свойства объектов, которые человек реально использует как основу для субъективных измерений. Други-

ми словами, отношение между каждой субъективной и физической шкалой может быть определено отдельно. Кроме этого, явно определяя субъективные шкалы (даже если соответствующие физические шкалы неизвестны), эти процедуры дают полезную информацию о том, какие физические измерения необходимо сделать, чтобы попытаться найти физический коррелят субъективной шкалы. И последнее, вся эта информация получается без обращения к традиционным методам шкалирования — более сложным и трудоемким.

Важное значение по отношению к задачам прикладного характера имеют особенности многомерного шкалирования, связанные с выявлением не только структуры субъективного пространства стимулов, но и возможностей определения

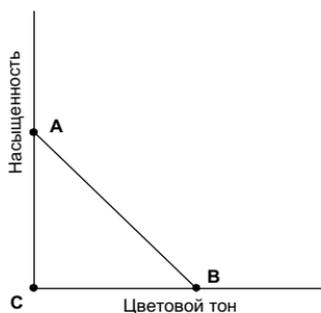


Рис. 1 Гипотетический пример расположения трех цветов (А, В и С) в двухмерном евклидовом пространстве

тонких индивидуальных различий между самими испытуемыми (Клифф, 1973; Терехина, 1975; Виш и Кэрролл, 1974).

Рассмотрим это на примере тех же цветовых карт. Допустим, что оценивая различия между картами, одни испытуемые будут больше ориентироваться на различия по цветовому тону (рис. 2), другие — по насыщенности (рис. 3), а третьи — одинаково на те и на другие (рис.1).

Если все три группы испытуемых расположить в двумерном пространстве цветовой тон — насыщенность, мы получим следующую картину (рис. 4).

Испытуемые группы 3 придают большое значение различиям в цветовой насыщенности, испытуемые группы 1 — раз-

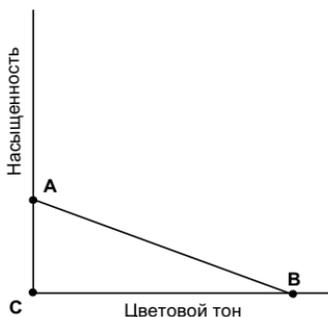


Рис. 2. Гипотетический пример субъективного пространства восприятия трех цветов (А, В и С) испытуемыми, больше ориентирующимися при различении цветов на цветовой тон

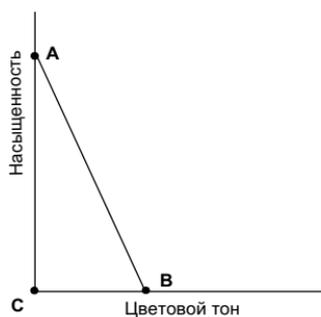


Рис. 3. Гипотетический пример субъективного пространства восприятия трех цветов (А, В и С) испытуемыми, больше ориентирующимися при различении цветов на насыщенность

личиям в цветовом тоне и игнорируют различия в насыщенности. Испытуемые 2 группы занимают среднее положение. Легко представить, что между этими группами возможны промежуточные варианты, и в таком случае можно использовать, например, угол наклона луча, проходящего из точки пересечения осей через данный класс испытуемых, как некоторую основу для классификации испытуемых (рис. 4). Измеряя этот угол относительно оси цветового тона, мы сможем разделить группы испытуемых по их расположению к цветовому тону или насыщенности.

Естественно, что этот пример, как и все предыдущие, в значительной степени упрощен и схематизирован. Это сделано для того, чтобы подчеркнуть суть данной методики в применении к анализу индивидуальных различий, когда модель многомерного шкалирования предназначена не только для определения субъективных признаков, лежащих в основе суждений, но и для выделения более значащего из этих признаков, вносящего наибольший вклад в индивидуальные суждения.

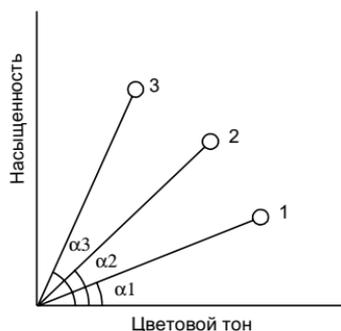


Рис. 4 Пространство индивидуальных различий трех групп испытуемых

Изложение сложных вопросов в простой и краткой форме неизбежно связано с разрывами в логической структуре. Этот недостаток будет компенсирован в следующих разделах при более детальном и строгом изложении моделей и процедур шкалирования. Однако более общий взгляд на исследуемый предмет обладает преимуществом охвата одновременно всех главных частей и связей, как это делает крупномасштабная карта. Чтобы еще раз подчеркнуть взаимосвязь различных методов шкалирования, подытожим в виде отдельных пунктов главные моменты излагаемого предмета:

1. Психофизические измерения начинались с построения одномерных субъективных шкал (процедуры субъективного шкалирования Фехнера и Стивенса). Необходимым условием для осуществления субъективных измерений было наличие соответствующей физической шкалы. Физические измерения служили основанием и критерием истинности для субъективных измерений. В то же время применение этих моделей было чрезвычайно ограничено этим условием.

2. Принципиально новым шагом в психофизике явилась разработка методов субъективных измерений, не требующих предварительного построения физической шкалы стимула (модель шкалирования Терстоуна). Эти методы значительно расширили сферу применения субъективных измерений, включив в нее шкалы, не имеющие явных физических коррелятов. Существенным ограничением этих методов яв-

ляется обязательная одномерность измеряемой субъективной характеристики стимула.

3. Последующее развитие методов шкалирования связано с построением сложных многомерных шкал. Но практический прогресс соединялся в данном случае с методическим отступлением. В основание многомерных субъективных шкал вновь кладутся определенные характеристики объекта, которые должны быть заданы априорно, т.е. еще перед началом исследования (модели факторного анализа и др.).

4. Наконец, свою наиболее развитую форму психофизические измерения получили в моделях многомерного шкалирования, когда производимый анализ многомерных реакций на сложные стимулы не связан с предварительным физическим анализом стимуляции, а ориентирован исключительно на внутреннюю структуру суждений.