

В. В. Никандров

**ПСИХОФИЗИКА
И ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ**

Учебное пособие



Санкт-Петербург
2005

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
Часть I	
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПСИХОФИЗИКИ.....	7
1. ПСИХОФИЗИКА - РАЗДЕЛ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ.....	9
1.1. Психофизическая проблема	9
1.2. Психофизика как научная дисциплина	11
2. ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ПСИХОФИЗИКИ.....	20
2.1. Сенсорно-перцептивная организация человека.....	20
2.2. Стимул.....	21
2.3. Анализатор (сенсорная система).....	23
2.4. Сенсорная чувствительность.....	24
2.5. Ощущение	28
2.5.1. Ощущение как первичный познавательный процесс.....	28
2.5.2. Классификация ощущений.....	29
2.5.3. Свойства ощущений.....	32
3. СЕНСОРНЫЕ ПОРОГИ.....	33
4. ПОРОГОВАЯ ПРОБЛЕМА	37
5. СЕНСОРНОЕ ШКАЛИРОВАНИЕ	41
5.1. Общее представление о шкалировании	41
5.2. Шкалирование и измерение	47
5.3. Классификация шкал	50
5.4. Сравнительный анализ психофизических шкал.....	63
6. ЗАКОНЫ ПСИХОФИЗИКИ	64
6.1. Основной психофизический закон.....	64
6.1.1. Закон Вебера.....	65
6.1.2. Логарифмический закон Фехнера.....	65
6.1.3. Степенной закон Стивенса.....	68
6.1.4. Обобщенная формула Забродина	71
6.2. Законы суждений	72
6.2.1. Закон сравнительных суждений Терстона.....	73
6.2.2. Закон категориальных суждений Торгерсона.....	75
7. СЕНСОРНАЯ АДАПТАЦИЯ	76
8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОЩУЩЕНИЙ	77
9. ОТ ПСИХОФИЗИКИ «ЧИСТЫХ ОЩУЩЕНИЙ» К ПСИХОФИЗИКЕ «ОБОБЩЕННОГО ОБРАЗА».....	78
Литература к части I.....	86

Часть II

МЕТОДЫ ПСИХОФИЗИКИ	89
1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СИСТЕМЕ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	91
2. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СЕНСОРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ... ..	92
2.1. Классификация методов измерения сенсорной чувствительности	92
2.2. Классические методы психофизики	94
2.2.1. Общая характеристика классических методов.....	94
2.2.2. Метод минимальных изменений (метод границ).....	96
2.2.3. Метод средней ошибки (метод подравнивания).....	105
2.2.4. Метод постоянных раздражителей (метод констант).....	113
2.2.5. Сравнительный анализ классических методов.....	123
2.3. Современные модификации классических методов.....	125
2.4. Методы современной психофизики.....	127
2.4.1. Методы, учитывающие несенсорные психологические факторы.....	127
2.4.2. Методы, учитывающие пространственно-временные факторы стимуляции..	132
2.4.3. Методы объективной сенсометрии	134
3. МЕТОДЫ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ШКАЛИРОВАНИЯ.....	136
3.1. Систематика методов психофизического шкалирования.....	136
3.2. Методы объективного (косвенного) шкалирования.....	142
3.2.1. Методы построения шкал накоплений.....	142
3.2.2. Методы построения шкал суждений.....	145
3.2.2.1. Процедуры сравнительных суждений.....	146
3.2.2.2. Процедуры категориальных суждений.....	152
3.2.3. Методы, основанные на измерении времени реакции	157
3.3. Методы интервального (косвенно-прямого) шкалирования ...	161
3.3.1. Общие сведения об интервальных методах.....	161
3.3.2. Методы равноделения	164
3.3.3. Методы подбора равных интервалов.....	170
3.4. Методы субъективного (прямого) шкалирования.....	172
3.4.1. Общие сведения о прямых методах.....	172
3.4.2. Методы определения сенсорных отношений.....	176
3.4.2.1. Методы оценки отношений	176
3.4.2.2. Методы установки отношений... ..	178
3.4.3. Методы определения сенсорных величин.....	179
3.4.3.1. Методы оценки величин	179
3.4.3.2. Методы установки величин	180
3.4.4. Методы кросс-модального шкалирования.....	180
3.5. Заключение к обзору методов психофизического шкалирования	184
Литература к части II.....	185

*Посвящается
Евгению Константиновичу Гусеву
— талантливому ученому-экспериментатору
и моему учителю в психофизике*

ПРЕДИСЛОВИЕ

В июне 2003 года в Санкт-Петербурге прошел III Всероссийский съезд психологов. В резолюции съезда в качестве одной из первоочередных поставлена задача усиления подготовки психологов в вузах страны в области психофизики «как базовой дисциплины, обеспечивающей формирование у студентов фундаментальных психологических знаний». Как отклик на это требование психологического сообщества подготовлено настоящее учебное пособие. Помимо этого необходимость такого издания вызвана следующими обстоятельствами:

1. Отсутствием сводных работ, в систематизированном виде и в понятной для студентов форме освещающих все главные вопросы и проблемы психофизики, то есть отсутствием учебника по психофизике.

2. Трудностью усвоения материала студентами, особенно первых курсов, изложенного в отдельных монографиях и статьях, обусловленной, во-первых, их научными, а не учебными целями, во-вторых, отсутствием общепринятой унификации терминологии и некоторых понятий психофизики.

3. Дефицитом доступной для студентов литературы по психофизике. Сюда можно отнести около двух десятков работ отечественных ученых и несколько переводных изданий. Положение усугубляется, во-первых, «древностью» этих публикаций, большая часть которых выпущена 20—30 и более лет назад, и во-вторых, небольшими тиражами этой литературы, что в совокупности поставило эти издания в разряд библиографических редкостей.

С целью обеспечения усвоения студентами материала по курсу психофизики и формирования у них с самого начала целостного представления об этой науке и ее проблематике подготовлено предлагаемое учебное пособие, представляющее собой краткое разъяснение основных сведений, накопленных к настоящему времени в сенсорной психофизике.

При подготовке пособия автор в основном опирался на достижения отечественной психофизики, особенно заметный вклад в которую внесли такие исследователи, как К. В. Бардин, Е. К. Гусев, Ю. М. Забродин, Б. Ф. Ломов, М. Б. Михалевская, И. Г. Скотникова, Г. И. Челпанов, А. И. Худяков и другие ученые. При этом автор, не избегая дискуссионных и не решенных до сих пор в психофизике вопросов, в основном руководствовался положениями, прочно устоявшимися в науке, и исходил из достаточно четко очерченных к настоящему времени постановок проблем. Для углубленного знакомства с конкретными проблемами и вопросами психофизики отсылаем читателя к литературе, помещенной в конце пособия.

В настоящем издании использованы материалы, опубликованные в работах:

1. Гусев Е. К., Никандров В. В. Психофизика. Методические указания. Л.: ЛГУ, 1985.
2. Никандров В. В. Классические методы психофизики: Учебное пособие. СПб.: СПбГУ, 1991.
3. Никандров В. В. Методы психофизического шкалирования: Учебное пособие. СПб.: СПбГУ, 1992.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПСИХОФИЗИ

1. ПСИХОФИЗИКА - РАЗДЕЛ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

1.1. Психофизическая проблема

Суть психофизической проблемы состоит в выяснении временных и причинно-следственных отношений между миром физических (материальных, объективных) явлений и миром психических (идеальных, субъективных) явлений. В философии эта проблема облекается в форму так называемого основного вопроса: «Что первично: Материя или Дух, Бытие или Сознание?» В психологии она конкретизируется как соотношение физиологических (точнее нейрофизиологических или проще — нервных) и психических процессов и именуется психофизиологической проблемой.

«Принадлежность каждого психического процесса конкретному индивиду, в жизнь которого он включается как его переживание, и отношение его к внешнему предметному миру, который он отражает, свидетельствуют о связи психического с физическим и ставят так называемую психофизическую проблему, то есть вопрос о взаимоотношении психического и физического. Различное решение этого вопроса служит основным водоразделом между материализмом и идеализмом» [35. С. 17].

Особую остроту психофизическая проблема приобрела в связи с появлением дуалистической концепции мира, наиболее развитой в учении Рене Декарта. Суть последней заключается в противопоставлении друг другу двух субстанций: материи и духа. Свойства одной субстанции не выводимы из свойств другой. Реальное сосуществование и взаимодействие в человеке духовного и материального объяснялось Декартом наличием между этими двумя началами посредника — шишковидной железы мозга. Дальнейшее развитие дуализм получил в философии окказионализма (Н. Мальбранш, А. Гейлинкс и др.), в конечном счете отказавшегося от принципа причинности и приведшего к признанию в качестве первопричины бытия бога.

В психологии влияние дуализма сказалось достаточно сильно и проявилось в двух основных теориях: *психофизического параллелизма* и *теории взаимодействия*. Первая утверждает параллельность, рядоположность протекания физических (в первую очередь физиологических) и психических процессов, никогда реально друг на друга не воздействующих. При этом признание в качестве ведущего физического процесса приводит к теориям механистического материализма. Психике в этом случае отводится пассивная роль явления, сопутствующего реальным физическим процессам; она полностью лишается всякой действительности. Наоборот, допущение в качестве ведущего психического процесса, которому также фатально сопутствуют физические явления, приводит к теории панпсихизма, всеобщего одушевления природы.

Дуалистическим теориям были противопоставлены *теории тождества*, сводящие психическое к физиологическому (поведенческая психология) и, наоборот, физиологическое — к психическому (теории феноменализма вплоть до спиритуализма). Первые скатываются на позиции вульгарного механистического материализма, вторые — на позиции идеализма.

Отечественная психологическая наука (особенно в советский период), в отличие от упомянутых выше теорий, стоит на позициях *материалистического монизма*, то есть неразрывного единства психического и физического, внутри которого то и другое сохраняет свои специфические свойства. С этих позиций психика определяется как свойство высокоорганизованной материи и особая форма отражения субъектом объективной реальности. Первая часть определения устанавливает первичность материального субстрата психики: психика, сознание, мысль — функции мозга. Вторая часть определения указывает на принципиальную познаваемость объективного мира субъектом и на первичность в этом процессе объективной реальности и вторичность субъективного отражения: бытие определяет сознание. При этом важнейшей особенностью психического отражения является его активность, то есть обратное, преобразующее влияние психики на внешний мир. Как увидим дальше,

это существенное обстоятельство имеет к психофизике самое непосредственное отношение и определило переход от психофизики «чистых ощущений» к психофизике «сенсорных задач».

Психофизиологическая проблема конкретизирует психофизическую в следующих вопросах. Можно ли описать психические явления в терминах физиологических? Можно ли нервно-гуморальные процессы напрямую увязать с процессами психическими? Можно ли, признавая психику свойством мозга, утверждать, что мозг порождает наши чувства и мысли? Вроде бы принципы материализма и эволюции вынуждают дать на эти вопросы положительные ответы. Однако эти же принципы не отрицают психическую детерминацию физиологических явлений. Вспомним хотя бы отвержение современной психологией организмической теории эмоций Джеймса-Ланге.

Безусловно следует признать, что без работы физиологических механизмов не может быть психических эффектов. Однако, из физиологических законов вывести непосредственно психологические пока еще не удалось. Специализирующаяся в этой проблематике нейропсихологическая наука со времен А. Р. Лурии указывает на некорректность непосредственного сопоставления психических явлений с мозговыми структурами [23, 41]. Считается, что «психический процесс принципиально не может быть сведен к нервному процессу. Применительно к осуществлению высших психических функций нет возможности соотнести их с какой-то определенной анатомо-физиологической целостностью как системой управления, а стало быть, с уверенностью говорить о физиологических коррелятах» [33]. Дело не спасают и ссылки на интегральную работу мозга, нервной системы и организма в целом. Как, например, представить волевой акт, направленный на задержку действия? Что в этом случае первично? Идеальный образ цели, запускающий физиологические процессы торможения потребностей, или материальные (нервные) носители этого образа? Представляется, что ответить на эти вопросы невозможно, пока не будет раскрыта тайна преобразования нервного импульса в образ. Иначе говоря, это тайна перехода от материального электрохимического кода нервных процессов к идеальным конструкциям психики (образы, мысли, чувства).

Однако нерешенность до сих пор (а может быть, и принципиальная нерешаемость? [30]) психофизической проблемы не мешают измерять психические явления в физических единицах, чем и занимается уже более полутора столетий психофизика.

1.2. Психофизика как научная дисциплина

Психофизика как наука родилась из идеи о возможности измерять психические явления, что положило начало всей экспериментальной психологии. В ходе своего развития она практически доказала эту возможность на примере простейших явлений психического отражения (ощущений). Выяснение природы ощущений привело к двум крупнейшим проблемам психофизики. Первая: как отражается в ощущениях непрерывное изменение стимула? Тоже непрерывно, или же ощущение изменяется скачкообразно, по принципу квантования? *Это проблема дискретности-непрерывности сенсорного ряда, в концентрированном виде представленная знаменитой пороговой проблемой.* Вторая проблема: по какому закону происходит преобразование в ощущениях стимульного ряда? *Это проблема психофизических шкал и основного закона психофизики.*

Всякая наука приобретает самостоятельное значение только тогда, когда определены ее объект, предмет и методы. Психофизика отвечает этим необходимым условиям и, следовательно, может рассматриваться в рамках психологии как самостоятельная научная дисциплина.

Основоположник психофизики Г. Фехнер, являясь сторонником теории панпсихизма (одной из разновидностей психофизического параллелизма), задался целью найти отношения между разлитым во вселенной сознанием и телесным миром. Он решил доказать с помощью точных методов (эксперимента и математики), что существует строгое соответствие между раздражителем и ощущением. В 1860 г. выходит его фундаментальный труд «Элементы

психофизики» [45], это событие считается датой рождения психофизики. В этой работе психофизика названа «точной наукой о функционально зависимых отношениях души и тела, или, в более общем виде, материального и идеального, физического и психологического миров». Хотя Г. Фехнер исходил из метафизических представлений, тем не менее конкретная цель объективно носила строго научный характер и представляла несомненный интерес. Эти качества стоявшей перед ним задачи не потеряли своего значения и сейчас. «Г. Фехнеру принадлежит заслуга наведения первого моста между теоретическими идеями и их экспериментальным подтверждением» [42. С. 5].

Г. Фехнер считал, что всякий психический акт состоит из четырех этапов: раздражения (физический процесс), возбуждения (физиологический процесс), ощущения (психический процесс), суждения (логический процесс). В соответствии со своими теоретическими концепциями он полагал, что между актами возбуждения и ощущения существует однозначное соответствие. При этом он также допускал полное соответствие между раздражением и возбуждением, с одной стороны, и ощущением и суждением — с другой. Отсюда следовало, что если можно измерить первый процесс психического акта, то можно измерить и последующие. Проблема заключалась в установлении количественной связи между раздражением (физический процесс) и соответствующим ему ощущением (психический процесс). Тем самым был определен **предмет психофизики**: отношения между величинами физических раздражителей и интенсивностью вызываемых ими ощущений. При этом исследователь, как правило, отвлекается от рассмотрения промежуточных физиологических процессов организма.

Однако необходимо отметить, что к настоящему времени область психофизических исследований значительно расширилась. **Во-первых**, при оценке стимула (раздражителя) учитываются не только осознанные ощущения, но и иные реакции организма: кожно-гальваническая, двигательная, сосудистая, депрессия альфа-ритма и др. **Регистрацию** таких физиологических и поведенческих реакций принято относить к объективной сенсометрии. **Во-вторых**, психофизическим исследованиям кроме ощущений подвергаются и другие познавательные и регуляционные процессы (восприятие, память, мышление, внимание, эмоции, воля). **В-третьих**, в качестве раздражителей могут рассматриваться не только физические стимулы, но и любые другие, которые субъект может упорядочить по какому-либо признаку. Кроме того, разрабатываемые в рамках психофизики идеи и методы часто используются в других психологических дисциплинах (психофизиология, психология личности, медицинская, инженерная, социальная психология и др.). В 1978 г. в Мангейме (ФРГ) была даже проведена международная научная конференция «Социальная психофизика».

Исходя из отмеченного широкого понимания психофизики, С. С. Стивенс определил ее «как науку об ответах организма на служащие стимулами формообразования среды» [37. С. 62].

В более узком современном понимании психофизику следует определить как науку о закономерностях взаимосвязи физического мира и его психического отражения. Отсюда следует, что **предметом психофизики** являются *количественные и качественные характеристики психических явлений, вызываемых действием физических стимулов*.

Настоящее пособие ограничивается рамками наиболее разработанной части психофизики, а именно психофизики сенсорных процессов, или *сенсорной психофизики*. **Объектом** ее исследований является сенсорная, или, как принято говорить в последнее время, *сенсорно-перцептивная организация человека*, понимаемая как система, обеспечивающая целостное чувственное отражение объективной действительности. Естественно, сенсорная организация в свою очередь является составной и необходимой частью, подсистемой человеческого организма в целом и, следовательно, в широком смысле, объектом исследования психофизики является *человек* (реже — животные).

Главными **задачами психофизики** являются разработка психофизических методов исследования и развитие теории сенсорно-перцептивных процессов.

Основные **проблемы психофизики**: изучение порогов чувствительности, шкалирование психических процессов, установление закономерностей обнаружения сигналов, разработка

теории эксперимента. Наглядное представление о всей проблематике психофизической науки дает рис. 1 [по 16. С. 50].

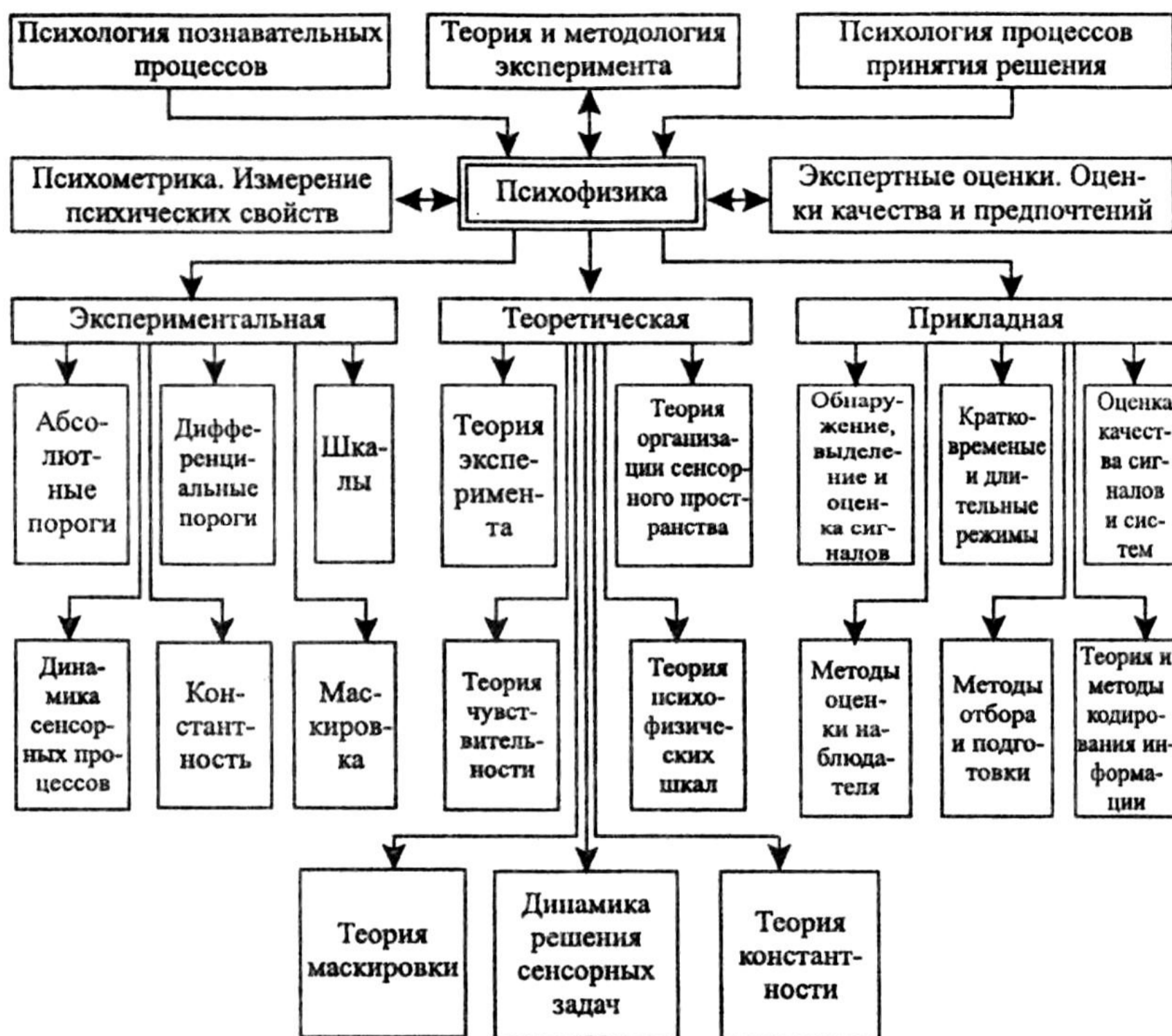


Рис. 1. Система проблем современной психофизики

В последнее время пристальное внимание психофизиков стал привлекать процесс формирования ощущений, механизмы их возникновения. Это обстоятельство знаменует новую ступень в развитии психофизики. Начинает вырисовываться еще одна важная проблема — «изучение ощущения как развертывающегося во времени процесса и его нейрофизиологических основ» [22. С. 8].

По своей внутренней структуре психофизика — это разветвленная область психологической науки. Ее систематизация представляет определенные трудности, поскольку в основе выделения направлений психофизики лежат различные основания. Тем не менее в науке были успешно предприняты попытки интегративного описания психофизики с позиций системного подхода. В настоящее время в психофизике принято различать следующие разделы (направления).

По предмету исследования:

- 1) психофизика-I, или психофизика сенсорной чувствительности, или пороговая психофизика;
- 2) психофизика-II, или психофизика шкалирования, или надпороговая психофизика.

По методологическим принципам:

- 1) классическая психофизика;
- 2) современная психофизика.

По задачам и методам исследования:

- 1) экспериментальная психофизика;
- 2) теоретическая психофизика;
- 3) прикладная психофизика.

Рассмотрим основные различия между отдельными направлениями психофизики. Деление по предмету исследования основано на том, что при измерении психической функции, в частности ощущения, необходимо, во-первых, определить ее **границы** (чаще всего в виде нижнего и верхнего абсолютных порогов) и **разрешающую способность** в пределах этих границ (обычно в виде дифференциальных порогов) и, во-вторых, определить **зависимость** этой функции от величины стимула. Первой проблемой занимается *психофизика-I*. Поскольку психофизика-I имеет своим ведущим предметом исследования пороги чувствительности, то она обычно называется *пороговой психофизикой* или *психофизикой сенсорной чувствительности*.

Психофизика-II занимается второй проблемой: устанавливает зависимости между величинами физической стимуляции и психической реакции. С этой целью строятся различные психофизические шкалы (*от лат. scala — лестница*), отражающие эти зависимости для различных видов ощущений, восприятий и т. д., вследствие чего этот раздел науки называют еще *психофизикой шкалирования*. Поскольку в этом случае исследуется зона изменения ощущения выше абсолютного нижнего порога, то психофизика-II носит еще название надпороговой психофизики. Наглядное представление о различиях между психофизикой-I и психофизикой-II дает табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Критерии	Психофизика-I	Психофизика-II
Предмет исследования	Пороги чувствительности	Надпороговые ощущения (количественная взаимосвязь ощущения и стимуляции)
Характер стимуляции	Еле заметные стимулы или различия между ними	Достаточно заметные изменения стимула
Задачи	Исследование локальных характеристик области адекватного отражения (сенсорного поля): границы и пороговая зона	Исследование глобальных характеристик области адекватного отражения в пределах всего сенсорного поля, либо крупной его части
Цель	Количественная оценка чувствительности в практических целях и для разработки теории сенсорной чувствительности	Количественная оценка ощущений в практических целях и для построения модели сенсорной организации человека

Деление психофизики на *классическую* и *современную* сложилось постепенно в процессе осознания того факта, что ощущение определяется не только воздействующим стимулом, но и другими факторами. Это деление достаточно условно и отражает в первую очередь исторический аспект развития психофизической науки.

Дело в том, что теоретическая концепция классической психофизики на ее раннем этапе развития была абстрактной, если не идеалистической (напомним, что Г. Фехнер исходил из предпосылок теории панпсихизма). Во-первых, эта концепция опиралась на взятый из физики принцип строгой причинности: причина всегда однозначно определяет следствие, то есть физическое воздействие полностью определяет вызванное им ощущение. Этот постулат неправилен при исследовании психических явлений, так как активность психического отражения обуславливает неоднозначность причинно-следственных отношений между стимулом и вызываемым им ощущением. Во-вторых, исследования в рамках классической психофизики велись по методу «анализа по элементам», то есть момент синтеза в изучении психических явлений игнорировался. Таким образом, ощущение было как бы вырвано из сложной системы психических явлений и в известной мере отделено от своего носителя — субъекта. Подобная абстракция (выделение так называемых «чистых ощущений») оправдана не всегда. Так, в психофизических экспериментах систематически выявляются так называемые *ошибки ожиданиям* *ошибки привыкания*. Первые из них заключаются в том, что при однонаправленном изменении величины стимула смена одних ответов на другие происходит часто раньше

изменения самих ощущений. Ошибки второго рода, наоборот, связаны с запаздыванием перехода от одних ответов к другим в условиях заведомого изменения величины ощущения. Понимая несенсорную природу этих феноменов, исследователи, оставаясь на позициях «чистых ощущений», не могли дать им объяснения и рассматривали их как методические ошибки, преодоление которых они видели в разработке новых эффективных экспериментальных методов. Однако полностью устранить эти ошибки таким путем не удалось.

Постепенно ученые приходят к мысли, что сенсорная информация не единственная, на которую ориентируется испытуемый при выборе ответа на предъявление стимула. Сталкиваясь с трудностью оценки слабых сигналов, субъект из-за дефицита сенсорной информации начинает активно опираться и на ту информацию, которую несут сам стимул и структура эксперимента, учитывает значимость своих ответов и ошибок. Все это позволило рассматривать ситуацию психофизического эксперимента как решаемую испытуемым задачу. Так появляется новая трактовка реакции испытуемого: она опосредуется не только сенсорными, но и более высокими уровнями отражения стимула, условиями и задачами эксперимента. Происходит переход от психофизики «чистых ощущений» к психофизике «сенсорных задач» и тем самым начинается формирование современной психофизики [2]. Главные ее отличия от классической психофизики заключаются в следующем:

- 1) Учет «внесенсорного фактора» как обязательного условия исследования ощущения.
- 2) Признание факта, что стимул всегда действует на фоне различных помех (шумов) как внутренних (собственных), так и внешних.
- 3) Допущение нестабильности сенсорной чувствительности, вызванной наличием в сенсорной системе собственных сенсорных шумов.
- 4) Рассмотрение психического отражения стимула как выделения его на фоне шумов, то есть как его обнаружения.
- 5) Признание процесса принятия решения в качестве опосредующего звена между стимулом и реакцией.
- 6) Допущение возможности непосредственной количественной оценки величины своих ощущений самим человеком.
- 7) Применение не только косвенного, но и прямого шкалирования.
- 8) Разработка степенного психофизического закона, которому обычно отдается предпочтение по сравнению с логарифмическим законом Вебера-Фехнера.

Первые пять пунктов, как видим, касаются изучения порогов (психофизика-I), последние три — шкалирования (психофизика-II). Перечисленные различия между классической психофизикой и современной дали основание дополнительно именовать их соответственно: *статической* и *динамической*. Прилагательное «статическая» подчеркивает стремление исследователей к стабильности и «стерильности» экспериментальной ситуации, в которой работа испытуемого предстает как простой сенсорный отклик на предъявляемый стимул. Прилагательное «динамическая» подчеркивает стремление исследователей к максимально возможному учету привходящих в экспериментальную ситуацию факторов, превращающих сенсорную работу испытуемого в сложный многоплановый процесс его реакции на этот комплекс воздействий и обстоятельств. Как известно, лабораторному эксперименту инкриминируется низкий уровень так называемой «экологической валидности», то есть искусственность экспериментальной ситуации, не отражающей естественных ситуаций в жизни человека [29. С. 90]. Психофизические методы являют собой образец лабораторного эксперимента. Переход к принципам динамической психофизики в определенной степени исправляет этот «грех нежизненности».

Были бы, однако, совершенно неправомерными как попытки чрезмерного противопоставления классической психофизики современным ее модификациям, так и недооценка значения классической психофизики для современной науки и практики. Во-первых, основной и наиболее важный фактический материал был получен в рамках классической психофизики, которой принадлежит заслуга разработки основных законов и экспериментальных методов. Во-вторых, исследования, проводимые с использованием

классических психофизических методов продолжают доминировать в различных прикладных разделах психологии (например, в медицинской и инженерной психологии). Эти методы остаются наиболее удобными для использования в практических целях. В-третьих, считается, что влияние внесенсорных факторов, даже в условиях дефицита сенсорной информации, как правило, невелико. Эти изменения порога сопоставимы с естественными суточными колебаниями сенсорной чувствительности. Они значительно уступают тем изменениям чувствительности, которые вызываются сенсорным взаимодействием стимулов.

Деление психофизики по задачам и методам в литературе иногда рассматривается как собственно структура психофизики. Коротко охарактеризуем каждую из этих трех взаимосвязанных частей психофизики.

Экспериментальная психофизика разрабатывает и обосновывает методы получения новых знаний при непосредственном изучении объекта. Задача состоит в разработке как общей теории и практики психофизического эксперимента, так и частных методов исследования чувствительности и шкалирования субъективных характеристик объектов.

Теоретическая психофизика занимается разработкой единой теории сенсорно-перцептивных процессов на базе эмпирических данных.

Прикладная психофизика занимается внедрением психофизических знаний в практику. Одной из важнейших областей их приложения является прием и переработка информации человеком. Широко применяются также психофизические методы в медицине и в технике средств связи (радиовещание, телевидение).

По своей внешней структуре (связям с другими областями научных знаний) психофизика является составной частью психологии. Ее специфика определяется теснейшей связью с естественными и точными науками. У естественных наук (физика, химия, биология, физиология и др.) психофизика в первую очередь заимствовала теоретические принципы анализа изучаемых явлений и экспериментальные методы исследований. Методы точных наук (математика, статистика, комбинаторика и др.) нашли широкое применение при планировании эксперимента и при обработке и интерпретации эмпирических данных.

Своеобразие психофизики состоит также в том, что она способствовала возникновению и до сих пор влияет на развитие других отраслей психологии, в первую очередь экспериментальной психологии и теории психологического эксперимента. Да и психология в целом только с появлением психофизики приобрела научные очертания, превратившись из умозрительной в экспериментальную науку. Психофизика, будучи источником огромного количества научных данных, подтверждающих материальность и познаваемость мира, сыграла решающую роль в формировании методологических основ научной психологии. В значительной мере именно ей обязана психология тем, что многие понятия, прежде считавшиеся исключительно философскими, стали психологическими категориями, а обозначаемые ими явления стали предметом конкретного научно-психологического экспериментального исследования. Прежде всего сюда надо отнести понятия «ощущение» и «восприятие».

Таким образом, психофизику нужно рассматривать, с одной стороны, как один из важнейших и наиболее разработанных разделов психологии в определенной мере даже как ее методологическое основание, а с другой стороны, как связующее звено между психологией и естественными и точными науками. Такой статус психофизики позволяет рассматривать ее положение в системе психологических дисциплин двояко: во-первых, как один из фундаментальных разделов психологии наряду с такими, как общая и дифференциальная психология, психофизиология, психология развития и т. п., и, во-вторых, как подраздел общей психологии (что в настоящее время встречается чаще)

2. ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ПСИХОФИЗИКИ

2.1. Сенсорно-перцептивная организация человека

Предмет и объект исследований психофизики определяют совокупность ее понятий, большинство которых прошло, как и сама психофизика, сложный и довольно долгий путь развития. Многие из них на разных этапах развития науки получали различное толкование, упразднялись, появлялись вновь. Некоторые понятия и по сей день разными школами и отдельными учеными трактуются неодинаково. Тем не менее, к настоящему времени сложилась определенная довольно стройная система психофизических понятий, опирающаяся на методологические принципы психологии. Реализация этих принципов находит свое воплощение в представлениях о **сенсорно-перцептивной организации человека**, обеспечивающей целостное чувственное отражение реальности. Указанная организация в физиологическом плане представляется как система нервно-гуморальных механизмов, основополагающим компонентом которых является совокупность взаимосвязанных сенсорных систем (анализаторов). В плане психологическом сенсорно-перцептивная организация представляется как система сенсорных (*от лат. sensus* — чувство, ощущение) и перцептивных (*от лат. perceptio* — восприятие) явлений. Первые реализуются в виде *сенсорных процессов* и результатов их протекания — *сенсорных образов*, объединяемых названием **ощущения**. Вторые выступают в виде перцептивных процессов и их результатов — перцептивных образов, объединяемых названием **восприятия**. Поскольку данное пособие ограничивается узкой трактовкой психофизики, то есть сенсорной психофизикой, то в дальнейшем изложении сосредоточим внимание на первой составляющей сенсорно-перцептивной организации человека, а именно на ощущениях.

Сенсорно-перцептивная организация присуща и животным, но уровень ее активности, сложности и тонкости устройства уступает человеческой. У большинства биологических видов животных этот уровень ограничен ощущениями и, видимо, только у высших позвоночных (млекопитающих) он развит до уровня восприятий. Сенсорно-перцептивная организация человека есть эволюционно отшлифованный адаптивный механизм адекватного взаимодействия человека и окружающей среды (как природной, так и социальной). Влияния среды представляют собой невообразимо многообразный комплекс воздействий, именуемых в психологии и, в частности, в психофизике **раздражителями и стимулами**. Реагирование сенсорно-перцептивной системы на внешние воздействия проявляется в ее **чувствительности** к этим воздействиям.

Таким образом, сенсорно-перцептивная организация человека как основной специфический предмет исследования психофизической науки предопределяет понятийный аппарат психофизики. Обозначенные выше понятия являются ведущими категориями этого аппарата. Рассмотрим их подробнее.

2.2. Стимул

Воздействия, принимаемые сенсорно-перцептивной системой человека и вызывающие его ответную реакцию, называют и раздражителями, и стимулами, и сигналами. Конечно, все это очень близкие понятия, но не идентичные.

Раздражитель — это любое материальное воздействие (внешнее или внутреннее, осознаваемое или неосознаваемое), выступающее условием последующих изменений состояний *организма*. Различают раздражители биогенные, абиогенные и неопределенные. *Биогенные* имеют непосредственное биологическое значение, то есть напрямую способствуют или препятствуют удовлетворению биологических потребностей (в первую очередь обмену веществ). *Абиогенные* раздражители имеют опосредованное биологическое значение, то есть

являются предвестниками наличия биогенных раздражителей. И в этой роли выполняют функции сигналов. *Неопределенные* раздражители не несут информацию о биологической значимости, но могут вызвать изменение в физиологическом состоянии индивида. Эффект действия раздражителя опосредуется **организмом**, а ответ индивида на это действие есть **физиологический уровень** отражения действительности.

Если вызванное раздражителем изменение физиологического состояния организма влечет за собой психические изменения у индивида, то есть воздействие, физиологические и психологические изменения связаны строгой причинно-следственной связью, то раздражитель выступает как **стимул**, а само изменение *как реакция* на этот стимул. В психологии стимул наряду с мотивом является побуждением к действию (сенсорному, перцептивному, умственному, аффективному, мнемическому, волевому). Но если мотив — это внутреннее (субъективное) побуждение, вытекающее из потребностей, то стимул — побуждение внешнее (объективное), поступающее из среды (в том числе внутренней среды организма). Эффект действия стимула опосредуется психикой, а ответ индивида на это действие есть психологический уровень отражения действительности.

Сигнал — это воздействие, несущее информацию о каком-либо событии (обычно происходящем в текущем времени, но возможно и о грядущем или свершившемся) и ориентирующее приемник сигналов (в том числе живые системы) относительно этого события. Поэтому абиогенные раздражители и выступают часто в роли сигналов. Именно отражение не имеющих прямого отношения к физиологическим процессам признаков раздражителей, по мнению многих исследователей, знаменует переход от физиологического к психологическому уровню взаимодействия живых систем со средой. В психологии сигнал рассматривается как стимул с определенным **значением**.

Итак, понятие «раздражитель» выступает в психологии родовым по отношению к понятиям «стимул» и «сигнал», между которыми также имеются определенные отличия. Тем не менее все эти три термина зачастую используются как синонимы

В сенсорной психофизике понятие «стимул» обычно конкретизируется в понятии «сенсорный стимул», хотя для краткости обычно сохраняют наименование просто «стимул». **Сенсорный стимул** — это изменение во внешней среде, оказывающее на орган чувств воздействие, вызывающее ощущение. Сенсорные стимулы несут информацию о среде, позволяющую индивиду приспособиться к ней. Таким образом, они являются для индивида сигналами к выработке различных приспособительных реакций.

Известно, что одни и те же ощущения могут вызываться стимулами разной физической природы. Например, зрительные ощущения могут появиться не только под действием световых стимулов, но и электрических, химических, механических («искры из глаз» при ударе). Но только свет является адекватным раздражителем для глаза. В этом случае говорят об адекватном стимуле. **Адекватный сенсорный стимул** — это стимул, к воздействию которого данный орган чувств приспособлен и к форме энергии которого обнаруживает особенно высокую чувствительность.

Физические раздражители одной и той же природы, вызывающие один и тот же вид ощущений, могут отличаться друг от друга по каким-либо отдельным частным физическим параметрам. Так, звуковые раздражители могут различаться между собой по частоте, амплитуде или спектру звуковых колебаний. Эти физические характеристики называются в психофизике **специфическими сенсорными стимулами**.

2.3. Анализатор (сенсорная система)

Всем известно, что мы имеем несколько органов чувств, специализирующихся на приеме определенных видов раздражителей. Глаз — на зрительные, ухо — на звуковые, язык — на вкусовые и т. д. Но эти органы чувств — только видимые внешние части более сложных органов, в которых происходит прием и переработка чувственной информации. В целом эти

сложные органы называются *сенсорными системами* или *анализаторами*. Последнее название ввел в научный оборот И. П. Павлов. И хотя сенсорная система производит не только анализ поступающей информации, но и ее синтез, термин Павлова в науке «прижился» и широко используется. Работа анализатора носит рефлекторный характер. (*Рефлекс* — это опосредованная нервной системой закономерная ответная реакция организма на раздражитель.) Таким образом, **анализатор (сенсорная система)** — это сформировавшаяся в процессе эволюции анатомо-физиологическая система организма по приему и переработке сигналов из среды (внешней и внутренней) индивида для обеспечения его адекватной ориентировки в ней и адекватному взаимодействию с объективной действительностью.

Анализатор состоит из трех отделов (рис. 2):

1. Периферический, реагирующий на внешнее воздействие и преобразующий энергию этого воздействия (раздражение) в нервный процесс (возбуждение). Локализуемые в этом отделе высокочувствительные нервные клетки (*рецепторы*) трансформируют механическую, термическую, электромагнитную или химическую энергию раздражителей в ионный ток. Накопившиеся электрические потенциалы дают ритмический разряд, посылаемый в следующий отдел анализатора.

2. Проводниковый отдел осуществляет связь между периферическим и центральным отделами анализатора. В его составе различают афферентные и эфферентные пути. По первым проходит центростремительная, или восходящая, сенсорная импульсация от рецепторов к головному мозгу. По эфферентным путям проходит центробежная, или нисходящая, импульсация от мозга к соответствующим мышцам (посредством двигательного анализатора), то есть *команда*, определяющая ответную реакцию.

3. Центральный отдел представлен определенными участками головного мозга (коры и подкорки), куда адресуются импульсы от рецепторов и где происходит основной анализ и синтез сенсорной информации. Из центрального отдела исходит нервная импульсация к периферии (мышцам и внутренним органам).

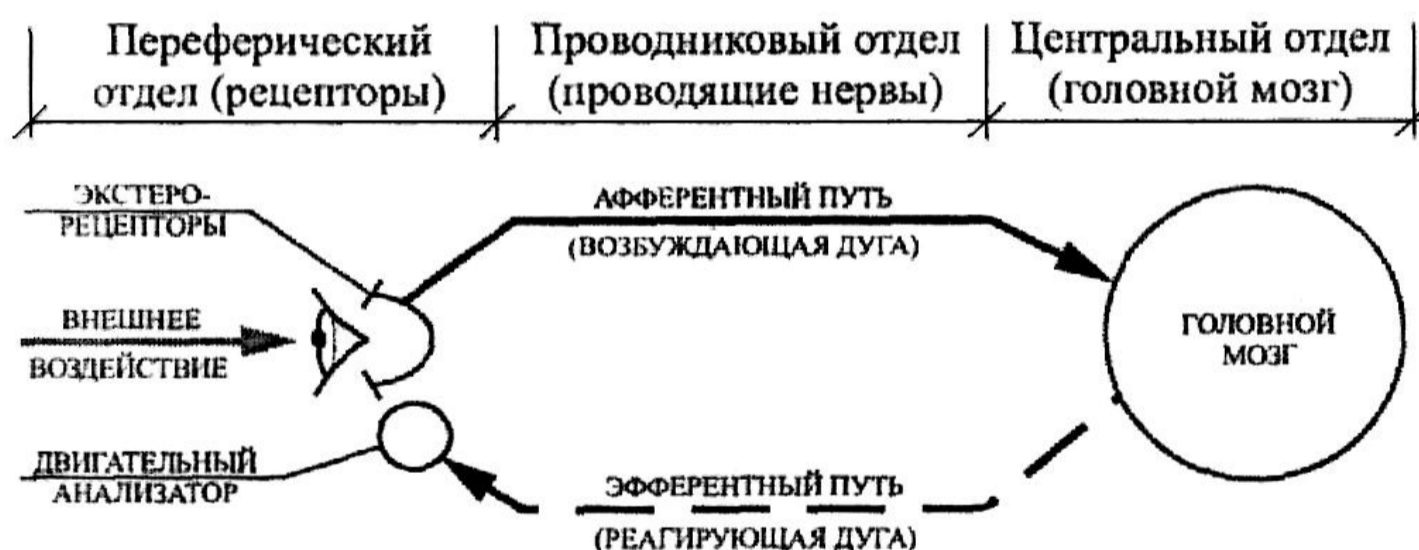


Рис. 2. Принципиальная схема сенсорной системы

Для правильного понимания работы сенсорных систем необходимо учитывать следующие моменты:

- 1) периферическим участкам (рецептивным зонам) соответствуют определенные «свои» участки головного мозга;
- 2) в центральном отделе каждого анализатора имеется ядро и периферия. В ядре сконцентрирована основная масса соответствующих нервных клеток. Периферия — зона рассеянных клеток, которые включены в области, смежные с ядрами других анализаторов;
- 3) процесс переработки (анализа и синтеза) сенсорной информации осуществляется всеми отделами анализатора, а ощущение является результатом его работы как единого целого (системы).

2.4. Сенсорная чувствительность

Чувствительность — общебиологическое свойство живого, состоящее в способности живых систем отвечать на изменения среды какой-либо специфической реакцией: движением, возбуждением, секрецией, ощущением и т. д.

В эволюции наблюдаются следующие основные ступени взаимодействия живого со средой: *раздражимость* — *общая чувствительность* — *специальная чувствительность* — *чувственное непосредственное отражение (реактивное отражение: перцепция и аффекты)* — *логическое опосредованное отражение (активное отражение: мышление и воля)*. Бегло раскроем содержание этих ступеней.

Главный, центральный процесс в живых системах, обеспечивающий поддержание в них жизни, — это *обмен веществ*. Основным условием осуществления этого процесса выступает **раздражимость**, то есть способность органических тел возбуждаться от соприкосновения с раздражителем и отвечать на них определенной реакцией. В отличие от реакций (физических, химических и др.) в неживой природе это проявление *активности и самостоятельности*, повышающее вероятность получения нужного материала для обмена веществ и лучшего его протекания. Проявляется эта активность в изменении коллоидно-химической структуры и физиологических свойств протоплазмы живой клетки, понижении или повышении возбудимости к различным воздействиям, в движении.

В соответствии с наиболее, на наш взгляд, приемлемой гипотезой появления психики в филогенезе [20] на низших ступенях живого (в относительно однородной среде) раздражимость как форма отражения раздражителей осуществляется *непосредственно*. Это значит, что воздействия сами напрямую способствуют или затрудняют обмен веществ. На поведенческом уровне это выражается в виде тропизмов и таксисов. *Тропизм* (от греч. tropos — поворот, направление) — направленные ростовые движения органов растений, вызванные односторонним действием какого-либо раздражителя: света (фото-, гелиотропизм), земного притяжения (геотропизм — проникновение корней в почву, рост стволов вверх), химических веществ (хемотропизм) и др. *Таксисы* (от греч. taxis — расположение по порядку) — общая механическая ориентация организма в целом по отношению к раздражителю (пище, свету, прикосновению и т. п.). Обычно это присуще свободно передвигающимся клеткам (зооспоры, сперматозоиды, лейкоциты), низшим растениям (сине-зеленым водорослям), низшим животным (одноклеточные, кишечнополостные, членистоногие). Положительные тропизмы и таксисы — движение к раздражителю, отрицательные — от раздражителя. Усложнение условий обитания заставляет реагировать не только на эти прямые, но и на связанные с ними индифферентные раздражители. Эти нейтральные воздействия сами по себе не влияют на обмен веществ, но говорят о близости (в пространстве или времени) важных, непосредственных воздействий. Тем самым эти нейтральные раздражители приобретают сигнальное значение, а их отражение живыми системами знаменует переход от физиологического на *психологический уровень отражения*. Следовательно, о психике можно говорить там, где происходит отражение воздействий, не имеющих непосредственного биологического значения (не обеспечивающих непосредственно обмена веществ), но ориентирующих организм среди важных явлений. Раздражимость преобразуется в **общую чувствительность**. Для этого уровня характерно появление тканей, специализирующихся на приеме сигналов и ориентации в среде: формируется нервная ткань. Нервная система берет на себя и функцию управления организмом (внутренние процессы и внешнее поведение).

Дальнейшее развитие отражательной способности живого связано с дифференциацией **специальных видов чувствительности** и соответствующей *специализацией чувствующих органов*, что отражается понятием «модальность». Но ясно, что специфические раздражители отражаются только потому, что связаны с биологически важными воздействиями. Общая чувствительность (как называл ее И. М. Сеченов, «равномерно разлитая по всему телу»)

постепенно реализуется специальными органами (анализаторами), реагирующими на определенные раздражители. Качественная близость общей и специальной чувствительности подтверждается происхождением дистантной чувствительности из контактной. Первая реализует отражение сигнальных раздражителей, вторая преимущественно служит осуществлению постоянных связей с жизненно важными воздействиями. На поведенческом уровне этот этап развития отражения выражается в виде *рефлексов*, то есть опосредованных нервной системой ответов организма на воздействие среды. В самом первом приближении можно принять версию, что физиологические механизмы, обеспечивающие отражение непосредственно биологически значимых раздражителей, — это безусловные рефлексы и их комплексы (вплоть до инстинктов). Отражение сигнальных раздражителей обеспечивается условно-рефлекторными механизмами. Безусловно-рефлекторные механизмы, кроме всего прочего, дают настройку сенсорных систем на лучшее восприятие раздражителей. Эта роль у животных и человека выполняется ориентировочным, адаптационным и оборонительным безусловными рефлексами. Правда, в составе этих рефлексов у развитых животных есть и условные компоненты, их соотношение динамично. Вершиной рефлекторного реагирования является *инстинктивное поведение*, то есть сложное стереотипное для данного вида поведение, детерминированное генетически. Действие раздражителя «запускает» соответствующие данным условиям реакции и их комплексы (инстинкты).

Дифференциация чувствительности обеспечила дальнейшее совершенствование психического отражения. Усложнение самих организмов и их связей со средой определило появление адекватных этим связям способов отражения. Эволюцией отрабатывается эмоциональное отражение как обобщенная оценка сигналов в виде отношения к соответствующему раздражителю и совершенствуются восприятия и память. **Чувственное отражение усложнено, но еще непосредственно**, так как включено напрямую в ткань жизни, осуществляется в текущей жизнедеятельности без предвидения. На этом этапе поведение усложняется и включает уже, помимо чисто инстинктивного, и такие формы, как *импринтинг* и *научение*. Импринтинг (индивидуально-видовая память) является как бы связующим звеном между врожденными и приобретенными формами поведения. Механизм — врожденный, но направленность его действия — приобретенная. Научение — это произвольное приобретение индивидуального опыта в онтогенезе, включая и совершенствование инстинктивного поведения в соответствии с конкретными условиями среды. Научение носит адаптивный характер и осуществляется через многократное, но не сознательно организованное повторение или через подражание. В обоих случаях существенна роль подкрепления. Одна из основных форм результата научения — навык.

В дальнейшем при расширении связей с миром и, в первую очередь, за счет *социальной сферы* осуществляется переход к более *активным формам* познания (мышление) и регуляции (воля). Это уже этап **логического опосредованного отражения**, соответствующий сознательному уровню развития психики.

• • •

У человека различают чувствительность **сенсорную** и **эмоциональную** (*от фр. emotion < лат. emovere — возбуждать, волновать*). В первом случае речь идет о реагировании на изменения среды путем возникновения или изменения интенсивности (силы) ощущений, а во втором — путем изменения эмоциональной окраски протекающих психических процессов и состояний. Нас сейчас интересует первый вид чувствительности. Удачное определение сенсорной чувствительности дал Б. Г. Ананьев: как «способность к распознаванию величины и качества раздражителя» [1.С. 129].

Сенсорную чувствительность по способу ее выявления и по признаку отнесенности (нервная система или психика) следует дифференцировать на *нервную (нервно-сенсорную)* и *психическую (психосенсорную)* разновидности. В первом случае речь идет о возбудимости физиологического субстрата психики — нервной системы и ее отдельных областей,

«ведающих» соответствующими ощущениями. Во втором случае имеются в виду собственно психические процессы ощущений. Само собой разумеется, что оба вида сенсорной чувствительности неразрывно связаны друг с другом: психосенсорная чувствительность немыслима без чувствительности, нейросенсорной и всегда ее предполагает. Поскольку психология изучает в основном психологические аспекты чувствительности договоримся в дальнейшем для простоты изложения терминами «чувствительность» и «сенсорная чувствительность» обозначать именно психосенсорную чувствительность.

В случае *появления (или исчезновения)* ощущения говорят об **абсолютной чувствительности**, а в случае *изменения величины* ощущения говорят о **дифференциальной чувствительности**. Эти два вида сенсорной чувствительности соответствуют двум разным формам познавательной деятельности: первая — процессу *обнаружения*, а вторая — процессу *различения*.

2.5. Ощущение

2.5.1. Ощущение как первичный познавательный процесс

Ощущения представляют собой проявление сенсорной чувствительности. И данные эволюции, и наблюдения за развитием детей показывают, что ощущения являются самой первой и самой простой формой психической ориентировки организма (а точнее, индивида) в окружающем мире. В них отражаются отдельные свойства предметов и явлений, с которыми индивид (в том числе человек) входит в непосредственный контакт.

Любое ощущение есть простейший процесс взаимодействия организма со средой, в финале которого формируется впечатление о каком-либо свойстве этой среды. Это впечатление называется сенсорным образом. Каждый из нас, конечно, знаком с такими образами. Это ощущение горячего и холодного, тяжелого и легкого, мягкого и твердого, сладкого и горького и т. д. и т. п.

Итак, **ощущение** — это первичный познавательный процесс и простейший чувственный образ, отражающий отдельные свойства предметов и явлений при их непосредственном воздействии на организм.

К первичным познавательным, или когнитивным (*от лат. cognitio* — знание, познание) процессам кроме ощущения относится еще и **восприятие**. Ощущения свойственны большинству животных, восприятия же, как уже отмечалось, в полном объеме, видимо, присущи лишь млекопитающим. *Первичными* эти процессы называются потому, что именно с них начинается ориентировка организмов в окружающей среде путем отражения воздействующих на них в данный момент различных влияний (раздражителей, стимулов, сигналов). Полученная с помощью ощущений и восприятий сенсорно-перцептивная информация используется индивидом для адекватного реагирования на оказываемые воздействия в настоящем или будущем. Для выстраивания эффективного поведения в дальнейшем сенсорно-перцептивная информация переводится в память субъекта и используется им в дальнейшем в сходных условиях. У человека хранящаяся в памяти информация служит базой для работы высших психических процессов: мышления, воображения, речи. На основе знаний, получаемых всей совокупностью познавательных процессов, человек регулирует свое поведение с помощью аффективных (эмоции и чувства) и волевых процессов.

2.5.2. Классификация ощущений

В житейской практике обычно различают пять органов чувств человека и соответственно пять видов ощущений (а точнее, восприятий): зрительные, слуховые, вкусовые, обонятельные и осязательные. Иногда говорят о шестом чувстве, подразумевая нечто выходящее за обычные представления о возможностях человека. Например, чувство опасности, присущее охотникам.

Обнаружены сенсорные способности животных, отличные от человека. Скажем, предчувствие землетрясений, ориентировка перелетных птиц по магнитным силовым линиям Земли, тепловидение у змей и пр.

Издавна повышенный интерес проявляется к так называемым *экстрасенсорным*, или *сверхчувственным* возможностям человека. Под ними подразумеваются либо очень обостренная сенсорная чувствительность к некоторым обычным для человека видам раздражителей (например, улавливание микродвижений или малейших температурных изменений), либо способности к психическому отражению воздействий, обычно человеком не воспринимаемых, для которых у человека в норме природой не предусмотрено специальных органов чувств (например, слабых гравитационных или электромагнитных полей). Некоторые из подобных гипотетических способностей пока вообще не имеют вразумительного научного описания и объяснения (например, телепатия, телекинез и т. п.) и поэтому относятся к сфере парапсихологии (*от греч. para — около, вблизи*). Возможно, в будущем, если подобные эффекты получат достоверные подтверждения и удовлетворительные объяснения, их придется отнести к разряду нечувственного познания. Психофизика же занимается чувственной сферой, получившей строгую научную проверку.

На сегодняшний день науке известно значительно больше пяти специализированных сенсорных систем и соответственно столько же видов ощущений. Классифицировать ощущения можно по разным основаниям.

I. Наиболее распространена классификация *по видам анализаторов*, специализирующихся на приеме сигналов (стимулов) определенной природы, то есть по **модальностям.**

1. Зрительные ощущения:
 - а) световые (ахроматические, нецветовые);
 - б) цветовые (хроматические).
2. Слуховые ощущения.
3. Обонятельные ощущения.
4. Вкусовые ощущения.
5. Кожные ощущения:
 - а) тактильные (прикосновения и давления);
 - б) температурные (тепла и холода);
 - в) болевые.
6. Двигательные, или мышечно-суставные ощущения; они же — кинестезии (*от греч. kinema — движение*):
 - а) ощущения положения тела;
 - б) ощущения положения частей тела.
7. Вестибулярные, или статико-динамические ощущения: а)равновесия; б)ускорения.
8. Вибрационные ощущения.
9. Органические ощущения (вызванные изменениями внутренней среды организма).
 - 9.1. Строгая классификация органических ощущений:
 - а) хеморецепторные ощущения (отклик на химические изменения);
 - б) терморецепторные ощущения (отклик на температурные изменения);
 - в) барорецепторные ощущения (отклик на давление во внутренних органах);
 - г) болевые.
 - 9.2. Нестрогая классификация органических ощущений:
 - а) ощущение голода;
 - б) ощущение жажды;
 - в) ощущения от работы сердечно-сосудистой, дыхательной, половой и других физиологических систем организма;
 - г) смутное ощущение общего самочувствия.

II. В 1906 г. английский физиолог Ч. Шеррингтон предложил различать ощущения *по местоположению рецепторных отделов анализаторов*:

1. Экстерорецептивные (внешние) ощущения:
 - а) дистантные (зрительные, слуховые, обонятельные);
 - б) контактные (вкусовые, кожные, вибрационные).
2. Проприорецептивные (кинестетические) ощущения.
3. Интерорецептивные (органические) ощущения.

III. В 1918 г. английский невролог Х. Хэд поделил ощущения *по времени их формирования в филогенезе* (то есть в ходе биологической эволюции) на две группы:

- 1) Древние (протопатические) ощущения.
- 2) Новые (эпикритические) ощущения.

Ясно, что контактные ощущения по классификации Шеррингтона древнее дистантных.

IV. Б. Г. Ананьев предлагал соотносить виды ощущений с *формами движения материи* по Ф. Энгельсу:

- 1) Механическое движение: тактильные, вибрационные, мышечные, вестибулярные ощущения.
- 2) Физическое (молекулярное) движение: зрительные, слуховые ощущения.
- 3) Химическое движение: обонятельные, вкусовые ощущения.
- 4) Биологическое движение: органические, болевые, температурные ощущения

2.5.3. Свойства ощущений

Каждый вид ощущений обладает своей спецификой, обусловленной, с одной стороны, многообразием мира и внешних воздействий из него, а с другой стороны, — узкой специализацией анализаторов, реагирующих только на определенные воздействия (стимулы). Однако имеются свойства, общие для всех видов ощущений. Ими являются: 1) модальность и качество, 2) адекватность, 3) интенсивность, 4) длительность, 5) пространственная локализация.

Модальность — это свойство ощущений, отражающее природу вызывающих эти ощущения раздражителей и специализацию соответствующих анализаторов.

Например, зрительная модальность (природа раздражителя — свет как электромагнитные волны, анализатор — глаз), слуховая модальность (природа раздражителя — звук как механические колебания воздушной среды, анализатор — ухо).

Качество (или субмодальность) ощущения — это свойство ощущения, указывающее на его разновидность в пределах одной модальности.

Например, высота, громкость, тембр являются качествами слуховых ощущений. Каждому качеству ощущения соответствует определенная физическая характеристика раздражителя (его физический коррелят). В нашем примере высоте звука соответствует частота, громкости — амплитуда, тембру — спектр звуковых колебаний. Аналогично для зрительных ощущений частоте электромагнитных колебаний светового потока (или длине волны) соответствует ощущение цвета, или точнее цветового тона, амплитуде этих колебаний соответствует ощущение яркости, а спектру — насыщенность цвета. Различиям в химическом составе пищи соответствуют различия в качестве вкусовых ощущений: ощущения сладкого, горького, кислого и соленого.

Модальность и субмодальность — информационные (качественные) характеристики ощущения.

Интенсивность ощущения — это количественная характеристика ощущения, отражающая силу сенсорного процесса, обусловленную силой действующего раздражителя и состоянием анализатора. Интенсивность — основной измеряемый параметр ощущений.

Длительность ощущения — это временная характеристика ощущения, измеряемая интервалом времени, в течение которого ощущение возникает, развивается и исчезает. Зависит от времени действия раздражителя, его интенсивности и состояния сенсорной системы. Обычно длительность ощущения не совпадает с длительностью внешнего воздействия. Так, задержка возникновения ощущения связана с протеканием нервных импульсов по проводящим путям анализатора и временем, затраченным на переработку сенсорной информации во всех его отделах. Этот, так называемый *латентный*, то есть *скрытый период* весьма различен для ощущений разной модальности: 50 миллисекунд для вкусовых ощущений, 370 миллисекунд для болевых. В быту с этим каждый сталкивается. Например, прикоснувшись к горячему чайнику, мы понимаем, что обожглись, со значительным опозданием. Также после окончания воздействия обычно ощущение сразу не исчезает. Это называется *эффектом последствия*. Особенно ярко это проявляется в отношении зрительных ощущений, когда след от раздражителя остается в виде так называемого *последовательного образа*. На этом эффекте основана передача движения в кинематографе.

Пространственная локализация — это пространственная характеристика ощущения, заключающаяся в возможности определения местонахождения раздражителя с помощью анализаторов. Дистантные рецепторы (слуховые, зрительные, обонятельные) локализуют источник раздражения **во** внешнем пространстве. Контактные (вкусовые, кожные, болевые) — соотносят его с подвергшейся воздействию частью тела. Хуже всего локализуются болевые и органические ощущения.

Адекватность ощущения — это принадлежность ощущения и вызвавшего его раздражителя к одной модальности. Если эти же ощущения вызываются стимулами других модальностей, то они неадекватны.

Так, в приведенном ранее примере зрительные ощущения, вызванные светом, называются адекватными, а вызванные механическим воздействием («искры из глаз» вследствие удара, световые пятна от надавливания на глазное яблоко) — неадекватными. Ощущение кислого от прикосновения языка к полюсам батарейки карманного фонарика — неадекватное ощущение, так как вызвано неадекватным стимулом — электрическим, а не химическим воздействием.

Адекватность — интеграционная характеристика ощущения.

3. СЕНСОРНЫЕ ПОРОГИ

Очевидно, что слабые раздражители могут не вызвать у нас ощущений. Так, груз в 1 г навряд ли кто ощутит как вес, разве что как прикосновение, то есть кинестетических ощущений не возникает, возможны только тактильные ощущения. Но увеличивая понемногу исходный вес, мы, наконец, обнаруживаем его воздействие как ощущение тяжести. Очень слабый звук не вызовет слуховых ощущений, низкая концентрация сахара в чае не вызовет ощущение сладкого и т. д. Следовательно, ощущения возникают при воздействии раздражителей определенной величины, до которой ощущений не возникает.

Навряд ли мы также уловим разницу между весом 1000 г и 1001, 1002, 1003 г или между линиями длиной 100 см и 101 см. Но увеличив эту разницу до определенного предела, мы отличаем один стимул от другого. Следовательно, и для изменения ощущения также необходимо увеличить или уменьшить силу раздражителя на определенную величину.

Именно на фиксации величин раздражителя, необходимых для появления или изменения ощущения, и зиждется основной принцип *измерения ощущений*, а точнее, измерения *сенсорной чувствительности*.

Для количественной оценки сенсорной чувствительности используются ее разнообразные показатели, но чаще всего измеряют **сенсорные пороги**, именуемые также **порогами ощущений**. Они обычно подразделяются в соответствии с видами чувствительности (абсолютная и дифференциальная) на следующие классы:

1. Абсолютные пороги:

- а) нижний (R_n);
 - б) верхний (R_v).
2. Дифференциальные пороги (пороги различения):
- а) разностный ($\Delta R = R_1 - R_2$, где R_1 и R_2 соответственно первый и второй стимулы);
 - б) относительный ($R_{отн} = R_2 / R_1$);
 - в) относительного приращения ($R_{отн.пр.} = \Delta R / R_1$).
3. Оперативный порог.

Нижний абсолютный порог — это минимальная величина стимула, при которой появляется ощущение; или — величина стимула, при которой появляется еле заметное ощущение.

Верхний абсолютный порог — это максимальная величина раздражителя, вызывающая ощущения данной модальности. Дальнейшее увеличение раздражителя приводит к болевым ощущениям и повреждению органа чувств.

Разностный дифференциальный порог — это наименьшая разница между раздражителями, при которой они становятся различимыми; или — разница между раздражителями, при которой они становятся едва различимыми.

Относительный дифпорог и порог относительного приращения ясны из приведенных формул.

Оперативный порог — это наименьшая величина различия между сигналами, при которой достигаются максимальные скорость и точность различения.

Сенсорные пороги у человека не постоянны и все время колеблются, иногда в довольно больших диапазонах. К основным факторам изменчивости порогов относят следующие: 1) индивидуальные различия людей; 2) функциональное состояние анализатора; 3) условия среды; 4) наличие внутренних сенсорных помех (шумов) и спонтанные (непроизвольные) колебания чувствительности; 5) различия в процедурах измерения, на которые реагирует человек в силу активности психики.

Определения сенсорных порогов, приведенные выше, не являются достаточно строгими и содержат недостатки принципиального характера. В них не учитываются по крайней мере два обстоятельства. Первое состоит в том, что не существует способов выражения ощущения и его разнообразных изменений в терминах физических, химических и физиологических процессов так же, как не существует способов объективной (физическими средствами) регистрации субъективных (психологических) процессов. Поэтому, как правило, в психофизике оценка величины порога производится на основе отчета испытуемого о своих впечатлениях и переживаниях, выраженного в виде либо словесного, либо моторного (двигательного) ответов.

Между тем поведенческая реакция (суждение, «принятие решения») по современным представлениям является функцией двух переменных, а именно сенсорного процесса и различных несенсорных факторов. Среди последних можно упомянуть оценку испытуемым априорной вероятности появления сигнала, возможных последствий ответов того или иного рода, инструкции и т. д. Выход из создавшегося положения одни авторы видят в изыскании объективных (нейрофизиологических) критериев оценки величины порога, другие — в использовании для его определения поведенческих реакций человека. Примером первой (психофизиологической) трактовки порога является определение, данное ему В. Кейделем: абсолютный порог — это минимальная величина энергии раздражителя, которая в оптимальных условиях стимуляции вызывает еле заметное возбуждение в сенсорных отделах мозга. Речь идет об электронейрофизиологической регистрации вызванных ответов. Основной недостаток такого определения — в подмене предмета исследования. Это, в частности, приводит к весьма заметным расхождениям в оценке величины порога, произведенной электрофизиологическим методом и различными психологическими методами. Примером определения порога, основанного на регистрации поведенческих реакций, может быть определение, данное Т. Энгеном: порог — это граница раздела в континууме раздражителей, отделяющая те из них, которые вызывают положительный ответ, от тех, которые вызывают отрицательный ответ или

вообще остается без ответа. Как видим, в этом случае лишь предполагается известное соответствие между ощущением и суждением. В основу же оценки порога все-таки положена поведенческая реакция (ответ испытуемых). Такие и подобные им определения порогов в литературе принято называть *порогами обнаружения*, поскольку они характерны для теории обнаружения сигналов.

Второй проблемой, связанной с формулировкой определения порогов, является трудность расшифровки смысла понятия «минимальное (еле заметное) ощущение» или «минимальное различие между ощущениями». Так, до сих пор окончательно не решен вопрос о том, скачками или непрерывно изменяется ощущение при варьировании того или иного признака раздражителя. Кроме того, положительные ответы (типа вижу, слышу, ощущаю) могут появляться и в условиях отсутствия стимула. Поэтому оценка той величины стимула, которая соответствует минимальному ощущению или минимальному различию между ощущениями, на практике (в опыте) оказывается невыполнимой задачей.

В связи с указанными трудностями определения понятия порога принято различать операциональный (рабочий) и теоретический пороги. В *операциональном* смысле порог чувствительности — это некоторая эмпирическая величина, получаемая в результате проведенного по определенным правилам измерения. Притом, обычно эта величина определяется после какой-либо математической обработки экспериментальных данных. По замечанию Ю. М. Забродина, эта величина является не измеренной, а вычисленной [13. С. 122]. Что же касается *теоретического* определения, то оно направлено на выяснение сути этой эмпирически найденной величины порога и раскрытие принципов и механизмов работы сенсорных систем.

Весь комплекс этих вопросов в психофизике рассматривается в рамках так называемой *пороговой проблемы*, освещенной ниже.

По процедуре измерения чувствительности различают *инкрементные* и *декрементные* пороги. Первые находят с помощью процедуры увеличения переменного стимула (так называемые восходящие ряды стимуляции), вторые — с помощью процедуры его уменьшения (нисходящие ряды стимуляции).

Поскольку рабочие пороги определяются в конечном итоге путем математической обработки экспериментальных данных, то их величина зависит также и от *способа его вычисления* (например, порог как процентная величина обнаружения стимула может приниматься в диапазоне от 50% до 100%).

Еще раз напомним, что пороги, хотя и самый распространенный, но не единственный способ оценки сенсорной чувствительности. Так, теории современной психофизики предложили *целый ряд показателей* как пороговой, так и непороговой природы: нервный квант (NQ), частота ложных тревог, рабочая характеристика приемника (РХП) и производные из нее показатели (например, площадь под кривой РХП, способность индивида к обнаружению сигнала d' , относительное число правильных ответов) и т. д. Кратко о них будет сказано ниже во второй части пособия, подробнее они описаны в работах К. В. Бардина и Ю. И. Забродина [4, 5, 6, 7].

4. ПОРОГОВАЯ ПРОБЛЕМА

Пороговая проблема возникла в результате более чем столетней дискуссии по вопросу о характере протекания сенсорного процесса: изменяются ли Ощущения плавно и непрерывно или скачкообразно и дискретно? Сторонники обоих подходов приводили и приводят до сих пор убедительную аргументацию в пользу своих теорий и подвергают уничтожающей критике позиции своих теоретических противников. Однако до сего дня обе Концепции сосуществуют, служат теоретическим фундаментом для разработки многих плодотворных психофизических методов. Возможно, оба принципа — и дискретности, и непрерывности — отражают разные формы движения материи подобно тому, как теория света представлена в волновой и корпускулярной (квантовой) концепциях. Суть пороговой проблемы состоит в ответе на вопрос: что такое порог и какова его природа?

Пороговая концепция, или *концепция дискретности сенсорного ряда*, исходит из двух главных принципов: 1) понятия порога как рубежа, Разделяющего все множество рассматриваемых явлений на два непересекающихся подмножества; 2) представления о принципиальной преодолемости порога, вследствие чего воздействие одних и тех же причин может давать нижепороговый или вышепороговый эффект.

Таким образом, представители этой линии, начиная с Фехнера, рассматривали порог как критическую величину раздражителя, выше которой его действие вызывает ощущение, ниже — нет. Как указывает Д. Ликлайдер, «преодоление барьера (или барьеров) является основным в концепции порога» [21. С. 598]. Это относится как к абсолютным (нижним), так и к дифференциальным порогам. Применительно к разностному порогу — это наименьшая разница между раздражителями, выше которой различие между ними замечается, а ниже оба раздражителя кажутся одинаковыми. Таким образом, Г. Фехнер и его последователи в понятие порога вкладывали значение нижнего предела чувствительности. Графическая зависимость величины ощущения от интенсивности раздражителя выражается в этом случае ступенчатой линией с прямолинейными участками (рис. 3).

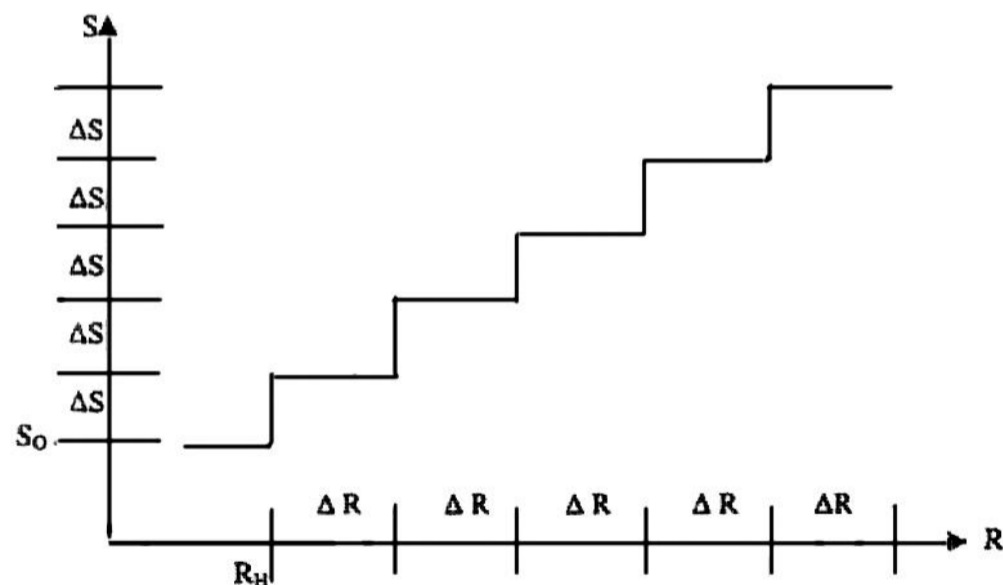


Рис. 3. График зависимости величины ощущения S от величины раздражителя R в соответствии с концепцией дискретности сенсорного ряда

Однако при измерении чувствительности исследователи столкнулись с бесспорным, экспериментально установленным фактом: порог не является постоянной величиной, а колеблется в некоторых (иногда довольно значительных) пределах. Поскольку постоянной пороговой точки нет, то порог приходится вычислять.

Отсюда сторонники пороговой теории делали вывод о флуктуации порога во времени (флуктуация — случайное отклонение; *от лат. fluctuatio* — колебание) и, признав методические к техническим трудностям его измерения, разрабатывали разнообразные приемы его определения. Их противники, начиная с Г. Мюллера, делали из этого факта другой вывод: о непрерывности сенсорного ряда и непрерывности сенсорного порога. Они предложили свое

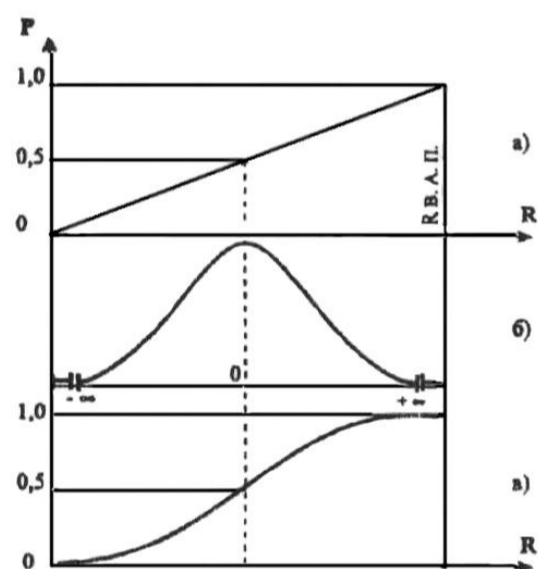
объяснение эмпирических данных. Ощущение — это непрерывная функция, зависящая от двух переменных: интенсивности раздражителя и степени предрасположенности сенсорной системы в данный момент к восприятию данного раздражителя. Эта предрасположенность зависит от многочисленных мелких колебаний состояния, которые всегда присутствуют и влияют на психический процесс, то есть от бесконечного множества неподдающихся учету факторов (опытность, усталость, внимательность, уровень мотивации и многие другие). Общий баланс случайных факторов (как способствующих, так и препятствующих возникновению ощущения) выражается случайной величиной, а поскольку число привходящих факторов велико, то эта случайная величина может рассматриваться как непрерывная.

Интенсивность раздражителя — величина стабильная (во всяком случае в эксперименте), но так как ее предъявление в разных случаях приходится на разный баланс благоприятных и неблагоприятных факторов, то один и тот же раздражитель может вызывать или не вызывать ощущение. Чем меньше интенсивность раздражителя, тем благоприятнее должен быть баланс случайных факторов, чтобы вызвать ощущение. Таким образом, влияние одной переменной (интенсивность раздражителя) сказывается в том, что зависимость появления ощущения от силы раздражителя выражается возрастающей функцией, а влияние второй переменной (баланс случайных факторов) сказывается на конкретном виде этой функции.

Если баланс случайных факторов распределен по нормальному закону (что при бесконечном числе этих факторов и их случайном характере справедливо), то графически функция ощущения в этом случае будет представлена кумулятивной кривой, называемой в психофизике *психометрической кривой* (рис. 4).

Рис. 4. График зависимости величины ощущения от величины раздражителя (R) в соответствии с концепцией непрерывности сенсорного ряда:

- P — вероятность появления ощущения;
- а) — зависимость без учета влияния случайных факторов;
- б) — распределение баланса случайных факторов;
- в) — психометрическая кривая.



Отсюда видно, что в предлагаемой модели ощущений отсутствует нижний предел чувствительности (как абсолютный, так и разностный) и, следовательно, исключается понятие порога в его теоретическом определении. В качестве показателей сенсорной чувствительности тогда предлагаются иные характеристики работы сенсорных систем (например, производные от упоминавшейся выше РХП).

Возможность операционального (рабочего) использования понятия порога представителями теории непрерывности сенсорного ряда допускается. В этом случае за порог принимается величина раздражителя, достаточная для появления ощущения при равновесии благоприятных и неблагоприятных факторов (на психометрической кривой — это точка, соответствующая вероятности $P = 0,5$). Этим рабочим понятием порога допускается пользоваться в прикладных целях, но не для описания механизмов работы сенсорных систем.

Для ориентации в данной проблематике и в связанных с ней других вопросах психофизики напомним имена ученых, наиболее плодотворно и целенаправленно работавших в этой области, и названия наиболее известных теорий (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Этапы	Концепция дискретности сенсорного ряда	Концепция непрерывности сенсорного ряда
Ранние исследования	- Г. Т. Фехнер — классическая пороговая теория. - П. П. Лазарев — ионная теория возбуждения.	- Г. Мюллер, Ж. Дельбеф, Д. Ястров, Г. Урбан, К. Пейрс — классическая теория непрерывности сенсорного ряда.
Современные исследования	- Д. Бекеш, С. Стивене, Д. Морган, И. Фолькманн, Д. Норман — нейроквантовая теория. - Г. Блэквелл — высокопороговая теория. - Р. Люс — теория двух состояний. - Р. Буш, Ф. Мостеллер — модели линейно-обучающегося наблюдателя. - Р. Аткинсон — теория переменной чувствительности.	- Д. Грин, Д. Свете, В. Таннер — психофизическая теория обнаружения сигнала. - Д. Свете — теория низкого порога. - К. В. Бардин — Гипотеза о зонной природе различения. - М. Б. Михалевская — гипотеза двух порогов (фильтров). - Ю. М. Забродин — стохастическая модель обнаружения.

Анализ зарубежной литературы по психофизике за последние 15 лет дает основания сделать следующие выводы: 1) в практически-прикладной сфере наблюдается подавляющее преобладание работ, базирующихся на парадигмах классической психофизики и использующих преимущественно понятие порога; 2) в теоретических изысканиях доминируют работы в русле идей современной психофизики, представляющие различные вариации теории обнаружения сигнала, реализующей концепцию непрерывности сенсорного ряда. Примерами работ второго характера служат многочисленные публикации в наиболее известных зарубежных журналах, освещающих данную проблематику — «Perception and Psychophysics» («Восприятие и психофизика»), «Behavioral and Brain Sciences», «Journal of Experimental Psychology: General», «Canadian Psychology», «British Journal of Psychology» и т. п. (42. С. 32). В отечественной научной литературе («Психологический журнал», «Вопросы психологии», материалы различных конференций, специализированные сборники и т. п.) прослеживаются те же тенденции.

5. СЕНСОРНОЕ ШКАЛИРОВАНИЕ

5.1. Общее представление о шкалировании

Шкалирование совмещает в себе черты *количественного и качественного* изучения реальности. Количественный аспект шкалирования состоит в том, что в его процедуру в подавляющем большинстве случаев входят измерение и числовое представление данных. Качественный аспект шкалирования выражается в том, что, во-первых, оно позволяет манипулировать не только количественными данными, но и данными, не имеющими единиц измерения, а, во-вторых, включает в себя элементы качественных методов (классификации, типологизации, систематизации).

Еще одной принципиальной особенностью шкалирования является совмещение в нем процедур *сбора данных и их обработки*. Можно даже говорить о единстве эмпирических и аналитических (формальных) процедур при шкалировании. Не только в конкретном исследовании трудно указать на последовательность и разнесенность этих процедур (они часто совершаются одновременно и совместно), но и в теоретическом плане не удастся обнаружить стадиальную иерархию (невозможно сказать, что первично, а что вторично).

Третий важный момент шкалирования — это его органическое «врастание» в специфические области знания и приобретение им наряду с признаками *общенаучного* метода признаков *узко-специфических*. Шкалирование на уровне всеобщего без потери необходимой информации охарактеризовать весьма непросто. Причина этого очевидна: совмещение в шкалировании эмпирических процедур с обработкой данных. Эмпирика конкретна, математика абстрактна. Поэтому срастание общих принципов математического анализа со специфическими приемами сбора данных дает указанный эффект. Неплохой иллюстрацией этому служит неясность с научными истоками шкалирования. Сразу несколько наук претендуют на звание его «родителя». Среди них и психология, где над теорией и практикой шкалирования работали такие выдающиеся ученые, как Л. Л. Терстон [40, 51], С. С. Стивенс [37, 38, 50], В. С. Торгерсон [52], А. Пьерон [34].

В психологической практике можно различить *две ситуации* с использованием шкалирования. Первая — это *построение шкал*, а вторая — *их использование*. В первом случае все упомянутые особенности шкалирования проявляются в полной мере. Во втором же они отходят на второй план, поскольку использование готовых шкал (например, «стандартных» шкал при тестировании) предполагает просто сравнение с ними показателей, полученных на этапе сбора данных. Таким образом, психолог в этом случае пользуется лишь плодами шкалирования, причем на этапах, следующих за сбором данных. Такая ситуация — обычное явление в психологии. Кроме того, формальное построение шкал, как правило, выносится за пределы непосредственных измерений и сбора данных об объекте. То есть основные шкалообразующие действия математического характера проводятся после сбора данных, что сопоставимо с этапом их обработки.

• • •

В самом общем смысле **шкалирование** есть способ познания мира через моделирование реальности с помощью формальных (в первую очередь, числовых) систем. Применяется этот способ практически во всех сферах научного познания (в естественных, точных, гуманитарных, социальных, технических науках) и имеет широкое прикладное значение.

Наиболее строгим определением представляется следующее: **шкалирование** — это процесс отображения по заданным правилам эмпирических множеств в формальные.

Под **эмпирическим множеством** понимается любая совокупность реальных объектов (людей, животных, явлений, свойств, процессов, событий), которые находятся в определенных

отношения друг с другом и которые можно обозначить каким-либо символом. Указанные отношения могут быть представлены четырьмя типами (эмпирическими операциями): 1) равенство (равно — не равно); 2) ранговый порядок (больше — меньше); 3) равенство интервалов (больше или меньше на столько-то одинаковых интервалов как единиц измерения); 4) равенство отношений (больше или меньше во столько-то раз).

По природе эмпирического множества шкалирование может быть *физическим* или *психологическим*. В первом случае шкалированию подвергаются физические характеристики объектов (например, вес, размеры, длительность), во втором — субъективные, психологические (например, ощущения, эмоциональность, интеллект).

Под **формальным множеством** понимается произвольная совокупность символов (знаков, чисел, меток, слов, геометрических фигур), связанных между собой определенными отношениями, которые соответственно эмпирическим отношениям описываются четырьмя видами формальных (математических) операций: 1) «равно — не равно» ($= \neq$); 2) «больше — меньше» ($> <$); 3) «сложение — вычитание» ($+ -$); 4) «умножение — деление» ($\times \div$). Следует особо подчеркнуть, что выбор символов является произвольным актом, хотя и подчиняется определенным правилам, формальным требованиям.

Отображение отношений (операций) из эмпирического множества в формальное может осуществляться как с сохранением типа (структуры) отношений, так и без такого сохранения. В первом случае говорят об изоморфизме (*от греч. isos — равный, одинаковый + morphe — форма*) структур, во втором — об отсутствии изоморфизма. Однако в любом случае предполагается взаимно-однозначное соответствие между элементами эмпирического и формального множеств. Иначе говоря, требуется, чтобы один и тот же символ не приписывался различным эмпирическим объектам (или классам объектов) и, наоборот, чтобы одному и тому же элементу эмпирического множества не приписывались разные символы. В случае изоморфности структур производится так называемое прямое (субъективное) шкалирование, при отсутствии изоморфизма производится косвенное (объективное) шкалирование.

Отношения между элементами эмпирического множества и соответствующие допустимые математические операции (допустимые преобразования) обуславливают *уровень шкалирования* и тип получаемой Шкалы (по классификации С. С. Стивенса). Первому, наиболее простому типу отношений ($= \neq$) соответствуют наименее информативные Шкалы наименований, второму ($> <$) — шкалы порядка, третьему ($+ -$) — Шкалы интервалов, четвертому ($\times \div$) — самые информативные шкалы отношений. Первые два вида шкал не имеют метрики, то есть единиц измерения, поэтому их построение является неметрическим шкалированием. Построение шкал интервалов и отношений (пропорций) есть метрическое шкалирование, поскольку здесь используются единицы измерения.

• • •

Процесс психологического шкалирования условно можно разделить *на два основных этапа*: эмпирический, на котором производится сбор данных об эмпирическом множестве (в данном случае о множестве психологических характеристик исследуемых объектов или явлений), и этапа формализации, то есть математико-статистической обработки данных первого этапа. Особенности каждого из этапов определяют методические приемы конкретной реализации шкалирования. В зависимости от объектов исследования психологическое шкалирование выступает в двух разновидностях: психофизическое или психометрическое.

Психофизическое шкалирование заключается в построении шкал для измерения субъективных (психологических) характеристик объектов (явлений), имеющих физические корреляты с соответствующими физическими единицами измерения. Например, субъективным характеристикам звука (громкости, высоте, тембру) соответствуют физические параметры звуковых колебаний: амплитуда (в децибелах), частота (в герцах), спектр (в показателях составляющих тонов и огибающей). Таким образом, психофизическое шкалирование позволяет выявить зависимость между величинами физической стимуляции и психической реакции, а

также выразить эту реакцию в объективных единицах измерения, что является *метрическим шкалированием*. В результате получают любые виды косвенных и прямых шкал всех уровней измерения: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Психофизическое шкалирование ощущений называется **сенсорным шкалированием**.

Психометрическое шкалирование заключается в построении шкал для измерения субъективных характеристик объектов (явлений), не имеющих физических коррелятов. Например, характеристик личности, популярности артистов, сплоченности коллективов, выразительности образов и т. п. Реализуется с помощью некоторых методов косвенного (объективного) шкалирования. В результате получают шкалы суждений, относящиеся по типологии допустимых преобразований, как правило, к шкалам порядка, реже — к шкалам интервалов. В последнем случае в качестве единиц измерения выступают показатели вариативности суждений (ответов, оценок) респондентов. Наиболее характерными и распространенными психометрическими шкалами являются шкалы оценок и основанные на них шкалы установок. Психометрическое шкалирование лежит в основе разработки большинства *психологических тестов*, а также методов измерений в социальной психологии (социометрические методики) и в прикладных психологических дисциплинах. Поскольку вынесение суждений, лежащее в основе процедуры психометрического шкалирования, может быть применено и к физической сенсорной стимуляции, постольку эти процедуры применимы и для выявления психофизических зависимостей, но в этом случае получаемые шкалы не будут иметь объективных единиц измерения.

Как физическое, так и психологическое шкалирование может быть одномерным и многомерным. **Одномерное шкалирование** — это процесс отображения эмпирического множества в формальное по одному критерию. Получаемые одномерные шкалы отображают либо отношения между одномерными эмпирическими объектами (или одними и теми же свойствами многомерных объектов), либо изменения одного свойства многомерного объекта. Реализуется одномерное шкалирование с помощью методов и прямого (субъективного), и косвенного (объективного) шкалирования.

Под **многомерным шкалированием** понимается процесс отображения эмпирического множества в формальное одновременно по нескольким критериям. Многомерные шкалы отражают либо отношения между многомерными объектами, либо одновременные изменения нескольких признаков одного объекта. Процесс многомерного шкалирования в отличие от одномерного характеризуется большей трудоемкостью второго этапа, то есть формализации данных. В связи с этим привлекается мощный статистико-математический аппарат, например, кластерный или факторный анализы, входящие неотъемлемой частью в методы многомерного шкалирования. Исследование проблем многомерного шкалирования связано с именами К. Ричардсона и В. С. Торгерсона, предложивших его первые модели. Начало разработкам методов неметрического многомерного шкалирования положил С. Шепард. Наиболее распространенный и впервые теоретически обоснованный алгоритм многомерного шкалирования предложил В. Краскал. Обобщение сведений по многомерному шкалированию провел М. Дейвисон [12]. Специфика многомерного шкалирования в психологии отражена в работе Г. В. Парамей [31].

Раскроем упоминавшиеся ранее понятия «косвенное» и «прямое» шкалирования. **Косвенное, или объективное шкалирование** — это процесс отображения эмпирического множества в формальное при взаимном несоответствии (отсутствие изоморфизма) между структурами этих множеств. В психологии в основе такого несоответствия лежит постулат Фехнера о невозможности прямой субъективной оценки величины своих ощущений. Для количественного выражения ощущений используются внешние по отношению к ним (косвенные) единицы измерения, базирующиеся на различных оценках испытуемых: едва заметные различия (е.з.р.), время реакции (ВР), дисперсия различения, разброс категориальных оценок.

Косвенные психологические шкалы по способам их построения, исходным допущениям и единицам измерения образуют несколько групп, главные из которых следующие: 1) шкалы

накопления, или логарифмические шкалы; 2) шкалы, основанные на измерении ВР; 3) шкалы суждений (сравнительных и категориальных). Аналитическим выражениям этих шкал присвоен статус *законов*, названия которых связаны с именами их авторов: 1) логарифмический закон Вебера-Фехнера; 2) закон Пьерона (для простой сенсомоторной реакции); 3) закон сравнительных суждений Терстона и 4) закон категориальных суждений Торгерсона. Наибольшими прикладными возможностями обладают шкалы суждений. Они позволяют измерять любые психические явления, реализуют как психофизическое, так и психометрическое шкалирование, дают возможность многомерного шкалирования. По типологии допустимых преобразований косвенные шкалы представлены в основном шкалами порядка и интервалов.

Прямое, или субъективное шкалирование представляет собой процесс отображения эмпирического множества в формальное при взаимнооднозначном соответствии (изоморфизм) структур этих множеств. В психологии в основе этого соответствия лежит допущение о возможности прямой субъективной оценки величины своих ощущений (отрицание постулата Фехнера). Реализуется субъективное шкалирование с помощью процедур, выясняющих, во сколько раз (или на сколько) ощущение, вызванное одним стимулом, больше или меньше ощущения, вызванного другим стимулом. Если такое сравнение производится для ощущений разных модальностей, то говорят о *кросс-модальном субъективном шкалировании*.

Прямые шкалы по способу их построения образуют две основные группы: 1) шкалы, основанные на определении сенсорных отношений и 2) шкалы, основанные на определении величин стимулов. Второй

вариант открывает путь к многомерному шкалированию. Значительная часть прямых шкал хорошо аппроксимируется степенной функцией что на большом эмпирическом материале доказал С. С. Стивенс, именем которого названо аналитическое выражение прямых шкал — степенной закон Стивенса.

Для количественного выражения ощущений при субъективном шкалировании используются психологические единицы измерения, специализированные для конкретных модальностей и экспериментальных условий. Многие из этих единиц имеют общепринятые наименования: «соны» для громкости, «брилы» для яркости, «густы» для вкуса, «веги» для тяжести и т. д. По типологии допустимых преобразований прямые шкалы представлены главным образом шкалами интервалов и отношений.

5.2. Шкалирование и измерение

Обзор шкалирования будет неполным, если не указать на проблему его соотношения с измерением. На наш взгляд, эта проблема обусловлена отмеченными выше особенностями шкалирования: 1) совмещением в нем эмпирических процедур сбора данных и аналитических процедур обработки данных; 2) единством количественного и качественного аспектов процесса шкалирования; 3) сочетанием общенаучности и узкопрофильности, то есть «срастанием» общих принципов шкалирования со специфическими процедурами конкретных методик.

Часть исследователей в явном или неявном виде отождествляет понятия «шкалирование» и «измерение» [11, 18, 19, 31, 44, 48, 49]. На эту точку зрения особенно сильно «работает» авторитет С. С. Стивенса, который измерение определял как «приписывание числовых форм объектам или событиям в соответствии с определенными правилами» и тут же указывал, что подобная процедура ведет к построению шкал [37. С. 20; С. 51]. Но поскольку процесс разработки шкалы есть процесс Шкалирования, то в итоге получаем, что измерение и шкалирование — одно и то же. Противоположная позиция состоит в том, что с измерением сопоставляется только метрическое шкалирование, связанное с Построением интервальных и пропорциональных шкал [39, 43, 47].

Представляется, что вторая позиция строже, поскольку измерение предполагает количественное выражение измеряемого, а, следовательно, наличие метрики. Острота дискуссии может быть снята, если измерение понимать не как исследовательский метод [11,

19], а как инструментальное сопровождение того или иного метода, в том числе шкалирования, о чем уже упоминалось.

Кстати, *метрология* (наука об измерениях) в понятие «измерение» включает как его обязательный атрибут средства измерения [9,24]. Для шкалирования же (по крайней мере для неметрического шкалирования) измерительные средства не обязательны. Правда, метрология интересуется главным образом физическими параметрами объектов, а не психологическими. Психологию, наоборот, в первую очередь занимают субъективные характеристики (большой, тяжелый, яркий, приятный и т. п.). Это позволяет некоторым авторам за средство измерения принимать самого человека. При этом имеется в виду не столько использование в качестве единиц измерения частей человеческого тела (локоть, аршин, сажень, стадий, фут, дюйм и т. п.), сколько его способности к субъективному количественному оцениванию любых явлений. Но бесконечная вариативность индивидуальных различий человека, в том числе вариативность оценочных способностей, не может дать общеупотребимых единиц измерения на этапе сбора данных об объекте. Иными словами, в эмпирической части шкалирования субъект не может рассматриваться в роли измерительного инструмента. Эту роль ему с большой натяжкой можно приписать только после манипуляций уже не с эмпирическими, а с формальными множествами. Тогда искусственно получают субъективную метрику, чаще всего в виде интервальных значений. На эти факты указывает Г. В. Суходольский, когда говорит, что упорядочивание (а именно этим занимается испытуемый на стадии «оценки» эмпирических объектов) «является подготовительной, но не измерительной операцией». И только потом, на стадии обработки первичных субъективных данных соответствующие шкалообразующие действия (у Г. В. Суходольского — ранжирование) «метризуют одномерное топологическое пространство упорядоченных объектов, и, следовательно, измеряют «величину» объектов» [39. С. 101].

Неясность соотношения понятий «шкалирование» и «измерение» в психологии усиливается при их сопоставлении с понятиями «тест» и «тестирование». Не вызывает сомнений отнесение *тестов* к измерительным инструментам. Однако следует указать на два момента. Первый — это использование теста в процессе тестирования, то есть обследования (психодиагностики) конкретных психологических объектов. Второй — это разработка, или конструирование теста. В первом случае с определенным основанием можно говорить об измерении, поскольку к обследуемому объекту (испытуемому) «примеривается» эталонная мера — стандартная шкала. Во втором случае, очевидно, корректнее говорить о шкалировании, поскольку квинтэссенцией конструирования теста является процесс построения стандартной шкалы и связанные с этим операции определения эмпирического и формального множеств, надежность и изоморфизм которых не в последнюю очередь обеспечиваются стандартизацией процедуры сбора эмпирических данных и набором достоверной «статистики».

Другой аспект проблемы вытекает из того обстоятельства, что тест как измерительный инструмент состоит из двух частей: 1) набора заданий (вопросов), с которыми обследуемый непосредственно имеет дело на стадии сбора данных о нем и 2) стандартной шкалы, с которой сравниваются эмпирические данные на стадии интерпретации. Где следует говорить об измерении, где о шкалировании, если это не одно и то же? Нам кажется, что эмпирическая часть процесса тестирования, то есть выполнение испытуемым тестового задания, не является чисто измерительной процедурой, но к шкалированию ее отнести необходимо. Аргументация такова: сами по себе действия, совершаемые испытуемым не являются мерой выраженности диагностируемых качеств. Только результат этих действий (затраченное время, число ошибок, тип ответов и т.д.), определяемый уже не испытуемым, а диагностом, представляет собой «сырое» шкальное значение, которое в последующем сравнивается с эталонными значениями. «Сырыми» показатели результатов действий испытуемого здесь названы по двум причинам. Во-первых, они, как правило, подвергаются переводу в другие единицы выраженности. Часто — в «безликие», абстрактные баллы, станы и т. п. И, во-вторых, обычное дело в тестировании — многомерность изучаемого психического явления, что предполагает для его оценки регистрацию нескольких изменяющихся параметров, синтезируемых впоследствии в единый показатель. Таким образом, только этапы обработки данных и интерпретации результатов

тестирования, где производится перевод «сырых» эмпирических данных в сравниваемые и наложение последних на «измерительную линейку», то есть стандартную шкалу, можно без оговорок отнести к измерению.

Еще туже этот проблемный узел затягивается в связи с обособлением и перерастанием в самостоятельные дисциплины таких научных Разделов как «Психометрия» и «Математическая психология». Каждая из них как свои ключевые категории рассматривает обсуждаемые нами Понятия. *Психометрию* можно считать психологической метрологией, охватывающей «весь круг вопросов, связанных с измерением в психологии». Поэтому нет ничего удивительного, что шкалирование входит в этот «круг вопросов». Но и психометрия не проясняет его соотношения с измерением. Более того, дело запутывается многообразием трактовок самой психометрической науки и ее предмета. Например, психометрия рассматривается в контексте психодиагностики [32]. К. Д. Зароченцев и А. И. Худяков отмечают: «Часто термины «психометрия» и «психологический эксперимент» употребляются как синонимы... Очень популярно мнение, что психометрия — это математическая статистика с учетом специфики психологии... Устойчивое понимание психометрии: математический аппарат психодиагностики... Психометрия — наука о применении в исследовании психических явлений математических моделей» [17. С. 48].

Что касается *математической психологии*, то ее статус еще более расплывчат [25]. «Содержание и структура математической психологии еще не приобрели общепринятой формы, выбор и систематизация математико-психологических моделей и методов в какой-то мере произвольны» [39. С. 5]. Тем не менее, уже намечается тенденция поглощения психометрии математической психологией. Отразится ли это на обсуждаемой проблеме соотношения шкалирования и измерения и прояснится ли их место в общей системе методов психологии — пока сказать трудно.

5.3. Классификация шкал

Все многообразие шкал можно классифицировать по различным основаниям.

I. По природе эмпирического объекта:

- 1) физические;
- 2) психологические:
 - а) психофизические;
 - б) психометрические.

II. По типологии допустимых преобразований (классификация С. С. Стивенса):

- 1) шкалы наименований;
- 2) шкалы порядка;
- 3) шкалы интервалов;
- 4) шкалы отношений.

III. По степени соответствия эмпирических и формальных отношений:

- 1) прямые (основанные на изоморфизме);
- 2) косвенные (не основанные на изоморфизме):
 - а) шкалы накоплений (Фехнера);
 - б) шкалы суждений:
 - α) шкалы сравнительных суждений (Терстона);
 - β) эталонированная шкала (Гусева);
 - γ) шкалы категориальных суждений (Торгерсона);
 - в) БТЛ-модель (шкала Бредли — Терри — Люса);
 - г) шкалы, основанные на измерении времени реакции.

IV. По метрическим свойствам (классификация В. С. Торгерсона):

- 1) шкалы порядка без естественного начала отсчета (без истинного нуля и расстояния);
- 2) шкалы порядка с естественным началом отсчета (с истинным нулем, без расстояния);
- 3) шкалы интервалов (без естественного начала отсчета — нуля, но есть расстояние);
- 4) шкалы отношений (есть естественное начало отсчета — ноль и расстояние).

V. По форме представления результатов:

- 1) вербальные;
- 2) числовые;
- 3) графические;
- 4) смешанные.

Промежуточное положение между числовыми и графическими шкалами занимают табличные формы представления результатов.

VI. По внутренней структуре:

- 1) монополярные;
- 2) биполярные.

VII. По количеству измеряемых параметров объекта:

- 1) одномерные;
- 2) многомерные.

VIII. По уровню измерения:

- 1) фундаментальные (первичные);
- 2) производные (вторичные).

Приведем краткие характеристики указанных видов шкал.

Физические шкалы — это шкалы для измерения объективных физических характеристик объектов (явлений). *Например*, шкалы длин, весов, температур.

Психологические шкалы — это шкалы для измерения субъективных (психологических) характеристик объектов (явлений).

Психофизические шкалы служат для количественного выражения субъективных (психологических) характеристик объектов, которые могут быть расположены на физическом континууме, то есть могут быть сопоставлены с физическими свойствами объектов. *Например*, шкала громкости звуков выражает отношение между сонами и децибелами, шкала высоты тона — между мелами и герцами, шкала весов — между вегами и граммами и т. д. При этом соны, мелы, веги являются психологическими единицами, а децибелы (в данном контексте), герцы, граммы — единицами физическими.

Психометрические шкалы служат для выражения психологических характеристик объектов (явлений), которые не имеют физических единиц измерения. *Например*, характеристики личности, выразительность образов, популярность деятелей, различные человеческие качества. Наиболее распространенным видом таких шкал является *шкала оценок*. При этом оценки могут быть представлены как числами, так и прилагательными (например, хороший, посредственный, плохой и т. п.). Большая группа психометрических шкал, описывающих социальные явления, объединяется в группу *социологических шкал*.

Шкалы с различными типами допустимых преобразований. Допустимыми принято называть такие преобразования, которые не изменяют типа строения шкалы. С. С. Стивенс выделил четыре таких типа «математических групповых структур» [37]. Каждая из этих структур соответствует какой-либо одной из предложенных им шкал.

Шкалы наименований (номинальные, номинативные) основаны на приписывании

объектам каких-либо знаков (чисел, букв, слов и т. д.) и являются классификацией этих объектов по наличию или отсутствию определенного признака в пределах двух или более категорий наблюдения (размерностей признака). Различно обозначенные объекты относятся к разным категориям. Построение шкал основано на установлении отношения равенства (шкалы группы «Б») или неравенства (шкалы группы «А») (37. С. 54—55). Психологическая основа построения — процессы идентификации и опознания. **Примеры шкал наименований:** нумерация игроков в команде, список учеников в классе, перечень столярных инструментов, перечень типов темперамента и т. д. Допустимыми преобразованиями на шкале наименований являются любые взаимно-однозначные подстановки.

Шкалы порядка (порядковые, ранговые) получаются в результате операции упорядочения по рангам. Иначе говоря, их построение опирается как на отношение равенства и неравенства, так и на выраженность определяемого признака (больше — меньше). Психологическая основа построения шкалы — процессы различения и предпочтения. Примеры шкал порядка: шкала твердости минералов Мооса, шкала оценок. итоговая турнирная таблица без указания результатов, ранжирование артистов по степени их популярности, расположение запахов по критерию «приятность» и т. д. Допустимыми на шкале порядка являются любые преобразования, соответствующие монотонно возрастающим или убывающим функциям.

Шкалы интервалов (разностей, расстояний, равных интервалов) дают метрическое выражение измеряемых величин, поскольку расстояние между точками на континууме может быть точно задано, то есть может быть определена величина интервала. Шкала указывает «на сколько» один объект отличается от другого. Построение шкал опирается на все отношения, присущие предыдущим шкалам ($=$, $>$, $<$), и дополнительно на арифметическое сложение ($+$, $-$). Психологическая основа шкалы — способность к уравниванию сенсорных расстояний. **Примеры шкал интервалов:** шкалы температур по Цельсию, Реомюру и Фаренгейту, календарные даты, психологические шкалы фазового спектра звуков. Сюда же относятся шкалы, основанные на прямом измерении сенсорных расстояний.

Допустимые преобразования для шкал интервалов ограничены *линейной* группой:

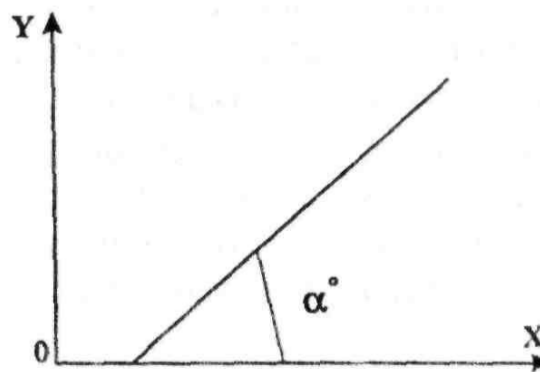
$$Y = aX + b \text{ (см. рис. 5),}$$

где: X и Y — численные значения какого-либо признака (эмпирического объекта), заданные на разных шкалах интервалов (например, температуры по Цельсию и Реомюру);

a — угловой коэффициент ($\operatorname{tg} \alpha$ — тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс), он определяет масштаб шкалы;

b — постоянная, характеризующая сдвиг одной шкалы относительно другой (их взаимное расположение).

Рис. 5. Графическое представление допустимых преобразований для шкал интервалов (функции перехода от одной шкалы интервалов к другой).



При использовании единиц одной из шкал для измерения на других шкалах, то есть при использовании общих единиц измерения заданного признака на различных шкалах интервалов переходим к так называемым **шкалам сдвигов** ($Y = X + b$). Для них единственно допустимыми преобразованиями (кроме установления порядка) являются сдвиги, то есть выбор начальной точки отсчета. Вообще, произвольность выбора этой точки и, следовательно, отсутствие *естественного* начала отсчета (абсолютного нуля) является характерной особенностью шкал

интервалов.

Шкалы отношений (равных отношений, пропорциональные шкалы). Шкала отношений предполагает наличие всех свойств шкал предыдущих уровней и сверх того — наличие естественной точки отсчета, то есть **абсолютного (истинного) нуля**, что дает дополнительную информацию о соотношении выраженности исследуемых признаков.

Вообще-то точка начала отсчета шкальных значений исследуемого признака объекта может быть не только естественной, но и искусственной. Эта *искусственная, или условная точка* назначается произвольно для удобства пользования шкалой. Так, на шкалах температур по Цельсию, Реомюру и Фаренгейту за нулевую точку условно принята температура плавления льда. В принципе, с таким же успехом можно было бы взять в качестве начала отсчета температур и точку кипения воды, и точку плавления любого металла, и вообще любую точку изменения агрегатного состояния под воздействием температуры любого вещества. Просто переход воды из твердого в жидкое состояние для нас хорошо знакомое и понятное явление, и чисто субъективно для человека температура ниже точки застывания воды ассоциируется с холодом (губительным для всего живого), а выше — с теплом (живительным для всего сущего). Это удобно, но не очень информативно, так при этой системе отсчета можно узнать «на сколько» вчера было холоднее или теплее, чем сегодня, но невозможно узнать, «во сколько раз» было холоднее или теплее. Взяв же за начало отсчета абсолютный нуль, имеющийся на шкале температур по Кельвину, мы сможем ответить на оба вопроса, что значительно информативнее. На любых шкалах *истинная нулевая точка (или абсолютный нуль)* допускает отсчет шкальных значений только в одном направлении (восходящем, положительном), а условная — в двух противоположных направлениях, что определяет области как положительных, так и отрицательных шкальных значений для любых форм их представления (числовых, вербальных, графических).

Условная нулевая точка применяется и в психофизическом, и в психометрическом вариантах психологического шкалирования. Истинная — только в психофизическом. При этом в случае невозможности или трудности установления и совмещения абсолютных нулей на физическом и психическом рядах истинную начальную точку получают иногда путем присвоения минимальной воспринимаемой величине стимула (аналогу нижнего абсолютного порога) нулевого значения, то есть предлагается эталон абсолютного нуля (см. рис. 3, иллюстрирующий пороговую концепцию). Такой прием возможен при исследовании психических явлений, относящихся к метатетическим континуумам, а для протетических континуумов — в зонах стимуляции, выходящих за границы психофизиологических возможностей человека. Указанные виды континуумов освещены далее в разделе, посвященном закону Стивенса.

Таким образом, понятно, что истинная нулевая точка присуща высшему по информативности типу шкал — шкалам отношений. Однако иногда истинный нуль может присутствовать и на порядковых, и на интервальных шкалах.

Психологическая основа шкал отношений — способность человека к установлению отношений между ощущениями. Эмпирическим связям установления равенства отношений на этой шкале соответствует равенство отношений между числами:

$$a' (:) b' = c' (:) d' \rightarrow a (:) b - c (:) d,$$

где a', b', c', d' — элементы эмпирического множества; a, b, c, d — соответствующие им числовые элементы формального множества;

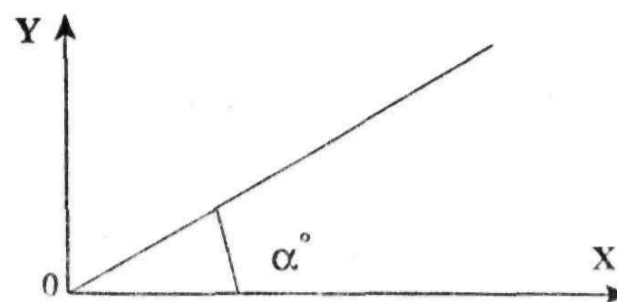
$(:)$ — эмпирические операции, соответствующие арифметическим действиям $(:)$.

Примеры шкал отношений: шкалы весов, длин, температуры по Кельвину, сонов. К этой же группе относятся шкалы, основанные на оценках величины стимулов.

Допустимыми преобразованиями в рамках шкал отношений, кроме описанных выше, являются умножение и деление заданных значений на какое-либо число, то есть преобразование группы *подобия*:

$$Y = aX \text{ (см. рис. 6).}$$

Рис. 6. Графическое представление допустимых преобразований для шкал отношений (Функции перехода от одной шкалы отношений к другой).



Как видим, характерной особенностью шкал отношений является наличие общей естественной точки отсчета (абсолютного нуля). Однако выбор единиц измерения при этом условен.

Прямые психологические шкалы основаны на изоморфизме, то есть на таком соответствии между эмпирическими и математическими (формальными) отношениями, при котором сохраняется тип структуры этих отношений. Прямые психологические шкалы основаны на допущении, что человек способен давать непосредственную (прямую) оценку эмпирическим отношениям между объектами (в частности, соотношению разных по интенсивности ощущений — постулат Стивенса).

Косвенные шкалы. При косвенном шкалировании соответствия между типами структур эмпирических и формальных отношений не существует. Наименование косвенной психологической шкалы целиком определяется типом ее математической групповой структуры. Чаще же принято эти шкалы обозначать именами их авторов (например, «модель Терстона», «Бредли—Тэрри—Люса (БТЛ) модель» и т.д.). Присущее косвенным шкалам несоответствие между типами эмпирических и формальных отношений может быть создано различными путями. Однако решающее значение при этом имеют некоторые основополагающие допущения (постулаты). Главным среди них следует признать допущение о невозможности давать непосредственную оценку эмпирическим отношениям (в частности, соотношению разных по интенсивности ощущений — постулат Фехнера).

Шкалы накоплений строятся на основе суммирования мелких градаций изменения ощущений. Теоретической основой шкал накоплений является постулат Фехнера о субъективном равенстве едва заметных приростов ощущений. Наиболее известный вид таких шкал — фехнеровские шкалы накоплений е.з.р. (едва заметных различий), где за единицу измерения принята величина приращения ощущения, соответствующая е.з.р., или, как принято говорить, «величина различительной ступени». Поскольку связь между физическими и психологическими параметрами объектов на этих шкалах выражается логарифмической функцией, то их часто называют *логарифмическими шкалами*.

Шкалы суждений (сравнительных суждений, категорий) строятся на основании сравнительных оценок стимулов, данных испытуемым. При этом стимулы (или впечатления, вызванные ими) сравниваются либо по отношению друг к другу, либо по отношению к некоторой заданной шкале категорий. Аналитическим выражением шкал суждений в первом случае является *закон сравнительных суждений Терстона*, во втором — *закон категориальных суждений Торгерсона*. В обоих случаях субъективные расстояния между образцами не определяются эмпирическим путем. Эта информация извлекается из эмпирических данных в результате их математической обработки, произведенной в соответствии с некоторыми постулатами. В качестве единиц измерения на этих шкалах выступает варибельность ответов (дисперсия распределения сенсорных величин). Для построения шкал суждений обычно применяются эмпирические методы ранжирования или парных сравнений. В психофизической литературе эта группа шкал чаще объединяется под названием шкал категорий (*category scales*). Однако, на наш взгляд, термин «шкалы суждений» правильнее, поскольку категориальные шкалы — лишь частный случай указанной группы шкал.

В последнее время чрезвычайно широкое распространение как в психофизике, так и в

других разделах психологии получили шкалы **сравнительных суждений** (Терстона), основанные на методе *парных сравнений*. Эмпирическая процедура, на которой базируется шкала, заключается в попарном предъявлении заранее определенного набора стимулов (образцов) испытуемым, которые по какому-либо признаку отдают предпочтение (без оценки субъективного расстояния) одному из членов пары. Метод парных сравнений, таким образом, является одним из эмпирических способов установления отношений «больше» или «меньше». Метрическая шкала при этом строится на основе следующих постулатов. Во-первых, допускается, что ощущение является случайной величиной, нормально распределенной на сенсорной оси. Иначе говоря, при многократном предъявлении одного и того же стимула вызванные им ощущения не остаются неизменными по величине. Они изменяются случайным образом по нормальному закону. Во-вторых, дисперсия (точнее стандартное отклонение ?) распределения сенсорных величин может быть использована в качестве единицы измерения ощущения или какого-либо другого психического процесса. На полученных (в результате соответствующей обработки первичных данных) частных шкалах интервалов, таким образом, может быть определена одна и та же единица измерения (стандартное отклонение). Поэтому допустимыми для такого типа шкал являются лишь преобразования группы сдвигов:

$$Y = X + b, \text{ так как } a = 1 \text{ (см. рис. 7).}$$

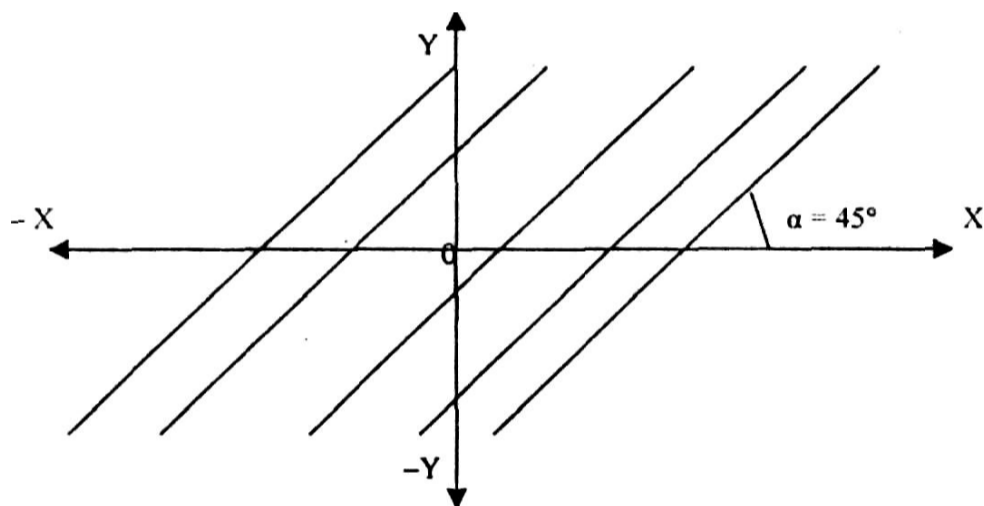


Рис. 7. Графическое представление допустимых преобразований для шкал сдвигов (функции перехода от одной шкалы сдвигов к другой)

Как видим, в этом случае величина тангенса угла наклона прямых к оси абсцисс является постоянной и равняется единице. Шкальные же значения могут быть определены с точностью до постоянных, определяемых преобразованиями группы сдвигов. Оказываются неизвестными как расстояния между различными психологическими шкалами и их шкальными значениями, так и абсолютная величина числовых значений шкалы. Этот вид шкал можно рассматривать в качестве усиленного варианта шкал интервалов.

Эталонированная психологическая шкала. Слабостью шкал интервалов (сдвигов) является отсутствие у них естественного начала отсчета. Однако установление абсолютного нуля на психологических шкалах часто оказывается невозможным. Трудно, например, найти самый неприятный или, наоборот, самый приятный звук, цвет или запах, самого честного или, наоборот, самого нечестного человека и т. д. Тем более трудно, что вкусы людей, их установки, особенности характера постоянно изменяются вместе с изменением социально-экономических условий жизни, здоровья, возраста и т. д. Поэтому куда более важной проблемой в плане усиления шкал сдвигов явилось бы изыскание способа, который позволит измерять психологическую разницу (расстояние) между различными шкалами и образцами, принадлежащими разным шкалам (например, к шкалам фазового спектра звука и его нелинейных искажений). В психофизике потребность в такой шкале стоит особенно остро. По сути дела речь идет о создании такого метода измерения, такой шкалы, которая позволила бы количественно оценивать вклад различных физических параметров того или иного объекта

(например, его временных, частотных, интенсивностных и других характеристик) в формирование целостного предметного психического образа. Существенный шаг в решении указанной проблемы был сделан на кафедре общей психологии Ленинградского госуниверситета (ЛГУ — ныне СПбГУ) исследовательской группой под руководством Е. К. Гусева. Там были разработаны математическая модель и эмпирическая процедура новой психологической шкалы, названной эталонированной. По своей информативности она занимает промежуточное положение между шкалами интервалов (сдвигов) и отношений и по сути дела является абсолютной в узком смысле шкалой. Она позволяет: а) количественно оценивать субъективные расстояния между шкалами сдвигов, отражающими те или иные объективные свойства (размерности) объектов; б) измерять одномерные субъективные расстояния между образцами, относящимися к разным, независимо построенным шкалам (представляющим разные физические признаки объектов); в) устанавливать закономерности одномерного субъективного «сложения» (композиции) различных физических свойств объектов (предметов), «участвующих» в формировании соответствующего субъективного образа.

В отличие от шкал сдвигов, с помощью эталонированной психологической шкалы измеряются не только расстояния между элементами одной какой-либо шкалы, но и субъективные расстояния между разными шкалами или относящимися к ним образцами. Причем в качестве начальной точки отсчета используется не абсолютный (естественный) нуль, а шкальное значение одной из шкал, принятой за эталонную. Поэтому допустимыми для эталонированной психологической шкалы являются преобразования группы сдвигов шкальных значений эталонного множества эмпирических объектов:

$$y = x + q,$$

где q — субъективное расстояние от данной шкалы (или ее шкального значения) до эталонной шкалы (или какого-либо ее элемента).

Надо особо подчеркнуть, что эталонированная психологическая шкала является адекватным средством установления закономерностей интеграции целостного субъективного предметного образа и его сенсорных составляющих.

Немаловажное значение имеет также и возможность использования эталонированной шкалы для оценки субъективного расстояния между различными группами людей (например, между школьными классами, студенческими группами, производственными бригадами и т. п.).

Шкалы категориальных суждений (Торгерсона). В этом случае весь диапазон стимулов подразделяется на некоторое количество (обычно от 3 до 11) субъективно равных интервалов. Их последовательность и образует шкалу категорий. Сравнивая возникающие впечатления с категориями на этой шкале, испытуемый выносит суждение о принадлежности предъявляемого стимула к той или иной категории. Получаемая на основе учета ошибок наблюдения категориальная шкала является, таким образом, развитием шкалы сравнительных суждений Терстона. Поскольку описанный способ шкалирования был предложен Торгерсоном, аналитическое отражение соответствующей психометрической функции получило наименование закона категориальных суждений его имени.

БТЛ-модель. Линейные модели Бредли—Терри—Люса, с одной стороны, и Терстона, с другой, имеют некоторые общие особенности. Во-первых, они строятся на одной и той же эмпирической основе, а именно на основе метода парных сравнений. Во-вторых, обе модели базируются на одной числовой функции «Р» (относительной частоте предпочтений одного объекта другому). Причем, в обоих случаях оценка искомых психологических величин производится на основе уравнения («закона»), связывающего ряды числовых значений, отражающих психологические континуумы различного типа (частот предпочтений или их нормализованных значений, с одной стороны, и отношений субъективных величин или расстояний между ними, с другой). В-третьих, в обоих случаях речь идет о производных измерениях и косвенных психологических шкалах.

Вместе с тем между подходами Л. Л. Терстона и БТЛ имеется ряд существенных отличий.

1) БТЛ-модель опирается на допущение о наличии прямо пропорциональной зависимости отношения субъективных реакций (S_a и S_b) от отношения относительных частот предпочтений одного объекта другому ($P_{a,b}$ и $P_{b,a}$):

$$S_a / S_b = P_{a,b} / P_{b,a} \quad (1).$$

В этом случае получаем косвенную шкалу отношений:

$$\{a > b; b > c\} \rightarrow (S_a / S_b = S_b / S_c).$$

Установлению отношений «больше» или «меньше» на эмпирическом множестве соответствуют математические операции умножения и деления на числовом множестве. В модели Терстона те же самые операции приводят к шкалам сдвигов (интервалов).

2) Дисперсия оценок («суждений») в БТЛ-модели не является основой для выбора единиц измерения и оценки субъективного расстояния между объектами, как это имеет место при использовании модели Терстона.

3) Реакция S_i определяется с точностью до преобразований группы подобия:

$$S_i = a S_i .$$

Иначе говоря, величина единиц (масштаб) шкал БТЛ в отличие от шкал сдвигов устанавливается произвольно. Соотношение (1) справедливо лишь в случае, если для всех «а», «b» и «с» из заданного эмпирического множества выполняются условия умножения:

$$(P_{a,b} / P_{b,a}) \text{ Ч } (P_{b,c} / P_{c,b}) = P_{a,c} / P_{c,a} ,$$

где a, b, c — некоторые стимулы.

Кроме того (1) верно при условии, что для всех «а» и «b» из того же множества выполняется равенство: $S_{1,a} (S_{1,a} + S_{1,b}) = P_{a,b}$,

где S_1 — функция, задающая числовое представление для производных измерений.

Шкалы, основанные на измерении времени реакции. Идея заключается в том, что латентный период времени реакции (ВР) существенно зависит от интенсивности раздражителя. Допустив, что величина ощущения обратно пропорциональна времени простой сенсомоторной реакции, можно строить шкалу ощущений. Наиболее известное аналитическое выражение для этих шкал, именуемое законом Пьерона [34], выглядит так:

$$S = K / t^\lambda ,$$

где S — величина ощущения; t — латентный период ВР; K и λ — константы.

В основу классификации шкал *по метрическим свойствам* положено наличие или отсутствие у них, во-первых, единиц измерения, и, во-вторых, естественного начала отсчета (абсолютного, или истинного, нуля). В проведенной по этому критерию классификации В. С. Торгерсоном представлены четыре шкалы. Среди них, как видим, нет шкалы наименований, зато имеются два типа шкал порядка.

Вербальные шкалы — это набор суждений (количественных высказываний) о степени выраженности признака. Вербальные обозначения обладают определенной степенью неточности, поскольку представляют собой высказывания средствами обычной речи, неоднозначно толкуемыми как разными людьми, так и одним и тем же человеком в разных ситуациях. Набор суждений, представленный в форме полюсов шкалы (сильный — слабый, тяжелый — легкий и т. п.), называется *свернутой вербальной шкалой*, а в форме упорядоченного набора обозначений полюсов и градаций (ступеней) шкалы — *развернутой*

вербальной шкалой.

Числовые шкалы — это упорядоченные множества чисел, каждое из которых соответствует определенной степени выраженности признака (в метрических шкалах). Сведение чисел в таблицу (процедура табулирования) приводит к табличной форме числовой шкалы.

Графические шкалы представляют собой наглядное отображение возможного развития признака (континуума) в виде непрерывной линии или геометрической фигуры. Графические шкалы обычно сопровождаются числовыми или вербальными обозначениями (см. рис. 5, 6, 7).

Смешанные шкалы представляют собой систему из элементов предыдущих (двух или трех) форм представления результатов.

Монополярные шкалы — это шкалы с одним обозначенным полюсом (см. рис. 5, 6). При этом второй полюс подразумевается. Обычно они применяются в исследованиях, когда противоположное качество признака (второй полюс шкалы) либо практически недостижимо и уходит в бесконечность (например, сила звука), либо по каким-то причинам неприемлемо для испытуемых (например, отрицательные характеристики личности: беспринципность, жадность, лживость и т. п.).

Биполярные шкалы обладают двумя полюсами выраженности признака, между которыми располагается все множество его значений, в том числе и отрицательных, если таковые предполагаются (см. рис. 7).

Одномерные шкалы отражают один какой-либо изменяющийся признак исследуемых объектов.

Многомерные шкалы отражают изменение сразу двух или более признаков эмпирических объектов. Таким изменениям могут подвергаться либо только физические объекты, либо только психические реакции на них, либо и те и другие одновременно. Соответственно следует различать одномерно-многомерные, многомерно-одномерные и многомерно-многомерные психофизические шкалы.

Фундаментальные (первичные) шкалы — это шкалы, элементами которых являются основные величины. В физике, например, такими величинами являются длина, масса (вес), электрическое сопротивление, в психологии: собственные первичные сенсорно-перцептивные признаки объектов. К ним относятся субъективные одномерные модальные адекватные признаки объектов (например, высота и длительность звуков).

Производные (вторичные) шкалы — это шкалы, получаемые путем математического преобразования первичных данных. Так, переход от ранговых шкал к «очковым» (то есть к упорядоченным оценкам частот выборов, предпочтений), а затем и к упорядоченным оценкам вероятностей выборов можно рассматривать в качестве примера преобразования первичной шкалы порядка во вторичные шкалы того же типа. В физике примерами производных шкал являются шкала плотности материалов, определяемая как отношение массы к объему, шкала скоростей, определяемая через отношение пути ко времени, и т. д.

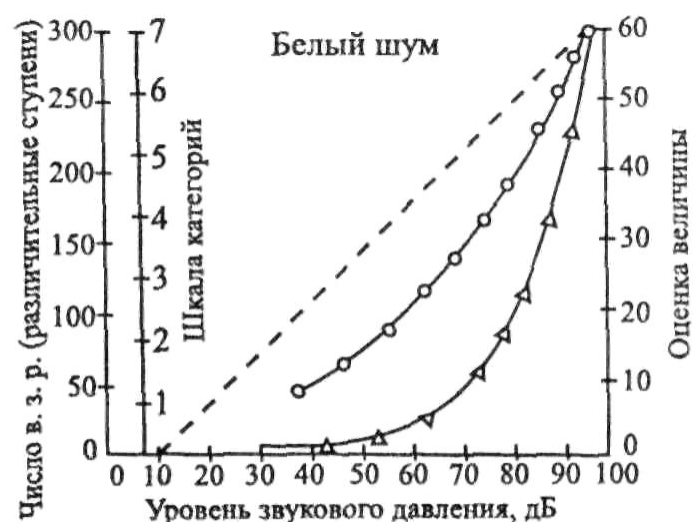
5.4. Сравнительный анализ психофизических шкал

В психологии к настоящему времени наибольшее распространение получили косвенные шкалы накоплений (Фехнера), прямые шкалы отношений (Стивенса) и шкалы суждений (Терстона и Торгерсона).

Все три типа шкал могут использоваться при измерении ощущений в равной степени. Однако результаты, получаемые по каждому из трех этих способов шкалирования, совпадают редко. Сравнение графических представлений этих шкал показывает, что они сильно различаются между собой по характеру получаемых кривых (рис. 8).

Рис. 8. Сопоставление трех психофизических шкал (по [38. С. 89]):

- 1) накопленных е.з.р. (штрих);
- 2) категориальных (штрих-кружки);
- 3) прямой оценки величины (штрих-треугольники).



Шкалы накопления и прямых субъективных оценок могут выражаться формулами, связывающими характеристики внешних раздражителей с величиной вызываемых ими ощущений. Первые — логарифмическим законом Фехнера, вторые — степенным законом Стивенса. Шкалы же суждений подобных аналитических выражений не имеют и получаются в основном эмпирическим путем, поскольку величины внешних раздражителей в явном виде не входят в уравнения Терстона и Торгерсона. Поэтому теоретическому обсуждению и сравнению обычно подвергаются первые два типа шкал. Не будем останавливаться на этом обсуждении, поскольку оно в основном будет очерчено далее при изложении основного психофизического закона. Заметим только, что прямые шкалы имеют гораздо больший разброс данных и весьма чувствительны к изменениям процедуры эксперимента.

Что касается практической стороны дела, то «субъективные» (прямые) шкалы Стивенса построены для значительно большего числа модальностей, чем «объективные» (косвенные) шкалы Фехнера. Однако последние нашли полезное применение в целом ряде случаев. Например, широко используют логарифмические единицы измерения в оптике при калибровке фильтров, в акустике для измерения интенсивности звука (децибелы) и т. д.

Трудно отдать предпочтение какому-либо типу психофизической шкалы. Как пишут Г. Шлосберг и Р. Вудвортс, вопрос «что лучше?» тут неуместен. Методы выбираются нами в зависимости от стимулов, которые мы шкалируем, и от целей шкалирования. Часто несколько методов могут давать схожие результаты, особенно если мы уравниваем длины двух шкал путем умножения одной из них на константу. Возможны самые непредвиденные расхождения между шкалами, основанными на фракционировании е.з.р., в оценке громкости, веса и вкуса. Однако было бы преждевременным заключение, что оба метода дают измерение разных процессов или же один из них — просто ошибка. В настоящее время важно то, что мы имеем несколько хороших методов для построения полезных шкал субъективных величин» [10. С. 222-223].

Наблюдаемая вариативность шкал указывает, видимо, на то, что процедура измерения может видоизменять объект изучения, а следовательно, испытуемый в этом случае должен рассматриваться как широко адаптивная система. Такой подход реализуется в обобщенном виде основного психофизического закона (формула Забродина).

6. ЗАКОНЫ ПСИХОФИЗИКИ

6.1. Основной психофизический закон

Предметом исследования сенсорной психофизики являются закономерные связи между рядами физических и психических процессов.

Наиболее информативно эти связи представлены в случае метрических психофизических шкал. Обобщение этих шкал приводит к формулировке основного психофизического закона. Этот закон по существу является формальным выражением эмпирического психического отображения, т. е. он выражает отношения между величиной физической стимуляции и интенсивностью вызываемого ею ощущения, а еще точнее — *функциональную зависимость величины ощущения от величины физического стимула*.

В истории науки была предложена не одна формула этого закона: логарифмическая, степенная, тангенциальная, арктангенциальная и проч. Свой вклад в разработку закона внесли Г. Фехнер, Ж. Плато, ф. Brentano, Д. Гилфорд, П. Лазарев, Г. Фаллертон, Д. Кеттелл, С. С. Стивенс, Ю. М. Забродин и др. Однако наибольшую известность получили логарифмический закон Фехнера и степенной закон Стивенса.

6.1.1. Закон Вебера

Общей основой обоих указанных вариантов является психофизическое соотношение, получившее наименование закона Вебера (или Бугера — Вебера).

Французским ученым П. Бугером, а позже и немецким исследователем Вебером было обнаружено, что отношение еле заметной прибавки раздражителя (ΔR) к его исходной величине (R) является постоянным:

$$\Delta R / R = \text{const.}$$

Величина этой дроби для разных модальностей различна. Так, для зрения она равняется 1/100, для кинестезии — 1/30, для слуха — 1/10 и т. д.

Закон Вебера справедлив только для средней части динамического диапазона сенсорных систем (то есть для средней зоны сенсорной функции между нижним и верхним абсолютными порогами), где способность к различению оказывается максимальной, а стимулы наиболее привычными.

6.1.2. Логарифмический закон Фехнера

При выведении своего вида психофизического закона Г. Фехнер исходил из двух постулатов (предположений как исходных условий).

Постулат 1: все едва заметные приросты ощущения субъективно равны друг другу ($\Delta S = \text{const}$). Иначе говоря, приращение ощущения (ΔS), связанное с появлением еле заметного различия между двумя стимулами (R_1 и R_2), не зависит от исходной величины измеряемого физического признака (R_1). Оно является постоянной величиной. Отсюда: ΔS может быть использовано в качестве единицы измерения величины ощущения.

Постулат 2. человек не способен к прямой (непосредственной) количественной оценке собственных ощущений. Субъективно равные едва заметные приращения ощущения не могут быть непосредственно сопоставлены по величине и их равенство лишь постулируется. Поскольку, однако, числа еле заметных градаций изменения величины раздражителя и соответствующих им приращений ощущения (ΔS) совпадают, эмпирической основой

количественной оценки ощущений может быть измерение дифференциальных порогов. При этом эмпирической процедуре установления пороговых отношений «больше» или «меньше» на числовой оси соответствует установление равенства интервалов ($a \Delta S - b \Delta S = c \Delta S - d \Delta S$) или отношений ($a \Delta S / b \Delta S = c \Delta S / d \Delta S$). Имеет место, как видим, несоответствие типа отношений, устанавливаемых на эмпирическом множестве, типам отношений, которые могут быть установлены на множестве формальном. Отсюда делается вывод, что возможны лишь косвенные способы (методы) измерения ощущения.

Вывод формулы Фехнера складывается из следующих основных моментов.

1) Имеются две постоянные величины, а именно:

$$\Delta R / R = \text{const} \text{ (дробь Вебера) и}$$

$$\Delta S = \text{const} \text{ (постулат Фехнера).}$$

Как и любые другие постоянные величины, их можно уравнивать с помощью соответствующего коэффициента (K):

$$\Delta S = K \Delta R / R.$$

2) Допустив бесконечно малые приращения ΔS и ΔR , переходим к дифференциальному уравнению (к «фундаментальной формуле» Фехнера):

$$dS = K dR / R.$$

3) Далее получаем интегральное уравнение:

$$\Delta (dS) = K \Delta (dR / R),$$

решив которое, получаем:

$$S = K \ln R + a, \text{ (1)}$$

где \ln — натуральный логарифм по основанию $e = 2,4\dots$; a — постоянная интегрирования; S — величина ощущения.

4) Допускаем, что при пороговой величине раздражителя (R_0) ощущение исчезает (равняется нулю), и уравнение (1) приобретает вид:

$$0 = K \ln R_0 + a,$$

откуда: $a = -K \ln R_0$.

Подставив значение постоянной интегрирования (a) в уравнение (1), получим «формулу измерения» Фехнера:

$$S = K \ln R - K \ln R_0 = K (\ln R - \ln R_0).$$

5) Заменяя в соответствии с правилами математики разность логарифмов на логарифм частного ($\ln R - \ln R_0 = \ln R / \ln R_0$) и натуральный логарифм — десятичным ($K \ln X = C \lg X$), получим:

$$S = C \lg R / R_0.$$

6) Приняв нижний абсолютный порог R_0 за единицу измерения величины стимула и заменив (R / R_0) на R' , приходим к окончательной формуле (к закону Фехнера, или, как

часто говорят, к закону Вебера-Фехнера):

$$S = C \lg R'. \quad (2)$$

Из уравнения (2) вытекает, что *величина ощущения пропорциональна логарифму величины стимула, выраженной в пороговых единицах*. Это значит, что при изменении величины стимула в геометрической прогрессии ощущение (субъективная выраженность какого-либо стимульного признака) возрастает в арифметической прогрессии. Умножение в ряду стимулов приводит к сложению в ряду ощущений.

7) Остается количественно оценить величину коэффициента C . Учитывая, что S равняется числу еле заметных градаций изменения ощущения, то есть дифференциальных порогов, последовательно измеренных, начиная от нижнего абсолютного порога, получаем:

$$C = 1 / \lg (R_2 / R_1),$$

где R_1 и R_2 — еле заметно различаемые стимулы ($R_2 = R_1 + \Delta R$), а (R_2 / R_1) - дифференциальный относительный порог.

Основные *критические замечания* в адрес закона Вебера—Фехнера сводятся к следующему:

1) Закон Вебера справедлив лишь в области средних значений величин стимулов. Его экстраполяция в ту или другую стороны от этой области неправомерна;

2) Первый постулат Фехнера о постоянстве ΔS часто не находит достаточно убедительных экспериментальных обоснований;

3) Имеются сомнения в допустимости перехода от конечных минимальных приращений ощущения (ΔS) к бесконечно малым его приращениям (ΔR). Тем более, что сам Фехнер придерживался пороговой концепции в объяснении сенсорного процесса;

4) Многими учеными, сторонниками концепции непрерывности сенсорного ряда, отрицается существование порога как скачкообразной формы изменения величины ощущения;

5) Считается неправомерным допущение о том, что при абсолютном нижнем пороге, который соответствует величине стимула, обнаруживаемого в 50% всех случаев его предъявления, ощущение равно нулю. Из такого допущения следует вывод о существовании отрицательных ощущений, что противоречит здравому смыслу;

6) Вопреки второму постулату Фехнера к настоящему времени уже достаточно убедительно экспериментально обоснована способность человека к прямой количественной оценке своих ощущений.

Несмотря на наличие отмеченных слабостей, закон Вебера—Фехнера до сих пор небезуспешно используется при решении целого ряда проблем. Так, он широко используется в технике связи, в прикладных областях психоакустики и в других сферах практической деятельности человека. Принято считать, что его использование дает вполне удовлетворительные результаты при изучении метатетических субъективных континуумов, то есть таких разновидностей ощущений, в основе изменения которых лежит механизм замещения (то есть пространственного перемещения очагов возбуждения в центральной нервной системе). К ним следует отнести, например, высоту звука и цветовой тон.

6.1.3. Степенной закон Стивенса

Многие ученые, начиная с современника Г. Фехнера Ж. Плато, считали первый постулат Фехнера о постоянстве ΔS ошибочным, однако доказать, что человек может сам количественно оценивать величину своих ощущений, убедительно не могли. Только усилиями С. С. Стивенса и его последователей эта точка зрения утвердилась в науке, и на ее основе были разработаны

методы так называемого *прямого*, или *субъективного шкалирования*.

С помощью этих методов С. С. Стивенс и его сотрудники на большом экспериментальном материале получили степенную функциональную зависимость между величиной стимула (R) и возникающими ощущениями (S).

Полученный С. С. Стивенсом степенной закон был подтвержден к 1957 г. на 16 перцептивных континуумах (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

№№	Перцептивный континуум	Показатель степени	Название единицы измерения ощущения
1	Запах	0,2	–
2	Громкость	0,3	Сон
3	Яркость	0,3-0,5	Брил
4	Видимое расстояние (удаленность)	0,67	-
5	Вкус	1,0	Густ
6	Видимая длина	1,1	Мак
7	Видимая площадь	0,9-1,15	Вар
8	Длительность	1,05-1,2	Хрон
9	Светлота	1,2	–
10	Осязаемая толщина	1,3	Пак
11	Численность (множественность)	1,34	Число (номер)
12	Тяжесть	1,45	Всг
13	Слуховые биения	1,7	Флат
14	Видимая скорость	1,77	-
15	Видимый темп вспышек (мелькания)	2,0	-
16	Электрическое раздражение	3,5	Сэмп

Усиленное подчеркивание сторонниками степенного закона фактов соответствия ему экспериментальных данных часто создает впечатление, что закон Стивенса должен быть противопоставлен закону Фехнера как эмпирически полученный — теоретически предложенному. Однако при внимательном рассмотрении становится очевидной возможность и его теоретического вывода на основе допущения о постоянстве отношения порогового приращения ощущения к его исходной величине ($\Delta S / S = \text{const}$).

Проследим теперь, как из этого дополнительного допущения вытекает степенная форма основного психофизического закона (что проделал Ю. М. Забродин, сопоставляя закон Стивенса с законом Фехнера).

1) Имеются две постоянные величины

$$\Delta R / R = \text{const} \text{ и } \Delta S / S = \text{const},$$

их отношение дает новую константу «n»:

$$n = (\Delta S / S) / (\Delta R / R).$$

- 2) Как и при выводе логарифмического закона допускается переход от конечных малых величин приращения стимулов (ΔR) и ощущений (ΔS) к бесконечно малым, дифференциалам:

$$dS / S = n (dR / R).$$

Это выражение является аналогом фундаментальной формулы Фехнера.

- 3) Интегрируя его, получаем:

$$\Delta dS / S = n \Delta (dR / R) \Delta \ln S + C_1 = n \ln R = C_2,$$

где C_1 и C_2 — постоянные интегрирования.

- 4) Далее:

$$\ln S = n \ln R = C_2 - C_1.$$

Примем: $C_3 = C_2 - C_1$, тогда:

$$\ln S = n \ln R + C_3.$$

- 5) Введем константу «К», равную (e) в степени C_3 , тогда:

$$C_3 = \ln K \text{ и } \ln S = n \ln R + \ln K.$$

- 6) Далее:

$$\ln S = \ln R^n + \ln K.$$

Сумма логарифмов заменяется логарифмом произведения:

$$\ln S = \ln (R^n \Delta \times K). \quad (1)$$

- 7) Если логарифмы некоторых величин равны, то равны и сами эти величины. Потенцируя формулу (1), получаем *степенной закон*:

$$S = K R^n. \quad (2)$$

Выражение (2) было получено С. С. Стивенсом на основе аппроксимации эмпирических данных. Но, как видим, то же самое уравнение можно получить теоретически, исходя из допущения о постоянстве отношения ($\Delta S / S$) и, тем самым, отрицая справедливость второго постулата Фехнера.

Несмотря на принципиальное расхождение авторов в оценке психофизических отношений, обе полученные аналитические зависимости с успехом использовались при решении различных прикладных проблем. Такая двусмысленность требовала объяснения. И оно было найдено. С течением времени стало ясно, что логарифмический и степенной законы отражают деятельность различных сенсорных механизмов. Так, С. С. Стивенс допустил, что в основе изменений субъективной выраженности того или иного признака объекта может быть либо изменение локализации очага возбуждения в нервной системе, либо

усиление возбуждения, сформировавшегося в какой-либо нервной структуре. В первом случае речь должна идти о механизмах *замещения* и соответственно о *метатетических* сенсорных континуумах, во втором — об *аддитивных* механизмах и соответственно о *протетических* сенсорных континуумах. К группе метатетических субъективных континуумов

следует относить высоту звука, цветовой тон, оценку направления на зрительный или слуховой объект и т. п. К протетическим субъективным континуумам были отнесены громкость, субъективная яркость, тяжесть и тому подобные сенсорные ряды.

Очевидно, что накопленные данные анатомио-физиологических исследований дают основания для такой дифференциации ощущений. Однако для того, чтобы снять все имеющиеся по этому поводу возражения, необходимы дальнейшие целенаправленные исследования. Возникают также затруднения в определении психологических критериев, на основе которых можно было бы в каждом конкретном случае решать вопрос об отнесении ощущений к одной из выделенных групп. С. С. Стивенс нашел четыре таких критерия: 1) характер зависимости ΔS от величины стимула (ее постоянство или монотонное изменение); 2) форма категориальных оценочных шкал (их вогнутость или линейность); 3) наличие или отсутствие так называемой временной ошибки, обусловленной межстимульным временным интервалом; 4) наличие или отсутствие психофизического гистерезиса, то есть расхождения в экспериментальных данных, полученных при различном направлении продвижения вдоль упорядоченного стимульного ряда (например, либо деления, либо, наоборот, умножения субъективных величин). В метатетических континуумах, в отличие от протетических, монотонное изменение выраженности физического признака не приводит к изменению ΔS , наличие межстимульного интервала не порождает временную ошибку, психофизические зависимости, основанные на категориальных оценках, имеют линейный характер, отсутствует психофизический гистерезис. Поэтому постулат Фехнера и закон Вебера—Фехнера могут быть использованы в психофизических исследованиях метатетических континуумов. К этой проблеме нам придется еще раз обратиться в контексте изложения методов субъективного шкалирования, где она приобретает специфическое звучание.

6.1.4. Обобщенная формула Забродина

Ю. М. Забродин предложил уравнение, названное им обобщенным видом основного психофизического закона:

$$dS / S^Z = H (dR / R),$$

где Z — параметр, принимающий различные значения в пределах от 0 до 1.

При $Z = 0$ в левой части уравнения получаем dS (так как $S^0 = 1$) и, таким образом, приходим к формуле Вебера—Фехнера (см. фундаментальную формулу в п. 2 выведения закона Фехнера).

При $Z = 1$ получаем степенной закон Стивенса: $dS / S = H dR / R$ (см. формулу в п. 2 выведения закона Стивенса).

Оказалось, далее, что при $Z = 0,5$ обобщенный закон удовлетворительно отображает данные, полученные с помощью метода категориальных оценок.

Эти и другие сопоставления позволили Ю. М. Забродину интерпретировать Z как параметр, определяемый степенью осведомленности наблюдателя в различных условиях проведения эксперимента (выбор стимулов, учет пространственно-временных условий их предъявления, особенности даваемой испытуемому инструкции, статистическая структура эксперимента и т. д.). Так, в пороговых экспериментах, являющихся эмпирической основой логарифмического закона, испытуемый весьма слабо осведомлен об условиях проведения измерений. Вследствие этого Z стремится к нулю. Наоборот, успешность решения сенсорно-перцептивной задачи в ситуациях прямого шкалирования в значительной мере определяется осведомленностью испытуемого об экспериментальных условиях. Чтобы дать количественную оценку своим ощущениям, он должен четко определить ориентацию и взаиморасположение образов в своем сенсорном пространстве. Вследствие этого Z стремится к единице, а психофизические отношения выражаются степенным законом.

6.2. Законы суждений

Эти законы были разработаны в рамках психофизики, но могут быть использованы и в других разделах психологии, поскольку дают обычно психометрические шкалы, применяемые в социальной, педагогической, клинической и прочих психологиях. А посему законы суждений можно рассматривать в качестве общепсихологических законов.

Они отражают связь между субъективными расстояниями или отношениями, с одной стороны, и суждениями, с другой (например, относительными частотами предпочтений, либо отнесения объекта к той или иной категории признаков), за что и получили наименование законов суждений. В этих суждениях не дается оценка равенства субъективных расстояний или отношений и, следовательно, метрические шкалы, на основе которых устанавливаются законы суждений, является косвенными. Их отличают от фехнеровских шкал накопления следующие особенности.

1) Соответствие различительных равенств (одинаковых вероятностей предпочтения или узнавания) равенствам субъективных расстояний не ограничено в общем случае только их пороговыми значениями.

2) Количественные связи между вероятностями суждений «больше» или «меньше» и субъективными расстояниями не ограничены лишь психофизическими отношениями. Иначе говоря, эмпирические множества в этих случаях могут быть представлены не только физическими объектами (механическими, световыми, температурными, звуковыми и т. д. воздействиями), но и объектами различной нефизической природы (биологические, социальные, психологические, этические и проч. особенности и воздействия).

3) В качестве показателей разброса оценок (суждений) используются не физические, а психологические меры.

4) Исследуются не только сенсорные, но и другие психологические (субъективные) расстояния между объектами (например, эмоциональные или интеллектуальные).

6.2.1. Закон сравнительных суждений Терстона

Закон сравнительных суждений был представлен Л. Л. Терстоном в его статье, опубликованной в 1927 г. в журнале «Psychological Review» [51]. Этот закон применим не только к сравнению физических стимулов по интенсивности, но также и к качественным суждениям. Это суждения отдельного наблюдателя, который сравнивает ряд стимулов методом парных сравнений.

Л. Л. Терстон интересовался не чувствительностью сенсорной системы, а измерением психологических различий между стимулами. Он первым ввел понятие психологического континуума, на который стимул проецируется в виде распределения его возможных субъективных значений.

По Л. Л. Терстону, процесс сравнения интенсивностей двух стимулов происходит последовательно: сначала оценивается каждый из них, потом производится вычитание. Л. Л. Терстон постулировал нормальное распределение субъективных интенсивностей в психологическом Континууме, у которого разность двух нормально распределенных величин тоже распределена нормально.

С точки зрения Л. Л. Терстона, отклонение, которое обнаруживается в процессе принятия решения о различиях между предъявляемыми стимулами, определяется самими стимулами и их величинами, а не физиологическими механизмами, с помощью которых эти различия устанавливаются. То есть ошибка различения порождается самим стимулом. С ростом интенсивности стимула растет и порождаемая им ошибка различения.

Модель Терстона можно представить следующими четырьмя основными предположениями:

1) Каждому стимулу на психологическом континууме соответствует случайная величина, распределенная по нормальному закону. Математическое ожидание m этой случайной

величины представляет собой шкальное значение объекта.

2) Если два объекта предлагаются для парного сравнения, то они независимо друг от друга отражаются в субъективном пространстве. Следовательно, корреляция двух соответствующих случайных величин равна нулю.

3) Субъективные образы измеряемых объектов проявляют такую же интраиндивидуальную вариабельность. Дисперсии соответствующих случайных величин имеют равные значения D .

4) Если два объекта a и b при своем предъявлении отражаются в субъективные величины x_a и x_b и имеет место соотношение $x_a < x_b$, то в парном сравнении решение принимается в пользу b .

Таким образом, множеству из n объектов соответствуют шкальные значения m и дисперсия D .

В общей форме закон сравнительных суждений выражается уравнением Терстона:

$$S_1 - S_2 = Z_{1,2} \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) - 2r \sigma_1 \sigma_2},$$

где S_1 и S_2 — величины ощущений, вызываемых двумя сравниваемыми стимулами R_1 и R_2 ;

$Z_{1,2}$ — нормированное по «а» отклонение для полученной в опыте вероятности предпочтения одного стимула другому;

« σ_1 » и « σ_2 » — разброс (стандартные отклонения) величин S_1 и S_2 ; « r » — коэффициент корреляции S_1 и S_2 .

Определение величины « r », а также различий между « σ_1 » и « σ_2 » представляет большие трудности. Поэтому количественная оценка субъективных расстояний производится на основе допущения о взаимной независимости значений случайных величин S_1 и S_2 (то есть при « $r = 0$ »), а также равенства стандартных отклонений субъективных процессов ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$). В этом случае формула закона приобретает вид:

$$S_1 - S_2 = Z_{1,2} \sigma \sqrt{2}.$$

Величина $\sigma \sqrt{2}$ при этом используется в качестве единицы измерения субъективного расстояния. С учетом сделанных допущений и преобразований получаем упрощенную формулу закона сравнительных суждений:

$$S_1 - S_2 = Z_{1,2}.$$

Закон сравнительных суждений переводит одномерный субъективный континуум на числовую ось квантилей нормального распределения — в столь популярные в современной психодиагностике g -оценки.

Этот закон представляет подход к проблеме, отличный как от нейрофизиологического подхода Г. Фехнера, так и от психофизического подхода С. С. Стивенса. Л. Л. Терстон как бы отстраняется от сути процессов, лежащих в основе субъективной оценки. Он представляет результат оценочных суждений, который не зависит от природы сравниваемых объектов. Такие суждения могут выноситься и о значениях весов или размеров сравниваемых объектов, и относительно популярности артистов или политиков. Д. Гилфорд называл закон сравнительных суждений Терстона психометрическим законом [46]. А. И. Худяков считает, что «подход Терстона претендует на обобщение всех психологических измерений, от пороговых до эстетических» [42. С. 68].

В переводе на русский язык выдержки из работы Л. Л. Терстона приведены в [40].

6.2.2. Закон категориальных суждений Торгерсона

В. С. Торгерсон развил идеи Л. Л. Терстона в применении к методу категорий и вывел

аналогичный психометрический закон категориальных суждений [52]. Сложность представления результатов использования метода категорий в том, что в субъективном пространстве отражаются не только стимулы, но и границы категорий, к которым эти стимулы должны быть отнесены.

Закон категориальных суждений выражается уравнением Торгерсона:

$$t_i - S_m = Z_{i,m} \sqrt{(\sigma_i^2 + \sigma_m^2 - 2r\sigma_i\sigma_m)},$$

где $i = 1, 2, \dots, n$; $m = 1, 2, \dots, M$; n — число интервалов на заданной шкале категорий; $n + 1$ — число категорий; i — номер категории; m — номер предъявляемого стимула; t — среднее (или модальное) значение границы m -категории; S_m — средняя величина (или модальное значение) впечатления от m -го стимула; σ_i — показатель разброса (стандартное отклонение) величины S_m ; r — коэффициент корреляции между мгновенными случайными величинами впечатления от m -го предъявленного стимула и границы i -категории.

Видно, что если впечатление от m -го стимула сравнивать не с границей категории t_i , а с впечатлением S_i от другого стимула, то формула Торгерсона совпадает с формулой Терстона.

7. СЕНСОРНАЯ АДАПТАЦИЯ

Адаптация (от лат. *adaptatio* < *adaptare* — приспособлять) — это приспособление к изменениям условий среды. Одним из важнейших свойств живых систем, повышающим их выживаемость, является **сенсорная адаптация** — приспособительная реакция организмов к изменениям внешней и внутренней среды, выражающаяся в повышении (обострении) сенсорной чувствительности при отсутствии или при слабых раздражителях и в ее снижении (огрублении) при длительно действующих или при сильных раздражителях. Первый случай иногда условно называют *позитивной адаптацией*, второй — *негативной*.

Уровень сенсорной чувствительности связан с сенсорными порогами (см. дальше) обратной связью: повышение чувствительности сопровождается соответствующим понижением сенсорных порогов (например, при темновой адаптации, то есть привыкании к темноте), а понижение чувствительности сопровождается соответствующим повышением сенсорных порогов (например, при световой адаптации — привыкании к свету или при температурной адаптации — привыкании к холоду или теплу). При продолжительном воздействии стимулов некоторых модальностей ощущения (по крайней мере осознаваемые) вообще могут исчезнуть (например, полное привыкание к запахам или исчезновение тактильных ощущений от прикосновения к телу одежды).

Биологическая целесообразность сенсорной адаптации заключается в том, что она способствует обнаружению слабых раздражителей (позитивная адаптация) и предохраняет сенсорные системы (в первую очередь внешние органы чувств) от чрезмерного раздражения и возможного дальнейшего разрушения при очень сильных или слишком продолжительных воздействиях (негативная адаптация).

Основные характеристики сенсорной адаптации:

- 1) Диапазон изменения абсолютной чувствительности;
- 2) Скорость изменения абсолютной чувствительности;
- 3) Избирательность (селективность) по отношению к раздражителю (к его модальностным и качественным характеристикам).

Естественно, величины указанных характеристик зависят от вида сенсорной системы. Так, высокой скоростью адаптации отличаются тактильные анализаторы (доли секунды), медленно адаптируется зрительная система (десятки минут).

физиологической основой сенсорной адаптации являются вызванные действием адаптирующего фактора нейрофизиологические процессы, протекающие в периферическом и в центральном отделах анализатора. Например, при световой адаптации сужается зрачок глаза, происходит распад светочувствительного пигмента (зрительного пурпура) и переход рецепторной зоны (сетчатки глаза) с палочкового на колбочковое зрение. При темновой адаптации повышение чувствительности периферических рецепторов сопровождается уменьшением порога возбудимости центральных нейронов (в коре головного мозга).

8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОЩУЩЕНИЙ

Взаимодействие ощущений обуславливает переход **от сенсорного уровня познания к перцептивному уровню**. Физиологической основой этого феномена является *взаимодействие анализаторов*, реализуемое, во-первых, с помощью специализированных (по модальности) нервных клеток центральных отделов разных анализаторов, рассредоточенных на периферии соответствующих участков коры головного мозга и образующих с соседними участками *смежные зоны*, включающие специфически разные нейроны, относящиеся к разным центрам, и, во-вторых, с помощью так называемых *поливалентных нейронов* (не специализированных по одной какой-либо модальности), которые Принимают импульсы от разных сенсорных систем.

Различают *внутримодальное взаимодействие*, то есть взаимодействие одноименных ощущений (слуховых со слуховыми, зрительных со зрительными) и *межмодальное*, то есть взаимодействие ощущений разных модальностей (слуховые со зрительными, зрительные с вкусовыми и т. д.).

Общая закономерность межмодального взаимодействия состоит в том, что слабые раздражители одной модальности повышают чувствительность к стимулам другой модальности, и, наоборот, сильные стимулы понижают чувствительность к слабым раздражителям другой модальности. Указанное повышение чувствительности называется **сенсификацией**. Например, экспериментально доказано, что слабые вкусовые ощущения (особенно кислого) повышают зрительную чувствительность.

Взаимодействие ощущений проявляется и в явлении, называемом синестезией. **Синестезия** заключается в появлении под влиянием раздражения одного анализатора ощущения, присущего другому анализатору. Например, звуковые раздражители могут вызвать зрительные или вкусовые ощущения, зрительные раздражители — температурные ощущения, вкусовые раздражители — тактильные ощущения и т. п. Эти эффекты закреплены в таких словосочетаниях, как «сладкий звук», «теплый (холодный) цвет», «мягкий тон (звука или цвета)» «острый вкус» и т. д. Синестезия лежит в основе такого вида искусства, как цветомузыка. Видимо, присущая многим людям особенность — «расцветивание» имен — также связана с синестезией.

9. ОТ ПСИХОФИЗИКИ «ЧИСТЫХ ОЩУЩЕНИЙ» К ПСИХОФИЗИКЕ «ОБОБЩЕННОГО ОБРАЗА»

На особенностях статической и динамической психофизики мы уже коротко останавливались при знакомстве с делением психофизической науки на классическую и современную. В этом разделе хотелось бы обрисовать линию в развитии психофизики, связанную с эволюцией взглядов на природу сенсорного отражения, соответствующих психологических механизмов и способов их изучения и оценки. Беглый обзор этой эволюции сделан на основе монографии А. И. Худякова и К. Д. Зароченцева «Обобщенный образ как предмет психофизики» [42]. Хотя многие положения этой работы нам представляются спорными, но ее общая направленность на поиск системообразующего и интегрирующего фактора психики и соответствующих приемов психологических измерений привлекает внимание. К тому же монография является

весьма обстоятельной сводкой сведений по новейшей истории психофизики, охватывающей последние два-три десятилетия.

Самым главным в идее Г. Фехнера было то, что он впервые включил «элементарные» ощущения в круг интересов психологии. До Г. Фехнера считали, что исследованием ощущений, если это кому-нибудь интересно, должны заниматься физиологи, врачи, даже физики, но только не психологи. Для психологов это, мол, слишком примитивно. Искомая граница проходит там, где начинается ощущение, то есть возникает первый психический процесс. Величину стимула, при которой начинается ощущение, Г. Фехнер назвал *нижним абсолютным порогом*. Для определения этого порога Г. Фехнером были разработаны методы, до сих пор активно используемые в психологических экспериментах. В методологическую основу своих исследований Г. Фехнер положил два утверждения, которые получили названия *первая и вторая парадигмы классической психофизики*: 1) сенсорная система человека — это измерительный прибор, который соответствующим образом реагирует на воздействующие физические стимулы; 2) психофизические характеристики у людей распределены по нормальному закону, то есть случайным образом отличаются от какой-то средней величины, аналогично антропометрическим характеристикам.

Из первого утверждения вытекает требование организовывать психофизический эксперимент таким образом, чтобы исключить влияние на его результаты всех психических систем, кроме сенсорной. Второе утверждение позволяет проводить исследования на небольшом количестве испытуемых и распространять выводы на всю генеральную совокупность — вплоть до всего населения Земли. Эти два постулата очень упрощенно представляли проблему, но это упрощение помогло начать экспериментальные исследования и получить значительные результаты. Сегодня считается, что обе эти парадигмы устарели. Первая противоречит принципу активности психики. Кроме того, оказалось, что невозможно выделить и исследовать в эксперименте одну, даже самую «примитивную», психическую систему из целостной структуры человеческой Психики. Несостоятельность второй парадигмы частично следует из несостоятельности первой — активизация в психофизическом эксперименте всех психических систем, от самых «низших» до самых «высших», приводит к очень большому разнообразию реакций испытуемых, следовательно, к разнообразию их психофизических характеристик, что позволяет сегодня говорить о необходимости создания дифференциальной психофизики, то есть психофизики, в которой декларируется индивидуальный подход к каждому испытуемому в эксперименте.

Кроме того, Г. Фехнер считал, что человек не может непосредственно оценивать свои ощущения количественно, поэтому он разработал «косвенные» методы, с помощью которых можно количественно представить отношения между величиной раздражителя (стимула) и интенсивностью вызванного им ощущения.

Поскольку экспериментальная практика все время регистрировала факт размещения мгновенных порогов в некотором диапазоне, было введено понятие **пороговой зоны** [26]. К. В.

Бардин в разрабатываемой его школой субъектной психофизике в диапазоне изменений стимулов в эксперименте выделил три последовательные зоны: зона различения - зона сомнений — зона неразличения. То есть признается, что существует не четкий порог, а переходная область с размытыми границами и плавно меняющимися свойствами. «Исследование пороговой зоны К. В. Бардиным (1969) выявило ее психологическую неоднородность. Границы ее — это области неразличения и различения, в интервале же между ними обнаружены две последовательные переходные области— латентных сомнений (где растет время реакции (ВР), но ошибки еще не появляются) и актуальных сомнений (где растут и ВР, и число ошибок)» [36].

До сих пор продолжают сосуществовать два противоположных подхода к моделированию сенсорной чувствительности: 1) порог как произвольно регулируемая граница, разделяющая сенсорные события, и 2) порог как собственная, хотя и флуктуирующая характеристика сенсорной системы. В первом случае сенсорное пространство определяется как непрерывное, и порог принимается как операциональная характеристика наблюдателя, которому критерий принятия решения навязывается процедурой эксперимента. Во втором случае порог отражает дискретность самого сенсорного пространства.

В классической психофизике сенсорная система исследовалась с помощью регистрации реакций испытуемого на переменный стимульный ряд. При этом характеристики самого испытуемого считались почти неизменными, по крайней мере, в ходе эксперимента. Примером таких исследований могут служить три классических метода психофизики (см. ниже). В современной психофизике исследуют динамику, подвижность процесса решения при неизменном сигнале. Поэтому строят РХП (рабочую характеристику приемника — наблюдателя). Примером является рассмотренный далее во второй части пособия метод «да—нет», в котором стимульный ряд остается неизменным, а меняется критерий принятия решения у испытуемого.

Влияние метода измерений на результаты психофизического эксперимента было одним из главных доводов противников психофизики. Но главный вопрос в том, что мы действительно при этом измеряем — работу сенсорной системы как измерительного прибора, согласно первой парадигме классической психофизики, или реакцию испытуемого на всю экспериментальную ситуацию в целом. Последнее больше соответствует современным представлениям отечественной психофизики. Значительным шагом в решении этого фундаментального вопроса была разработка с позиций современной психофизики понятия **сенсорного пространства**.

В 1970-1980-х гг. в отечественной науке построен ряд моделей сенсорных пространств. Так, на основе стохастической рекуррентной модели обнаружения, где сигналы и шум представлены замкнутыми пространственными объемами, Ю. М. Забродиным теоретически описана внутренняя структура этих пространств. Она характеризуется его локальными и глобальными областями, а также границами — областями адекватного отражения. Локальные области определяются в ситуациях обнаружения и различения сигналов (пороговые задачи) и характеризуют топологию образов в сенсорном пространстве, его разрешающую способность (пороговое восприятие). Глобальные области определяются в задачах шкалирования и характеризуют субъективные расстояния между надпороговыми стимулами. Теоретически обосновано, что параметры локальных областей и глобальной метрики связаны интегро-дифференциальными отношениями. Данные многих экспериментов обнаружили ряд психофизических эффектов в сенсорном пространстве, которые демонстрируют собственную динамику сенсорных образов помимо той, что вызвана динамикой сигналов («пульсация» образов, их «склеивание», смещение, угасание, трансформация и т. п.) [36].

«Содержательно концепция сенсорного пространства обобщает и расширяет множество теоретических представлений о психическом образе, формирующемся как результат психического отражения. Психический образ связан с отражаемым объектом через Психологический механизм (в отличие от физического, нейрофизиологического психофизиологического и иных механизмов) психического отражения» [14]. Сенсорное пространство — теоретический конструкт, в котором «живут и действуют» всевозможные психические образы.

Идея сенсорного пространства сыграла значительную роль в развитии психофизики. Прежде всего, это позволило более четко осознать проблему и говорить уже не о диапазоне и чувствительности измерительного прибора (сенсорной системы), а о структуре некоего гипотетического пространства, о том, каким образом некий ряд стимулов в нем отражается; и на основе данных отражения непрерывного или дискретного ряда стимулов строить теоретическую модель непрерывного или дискретного сенсорного процесса [42. С. 20—21].

Психофизике необходимо переосмыслить свой предмет — считают авторы цитируемой монографии. Им представляется, что предметом современной психофизики должна являться вся принципиально целостная психика, представленная как непрерывно формирующийся **обобщенный образ**. Понятие обобщенного образа во многом пересекается с понятием образа (картины) мира.

Обобщенный закон Забродина (см. выше), чтобы примирить законы Фехнера и Стивенса, постулировал необходимость учета оценки степени осведомленности испытуемого о задачах эксперимента. Предложенный Ю. М. Забродиным *переход от сенсорной психофизики к психофизике сенсорных задач* вроде бы призывает рассматривать при решении этих задач работу психики в целом, но при этом сама психика заменяется на черный ящик — приемник сигналов, что уводит психофизику решения сенсорных задач из психологии в кибернетику или теорию принятия сигналов.

В последнее время психофизика возвращается в психологию через создание *дифференциальной психофизики*. Но работы по дифференциальной психофизике опять активно используют понятие сенсорного пространства, а индивидуальные различия испытуемых оцениваются через корреляционные связи между успешностью работы сенсорного анализатора и какой-либо психологической характеристикой испытуемого (чаще всего с показателями его когнитивного стиля). Даже попытка привлечения дополнительных сенсорных характеристик оставляет психофизику в рамках парадигмы сенсорного пространства.

Что касается обобщенного образа, то, будучи активной субъективной моделью движения объективного мира, он не может быть полным отражением своего объекта. Модель всегда имеет довольно сильное расхождение со своим объектом [27, 28]. Расхождение объекта и модели не просто следствие опосредованности построения модели, но и принципиальное условие существования субъекта деятельности.

Под обобщенным образом понимается база психики, которая осуществляет всю «внутреннюю» работу по организации и проведению активного взаимодействия с внешним миром: и физическим, и социальным. Непосредственность взаимодействия обобщенного образа со средой не означает подчиненность его среде, а дает возможность по изменениям в среде, в результате активного взаимодействия, реконструировать структуру обобщенного образа, используя для этого богатый потенциал психофизики. Не данное конкретное состояние среды определяет структуру обобщенного образа, а обобщенный образ изменяет среду, и при этом изменяется сам.

Концепция «обобщенного образа» не просто декларирует целостность психики и предлагает новый предмет психофизики. Главное состоит в *отказе от жесткой иерархии структуры психики*, в представлении ее приближенной модели в виде динамической психологической системы, которая непрерывно меняется соответственно с изменением контекста: «объективный контекст + субъективный контекст = динамическая психологическая система» (моментальный снимок динамики обобщенного образа). Обобщенный образ есть основа личности.

Введение Г. Фехнером понятия «сенсорного пространства» привлекло внимание психологии к элементарным ощущениям, однако уже в исследованиях Г. Фехнера проявились психологические феномены, не объяснимые в рамках понятий только сенсорного пространства. Классическая психофизика Г. Фехнера может рассматриваться скорее как опосредованная психикой биофизика; сенсорное пространство — как пространство, отражающее физиологию работы анализаторов, искаженной психическими «помехами». Правильные и логичные дополнения сторонников дифференциальной психофизики [3, 8] тем не менее, как считают А.

И. Худяков и К. Д. Зароченцев, не дают им вырваться из привычных традиционных представлений о сенсорном пространстве. Например, работу испытуемого в около пороговой зоне К. В. Бардин объясняет привлечением дополнительных сенсорных характеристик, хотя некоторые исследования показывают, что сложные сигналы или сложные ситуации неопределенности вынуждают испытуемых привлекать не сенсорные, а скорее эмоциональные характеристики при оценках сигналов. Привлечение понятий «индивидуальная стратегия» и «когнитивный стиль» оставляет сторонников дифференциальной психофизики в рамках механистической модели: сенсорный сигнал обрабатывается когнитивной системой, после чего принимается решение об индивидуальной реакции.

Ю. М. Забродин считает, что актуальным моментом развития современной психофизики является ее связь с психологией личности, дифференциальной психологией и психосемантикой [14, 15]. В психофизических экспериментах с различными модальностями выявлено влияние различных несенсорных личностных факторов на результаты опытов: когнитивного стиля, общего уровня активности, обоих показателей из теста Айзенка (экстраверсии—интроверсии и нейротизма) и др. Психофизика в последнее время очевидным образом сближается с психологией личности, демонстрируя факт решения психофизической задачи не «сенсорной системой», а человеком, обладающим своим личностным смыслом, ментальным пространством, эмоциональным состоянием и т. д. [15].

Проблема индивидуальных различий в психофизике переросла в проблему личностных и ценностных предпосылок решения целостной сенсорной задачи активным, целостным и «пристрастным» субъектом—человеком-наблюдателем. От этого зависит достижение оптимальности в решении психофизических задач. Представленность объективно заданной задачи в семантическом и оценочном пространствах психики субъекта, личностный смысл, вкладываемый им в образ задачи, определяют реальные намерения субъекта и правила, с помощью которых он оценивает возможные стратегии решения, а также приемлемый уровень эффективности исполнения, допустимую степень собственных «ресурсозатрат» и момент остановки в своем движении к цели. Субъективно принятая задача — когнитивная модель объективно принятой задачи. Психофизика с первых шагов своих действительно занималась (и продолжает заниматься) изучением фундаментальных, основных проблем психологии — психического отражения и его роли в регуляции поведения и деятельности индивида. В этом смысле психофизика есть наука об одной из важнейших психических функций — когнитивной, или познавательной [14]. Психофизиков школы Ю. М. Забродина интересует то, каким образом человек строит «картину мира», как конкретно соотносятся субъективные образы объектов и событий этого мира с тем, что представляет собой сам объективный мир, окружающий индивида. По мнению А. И. Худякова и К. Д. Зароченцева, трудно не согласиться с этими утверждениями, но опять же, здесь доминирует привязка к сенсорному пространству и сенсорным задачам, на решение которых влияет личностный смысл. Ограничившись сенсорными задачами, психофизика, якобы, уходит из психологии в технику, в кибернетику.

Авторы концепции обобщенного образа считают «сенсорное пространство» далекой от реальной жизни идеализацией, которую даже в лабораторных экспериментах трудно реализовать. Свою концепцию они кратко представляют в виде следующих тезисов:

1. Вводится понятие обобщенного образа, как отражающее целостность системы психики. Понятие целостности системы подразумевает равноправность ее элементов.

2. Равноправность элементов обобщенного образа означает, что невозможно выделить в «чистом» виде работу ни одной психологической системы. В искусственных экспериментах можно организовать психологическую систему, в которой уровни активизации психических процессов будут различны, но эта искусственность, напоминающая расчленение или вивисекцию, приводит к малой информативности подобных экспериментов. Аналогично можно испытывать автомобиль, заставляя его двигатель работать без воды в системе охлаждения. Отсюда следует, что понятия «сенсорная система», «перцептивная система», «когнитивные процессы» и т. д. являются некоторыми частными, достаточно ограниченными моделями.

3. Обобщенный образ формируется в течение всей жизни человека. Гетерохронность

развития в детстве никак не отменяет понятие целостности.

4. Обобщенный образ — это активная опосредованная модель движения окружающего мира. Ее принципиальная не тождественность объекту отражения (объективной реальности) — один из возможных источников активности и развития психики.

5. Обобщенный образ формируется индивидуально. Не существует двух одинаковых обобщенных образов.

6. Индивидуальность обобщенного образа при экспериментальных исследованиях проявляется в индивидуальном образе экспериментальной ситуации, куда входят образ стимульного набора, образ инструкции (самоинструкция), образ критерия оценки (самокритерий), образ предполагаемых действий по выполнению инструкции и т. д. Это все проявляется в интериндивидуальных и интраиндивидуальных различиях результатов психофизических экспериментов.

7. Вышесказанное предполагает возможность использования психофизики в разработке психодиагностических методик.

8. Одним из принципов построения обобщенного образа является принцип снятия неопределенности между нашим представлением о внешнем мире и поступающей о нем актуальной информацией.

9. Отказ от упрощенных моделей, таких, как сенсорно-перцептивная система, и введение понятия обобщенного образа не отменяют эксперимент в психологии, а требуют более строгого переосмысливания традиционных проблем психологического эксперимента—измерения, таких, как валидность, связь инструкции (критерия) и самоинструкции (самокритерия), физическая эквивалентность и психологическая эквивалентность и т. д.

Подводя итоги, А. И. Худяков и К. Д. Зароченцев пишут: «Объектная психофизика (классическая) традиционно с успехом решает задачи скорее биологические, чем психологические; субъектная психофизика (современная, или дифференциальная) сегодня наиболее успешна в решении задач обнаружения и различения, то есть прикладных задач; психофизика обобщенного образа — это психофизика недалекого будущего, в котором, возможно, будет изменен ее предмет исследования» [42. С. 42]. И далее: «В своем развитии психофизика прошла путь от психофизики-1 (пороговой) через психофизику-2 (шкалирование), через решение психофизических задач к дифференциальной психофизике; от задачи установления границы между физическим и психическим (пороговая проблема) до глобальной постановки проблемы формирования психического образа как ядра психики, вокруг которого строится и развивается вся ее целостная система» [42. С. 91].

ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ I

1. *Ананьев Б. Г.* Теория ощущений. Л., 1961.
2. *Асмолов А. Г., Михалевская М. Б.* От психофизики «чистых ощущений» к психофизике «сенсорных задач» (Вступительная статья) // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974. С. 5-12.
3. *Бардин К. В.* Дифференциальная психофизика и пороговая проблема // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 2.
4. *Бардин К. В.* Пороговая проблема в классической и современной психофизике // Проблемы психофизики. М., 1974. С. 11-60.
5. *Бардин К. В.* Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М., 1976.
6. *Бардин К. В., Забродин Ю. М.* Проблемы психического отражения свойств объективного мира на сенсорно-перцептивном уровне // Психофизические исследования восприятия и памяти. Л., 1984. С. 15-25.
7. *Бардин К. В., Забродин Ю. М.* Проблемы сенсорной психофизики // Познавательные процессы: ощущения, восприятие. М., 1982. С. 91-99.
8. *Бардин К. В., Индлин Ю. А.* Начала субъектной психофизики. Ч. 1,2. М., 1993.
9. *Бурдун Г. В., Марков С. М.* Основы метрологии. М., 1972.
10. *Вудвортс Р., Шлосберг Г.* Психофизика-II. Методы шкалирования // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974.
11. *Дружинин В. Н.* Экспериментальная психология. М., 1997.
12. *Дэйвисон М.* Многомерное шкалирование. Методы наглядного представления данных. М., 1988.
13. *Забродин Ю. М.* Абсолютный порог интенсивности и его особенности // Вестн. Ленингр. ун-та. 1971. № 2. Вып. 2. С. 120-122.
14. *Забродин Ю. М.* Некоторые методологические и теоретические проблемы психофизики // Психофизика дискретных и непрерывных задач / Под ред. Ю. М. Забродина, А. П. Пахомова. М., 1985.
15. *Забродин Ю. М., Голубинов В. В.* Субъективные критерии оптимальности решения психофизических задач и личность // Психологический журнал. 1990. Т. 11. №6.
16. *Забродин Ю. М., Лебедев А. Н.* Психофизиология и психофизика. М., 1977.
17. *Зароченцев К. Д., Худяков А. И.* Основы психометрии. СПб., 1996.
18. *Ительсон Л. Б.* Математические и кибернетические методы в педагогике. М, 1964.
19. *Корнилова Т. В.* Введение в психологический эксперимент. М., 1997.
20. *Леонтьев А. Н.* Проблемы развития психики. М., 1981.
21. *Ликлайдер Д. К. Р.* Основные корреляты слухового стимула // Экспериментальная психология / Ред. С. С. Стивенс. Т. 2. М., 1963. С. 580-642.
22. *Ломов Б. Ф.* Предисловие // Проблемы психофизики. М., 1974. С. 3-10. 23..*Лурия А. Р.* Основы нейропсихологии. М., 1973.
24. *Маликов С. Ф., Тюрин Н. И.* Введение в метрологию. М., 1965.
25. Математическая психология: теория, методы, модели. М., 1985.
26. *Михалевская М. Б.* Порог и пороговая зона // Сенсорные и сенсомоторные процессы. М., 1973. С. 54-60.
27. *Никандров В. В.* Метод моделирования в психологии. СПб., 2003.
28. *Никандров В. В.* Моделирование как метод психологии // Вестник СПбГУ. 2001. Вып. 1. № 6.
29. *Никандров В. В.* Наблюдение и эксперимент в психологии. СПб., 2001.
30. *Никандров В. В.* Психофизическая проблема — реальность или миф? // Вестник СПбГУ. 2001. Вып. 4. № 6.
31. *Парамей Г. В.* Применение многомерного шкалирования в психологических исследованиях // Вестник МГУ. Сер. 14. 1983. № 2. С. 57-69.
32. Практикум по психодиагностике. Дифференциальная психометрика / Под ред. В. В.

- Столина, А. Г. Шмелева. М., 1984.
33. Психология. Учебник / Под ред. А. А. Крылова. М., 1998.
 34. *Пьерон А.* Психофизика // Экспериментальная психология / Ред. П. Фресс и Ж. Пиаже. Вып. 1-2. М., 1966.
 35. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. М., 1946.
 36. *Скотникова И. Г.* Психология сенсорных процессов. Психофизика // Современная психология / Под ред. В. Н. Дружинина. М., 1999.
 37. *Стивенс С.* математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология / Ред. С. С. Стивенс. Т. 1. М., 1960. С. 61-65.
 38. *Стивенс С. С.* О психофизическом законе // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974.
 39. *Суходольский Г. В.* Математическая психология. СПб., 1997.
 40. *Терстон Л. Л.* Психофизический анализ // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974.
 41. *Хамская Е. Д.* Достижения отечественной нейропсихологии в изучении проблемы «Мозг и психика» // Психологический журнал. 2001. Т. 22. №3.
 42. *Худяков А. И., Зароченцев К. Д.* Обобщенный образ как предмет психофизики. СПб., 2000.
 43. *Шрайбер Д.* Проблемы шкалирования // Процесс социального исследования. М., 1975. С. 149-209.
 44. *Choynowski M.* Die Messung in der Psychologie // Die Probleme der mathematischen Psychologie. Warschau, 1971. P. 10-18.
 45. *Fechner G.* Elements der Psychophysik. Leipzig, 1860; 2 Aufl. Leipzig, 1889; 3 Aufl. Leipzig, 1907.
 46. *Guilford J. P.* psychometric Methods. N.Y., 1954.
 47. *Guthjahr W.* Die Messung psychischer Eigenschaften. Berlin, 1971.
 48. *Leinfellner W.* Einfuhrung in die Erkenntnis- und Wissenschafts-theorie. Mannheim, 1965.
 49. *Sixtl F.* Mesmethoden der psychologie. Weinheim, 1966, 1967.
 50. *Stevens S. S.* Sensory scales of taste intensity // Percept, a. Psychophys. 1969. Vol. 6.
 51. *Thurstone L. L.* A law of comparative judgment // Psychological Review. 1927. Vol. 34- Н. 273-286; A law of comparative judgment. Special Issue: The centennial issue of the Psychological Review // Psychological Review. 1994, Apr. Vol. 101 (2).
 52. *Torgerson W. S.* Theory and methods of scaling. N.Y., 1958.

Часть II

МЕТОДЫ ПСИХОФИЗИКИ

1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СИСТЕМЕ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Главная область применения психофизических методов — *измерение ощущений*. Хотя они с успехом используются и для изучения других психических процессов, а в модифицированных вариантах даже в социально-психологических исследованиях. Основное назначение методов вытекает из предмета психофизической науки как раздела общей психологии.

Согласно наиболее известной классификации методов психологического исследования [1,2], группа психофизических методов входит в класс эмпирических методов, внутри которых они совместно с методом психических реакций относятся к разряду классической формы лабораторного эксперимента. «Эти методы получили исключительное развитие не только в психологии, но во многих смежных науках» [1. С. 30].

При классификации психофизических методов обычно сталкиваются с теми же трудностями, что и при описании структуры психофизики: с многообразием оснований (критериев) для группировки методов и их взаимопереплетенностью, в значительной мере определяемой неоднозначностью связей между исходными теоретическими предпосылками каждого конкретного метода и получаемыми с его помощью эмпирическими данными. Так, в качестве оснований для классификации эмпирических методов одновременно могут выступать следующие критерии: 1) деление науки на психофизику-I и психофизику-II; 2) различия между классической и современной психофизиками; 3) принципы дискретности или непрерывности сенсорного ряда; 4) прямые или косвенные способы психологических измерений; 5) различия в подходе к статистической обработке результатов эксперимента: либо посредством мер центральной тенденции (мер локализации), либо посредством мер вариабельности (мер рассеивания) и т. д.

Вторая трудность вытекает из того факта, что различные теоретические модели, даже диаметрально противоположные, могут приводить к одному и тому же методу, и, наоборот, результаты, полученные с помощью одного и того же метода, могут быть в ходе обработки приведены к показателям, принятым в разных теоретических моделях [5. С. 68].

Все психофизические методы разработаны на основе определенных теоретических представлений. Процедура измерения, способы выражения данных продиктованы теоретическими позициями авторов метода поэтому объяснить методы вне их связи с теорией очень трудно. Видишь ли, правы исследователи, придерживающиеся линии, согласно которой при описании методов предпочтение отдается тем теориям, на основе которых они изначально вырабатывались, а не тем, которые впоследствии внесли свои, зачастую весьма существенные коррективы. Так, классические методы связываются с пороговой концепцией Фехнера, хотя огромный вклад в их разработку внесли и представители классической теории непрерывности сенсорного ряда (Г. Мюллер, Д. Ястров, Ф. Урбан и др.). Теоретической основой современных методов является, наоборот, принцип непрерывности сенсорного ряда, хотя наряду с моделями теории обнаружения сигнала существуют модели Блэквелла, Люса, Аткинсона, придерживающихся пороговой концепции.

Некоторые методы психофизики заимствованы из других наук, однако все они настолько адаптированы к ее задачам, что к настоящему времени их вполне можно отнести к разряду психофизических методов.

Наиболее привычная группировка психофизических методов опирается на деление психофизической науки по предмету исследования на две области (психофизика-I и психофизика-II). Тогда имеем две большие группы: методы измерения сенсорной чувствительности (или пороговые методы) и методы сенсорного шкалирования.

2. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СЕНСОРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

2.1. Классификация методов измерения сенсорной чувствительности

Всю совокупность методов измерения сенсорной чувствительности по типологии решаемых в процессе исследования задач делят на *методы классической* и *современной психофизики*. Методологические особенности каждого из этих разделов науки были обрисованы выше. Методология конкретизируется в методической реализации. Классические методы были нацелены на изучение сенсорной функции в «идеальных» условиях, то есть в условиях, по возможности исключающих появление различных ошибок. При этом под ошибками подразумевались изменения в оценках порогов, которые были обусловлены варьированием либо пространственно-временных условия стимуляции (временная и пространственная ошибки), либо установки испытуемого (систематические ошибки ожидания и привыкания), либо инструкции, даваемой наблюдателю, либо какими-нибудь другими методическими особенностями проведения измерений. Принято было считать, что исключение всех этих «ошибок» приводит к наиболее точному отображению сенсорной функции (к реализации функции «в чистом виде»).

Современная же пороговая психофизика сосредоточила основное внимание как раз на определении влияния несенсорных психологических факторов и пространственно-временных условий стимуляции на регистрируемые у человека пороги, что обусловило ее обозначение как *динамической психофизики*, противопоставляемой психофизике предшествующего периода как *психофизике статической*. Кроме того, значительное распространение приобрели исследования, направленные на выяснение физиологических механизмов сенсорной функции (*объективная сенсометрия*).

Общая классификация методов измерения сенсорной чувствительности представлена на рис. 9. Далее дадим характеристику обозначенных в этой классификации методов.



Рис. 9. Схема классификации методов измерения сенсорной чувствительности

2.2. Классические методы психофизики

2.2.1. Общая характеристика классических методов

Как видно на приведенной классификационной схеме (рис. 9), к собственно классическим относятся три метода измерения сенсорной чувствительности: метод минимальных изменений (или метод границ), метод средней ошибки (или метод установки) и метод постоянных раздражителей (или метод констант). Эти три метода являются типичнейшими представителями *лабораторного эксперимента*.

Классическими три указанных метода называются по нескольким причинам. Первая — это действительно *классическое сочетание в них всех признаков эксперимента*, а именно: 1) инициатива экспериментатора в появлении интересующих его психологических фактов; 2) возможность варьирования условий возникновения и развития этих явлений; 3) строгий контроль и фиксация условий и процесса их протекания; 4) изоляция одних и акцентирование других факторов, обуславливающих изучаемые феномены (что дает возможность выявления закономерностей их существования); 5) возможность повторения условий эксперимента (что позволяет многократную проверку получаемых научных данных и их накопление, что в свою очередь значительно повышает их надежность); 6) возможность количественного варьирования условий опыта, что позволяет выявленные закономерности представлять в строгих количественных выражениях [30. С. 39—40]. Более того, на ранних стадиях применения этих методов в XIX в. было даже очевидным стремление к воплощению в них *идеального эксперимента*, то есть эксперимента, в котором на зависимую переменную (ответ испытуемого) отсутствуют любые влияния кроме одной независимой переменной экспериментального стимула) [30. С. 84]. В реальности исключить дополнительные влияния множества приводящих факторов невозможно. Поэтому идеальный эксперимент в действительности неосуществим, что и продемонстрировала история применения классических методов психофизики. На практике приближение реального опыта к идеальному реализуется путем предельно жесткого контроля дополнительных переменных. Эта тенденция была связана с концепцией «чистых ощущений», согласно которой считалось, что ощущения полностью детерминируются физическими воздействиями, а активность субъекта и его психики не учитывалась. Иначе говоря, влияние всех дополнительных переменных (как внешних, так и внутренних) стремились свести на нет и пытались вывести «чистую» зависимость между ощущением (зависимая переменная) и физическим стимулом (независимая переменная).

Вторая причина «классичности» методов — *самая большая и насыщенная история их развития* по сравнению с другими методами. Третья причина — *все эти методы восходят к отцу психофизики Г. Фехнеру*. И, наконец, они послужили основой для разработки многих других методов в психологии (например, квантовый метод, метод вынужденного выбора и др.).

• • •

Задачи классических методов заключаются в определении порогов чувствительности: абсолютных и дифференциальных. Но поскольку практика показала, что порог не постоянен и колеблется иногда в значительных пределах, то приходится признать, что постоянной пороговой точки нет, и порог (в его операциональном смысле) приходится вычислять по целому ряду замеров, а оценку чувствительности дополнять показателем разброса данных в этих замерах, именуемой *переменной ошибкой*. Таким образом, несмотря на теоретические неясности понятия сенсорного порога, о чем уже говорилось, на практике исследователи постоянно используют рабочее понятие порогов, инструментом для получения которых являются классические методы, в силу чего они относятся к **пороговым методам** психофизики.

Недостатки теоретического и условность операционального понятия порога вызвали введение в научный оборот категории **пороговой** зоны, «характеризуемой психометрической функцией, в пределах которой вероятность ответной реакции изменяется от 0 до 1. Пороговая зона указывает не только диапазон возможных значений порога (диапазон его флуктуации), но и вероятность его локализации в отдельных точках интенсивностей» [27. С. 59].

Хотя основной задачей классических методов является определение порогов чувствительности, получаемые в процессе их применения показатели не всегда удается трактовать как сенсорные пороги. Такая ситуация характерна, например, для измерения дифференциальной чувствительности при использовании метода средней ошибки и метода постоянных раздражителей в трехкатегорийном варианте (см. дальше).

В этой связи *в качестве характеристик сенсорной чувствительности выступают не пороги, а иные показатели*. Иногда это тесно связанные с порогами величины, характеризующие *локализацию* эмпирических данных в пороговой зоне. Их можно отнести к группе пороговых показателей. Среди них чаще других используют *точку субъективного равенства* и *константную ошибку*. В других случаях используют показатели, трудно сопоставимые с порогами и характеризующие *разброс* эмпирических данных. Их часто называют непороговыми характеристиками чувствительности. Обычно в этой роли выступают статистические *показатели вариабельности*: среднее отклонение (по Г. Фехнеру — средняя ошибка); среднее квадратичное, или стандартное, отклонение-квартильный коэффициент вариативности; вероятная ошибка.

Современная психофизика пришла к выводу, что трудно со всей категоричностью отдать предпочтение какой-либо группе показателей, т. к. каждое из них характеризует сенсорную чувствительность, но в разных аспектах, тем более, что задача сравнения разных испытуемых в одинаковых условиях или в разных условиях для одного эксперта с равным успехом могут решаться с использованием любого из перечисленных показателей. Исследователи, как правило, стараются получить не только порог, но и дополняющие его характеристики чувствительности. Но в силу исторической традиции, простоты и наглядности, широкого распространения в научной практике и прикладных исследованиях операциональные сенсорные пороги остаются ведущим показателем при оценке чувствительности.

Наиболее полно пороговую концепцию реализует метод минимальных изменений, он же позволяет непосредственно измерять сенсорные пороги (по крайней мере мгновенные пороги, то есть пороги при одноразовом замере). Поэтому среди всех пороговых методов этот метод может рассматриваться как эталонный, с которым удобно сравнивать остальные.

Далее приведем краткое описание каждого из классических методов. Более подробное их изложение дано в работах К. В. Бардина и В. В. Никандрова [5, 29].

2.2.2. Метод минимальных изменений (метод границ)

Метод минимальных изменений (ММИ) часто встречается под другими названиями: метод границ, метод пределов, едва заметных различий, наименьших различий, едва заметной разницы, серийного исследования. При этом некоторые названия относятся скорее к отдельным модификациям ММИ и не характерны для всей группы этих методик. Поэтому рекомендуется пользоваться названиями, отражающими специфические черты метода, характерные для всех его вариантов, а именно: или метод минимальных изменений, или метод границ. Хотя в научный оборот метод введен Г. Фехнером, связывают его чаще с именем В. Вундта, внесшего наибольший вклад в его дальнейшее развитие.

В соответствии с пороговой концепцией порог — это барьер, разделяющий ощущаемые раздражители от неощущаемых. Следовательно, изменяя интенсивность раздражителя в какую-либо сторону (увеличивая от 0 — восходящая стимуляция или уменьшая от заведомо ощущаемой величины — нисходящая стимуляция), можно обнаружить этот барьер, или границу, ниже которой ощущения не возникают (в случае дифференциальных порогов речь должна идти об

ощущениях различия). Отсюда и названия метода — *метод границ, пределов*. В случае определения порогов путем увеличения переменного стимула они носят название инкрементных порогов, в случае уменьшения переменного стимула — декрементных.

Надежность локализации пороговых точек достигается путем их многократной регистрации. Этим нивелируется влияние случайных факторов сенсорного характера (например, флуктуация чувствительности) и несенсорного характера (например, незначительные колебания величины стимула, отвлечения и колебания внимания испытуемого), а также влияние таких разнонаправленных систематических факторов, как приобретение опыта в данной сенсорной деятельности и развитие утомления. *Окончательно место пороговой точки определяется как среднее всех произведенных замеров*. Разброс получаемых показателей характеризует меру точности в оценке величины порога и носят наименование **переменной ошибки**.

При указанных процедурах выявления порога (восходящая или нисходящая стимуляция) возникает вопрос о точности измерений. Естественно предположить, что при увеличении стимуляции пороговая точка лежит в интервале между точкой, где ощущение в последний раз не наблюдалось, и точкой, где ощущение возникает впервые. При уменьшении стимуляции — картина зеркальная: пороговая точка находится между точкой, где в последний раз был дан положительный ответ, и точкой, где впервые ощущение не было зарегистрировано. *Обычно за величину порога принимается точка посередине этого интервала*. Отсюда ясно, что чем меньше этот интервал, то есть «шаг» изменения стимула, тем выше точность измерения. Этим обстоятельством вызвано другое название метода — *минимальных изменений*.

Таким образом, пороговую точку в принципе можно найти двумя способами: увеличивая стимул (восходящий ряд) или уменьшая его (нисходящий ряд). Однако экспериментально установлено, что величины порогов, полученные этими способами, *не совпадают* между собой, иногда довольно значительно. Это вынудило исследователей различать **порог появления** (ПП), полученный по процедуре с восходящими рядами, и **порог исчезновения** (ПИ), полученный по процедуре с нисходящими рядами. Полусумма однократно замеренных ПП и ПИ определяет величину мгновенного порога в паре.

Процедуры измерения абсолютных и дифференциальных порогов отличны друг от друга. Это связано с тем, что в первом случае испытуемому предъявляется только один переменный стимул R , а во втором еще и эталонный стимул $R_{эт}$. Отсюда при оценке абсолютной чувствительности в одной паре стимульных рядов необходимо определять только *две пороговые точки*, а при оценке дифференциальной чувствительности — *четыре*: для нисходящего ряда — верхний порог исчезновения ощущения различия (ВПИ) и нижний порог появления вновь ощущения различия (НПП), для восходящего ряда — нижний порог исчезновения ощущения различия (НПИ) и верхний порог появления вновь ощущения различия (ВПП).

При таких процедурах неизбежно появляются так называемые ошибки привыкания (запаздывания) и ошибки ожидания (предвосхищения). Первые связаны с психологической инерцией суждений: продолжить ряд одних и тех же оценок испытуемому обычно легче, чем прервать его, высказав отличное от предыдущих суждений. Ошибки второго типа возникают вследствие того, что испытуемый на основе полученного в эксперименте опыта понимает, что ощущение на каком-либо шаге изменения стимула должно появиться (при восходящих рядах) или исчезнуть (при нисходящих рядах). Он начинает ожидать появления этого психологического эффекта, и с каждым шагом все напряженнее. В результате он сообщает о появлении или исчезновении у него ощущения раньше, чем это происходит в действительности. Для предотвращения этих ошибок (по крайней мере для их взаимного уравнивания) нисходящие и восходящие ряды стимуляции чередуются, а длина этих рядов (число шагов) варьируется.

Изложенные процедуры ММИ проиллюстрированы на рис. 10.

Итак, **характерные особенности метода границ** состоят в следующем:

- 1) определение *порога появления* и *порога исчезновения*,
- 2) последовательное изменение стимульного ряда *предельно мелкими шагами*,

- 3) наличие *нисходящих* и *восходящих* рядов стимуляции,
- 4) *чередование* нисходящих и восходящих рядов,
- 5) *варьирование числа шагов* в предъявляемых рядах стимуляции.

Кроме этих генеральных требований необходимо соблюдение еще некоторых *дополнительных условий*, которые обязательны как при измерении абсолютных, так дифференциальных порогов:

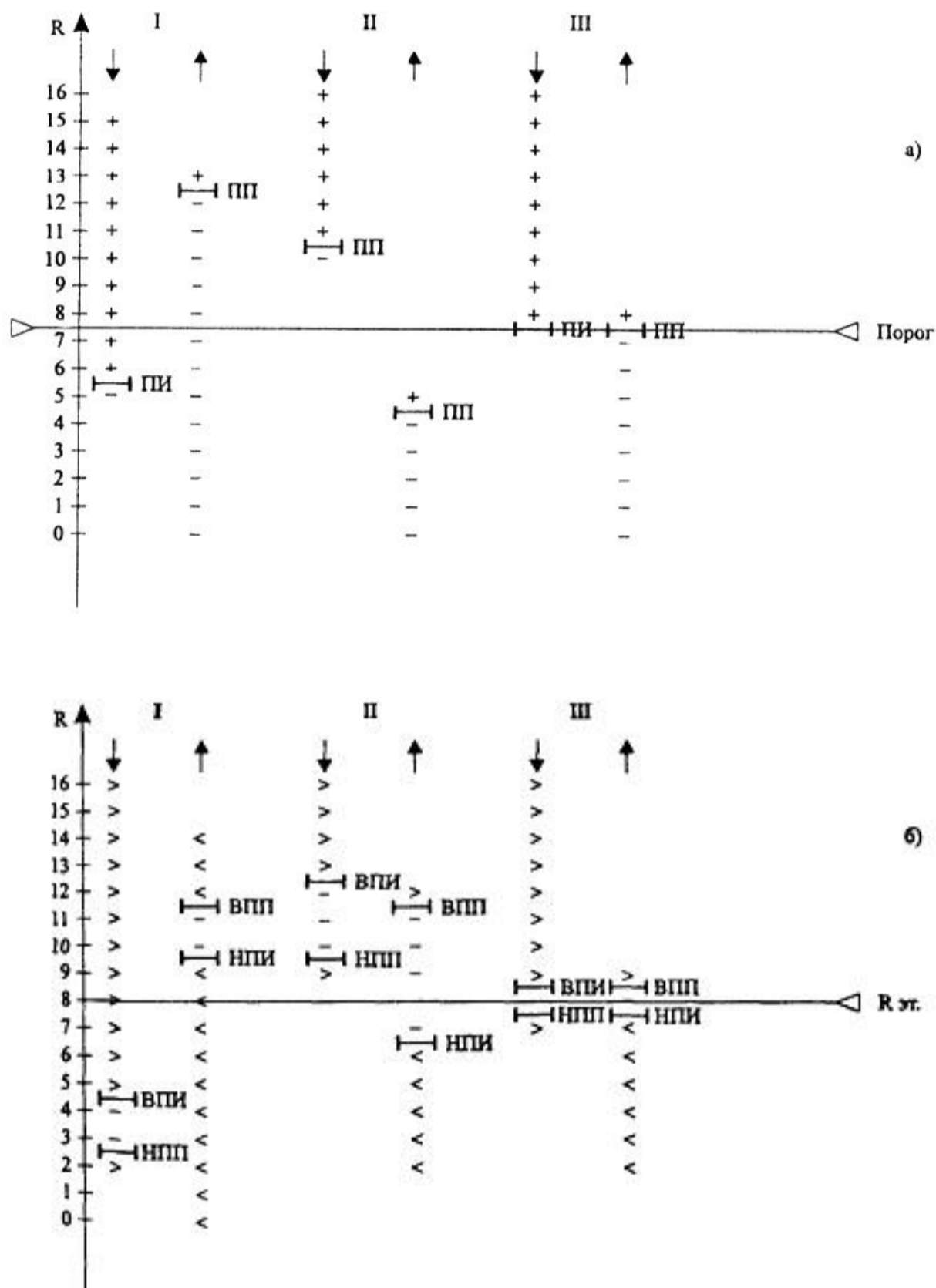


Рис. 10. Схема процедуры метода минимальных изменений:

а) — определение абсолютных порогов; б) — определение дифференциальных порогов; I — ошибки привыкания; II — ошибки ожидания; III — отсутствие постоянных ошибок. Стрелки вверх — восходящие стимульные ряды; стрелки вниз — нисходящие ряды; + — положительный ответ; — отрицательный ответ; > — ответ «больше»; < — ответ «меньше»; = — ответ «равно».

Остальные обозначения — в тексте.

б) *последовательность операций:*

- экспериментатор скрытно от испытуемого предъявляет ему последовательно шаг за шагом изменяющиеся от некоторой начальной величины стимулы;
- после каждого предъявления конкретного стимула экспериментатор фиксирует ответ испытуемого, после чего предъявляет следующий раздражитель. Соблюдение этого правила создает ситуацию когда испытуемый относится к *каждому предъявлению как к самостоятельному измерению* и дает ответ на основе впечатлений от этого

предъявления, не пытаясь соотносить его с предыдущим или последующими предъявлениями. В противном случае вероятность появления постоянных ошибок значительно повышается;

- смена направления стимульных рядов производится в зависимости от применяемого варианта ММИ: а) либо в точке, где испытуемый впервые изменил свою оценку стимула (например с «больше» на «равно» или неопределенную); б) либо в точке с противоположным ответом, но удаленной от первой противоположной оценки на несколько шагов;
- переход от одной пары стимульных рядов к другой производится в зависимости от варианта ММИ, аналогично смене направления рядов;

7) *величина «шага»*, как говорилось, должна быть минимальной. Но это условие ведет к увеличению числа шагов в стимульном ряду, что влечет быстрое утомление и снижение внимания к испытуемому, а следовательно, к искажению результатов. Оптимальная величина шага должна устанавливаться в предварительных опытах;

8) *стабильность «шага»* должна быть обеспечена во всех рядах одной серии экспериментов. Непостоянство величины шага внутри одного ряда стимуляции вызывает у испытуемого дезориентирующую установку. Например, настроившись на большие изменения стимула в первых предъявлениях, он может игнорировать слабые, хотя и заметные изменения в последующих предъявлениях. Изменения величины шага при переходе от ряда к ряду влечет за собой изменение точности измерения. Шаговый интервал допустимо, а иногда и необходимо менять только в предварительных опытах;

9) *начальное направление* стимульного ряда показывает, какой порог определяется первым — порог появления или порог исчезновения. Эта имеет значение только при малом числе замеров пороговой точки, то есть когда удельный вес первого, субъективно наиболее трудного замера достаточно велик. Чтобы облегчить эту субъективную трудность первого опыта, рекомендуется начинать с нисходящего ряда, так как считается что задача определения порога исчезновения психологически легче, чем определения порога появления. При большом числе замеров не имеет значения, с какого направления стимульного ряда начинать измерения;

10) *выбор начальной точки*. Начальная точка предъявления (начальная величина стимула) должна меняться от ряда к ряду, чтобы исключить появление у испытуемого привычки ожидать изменения своих ощущений через определенное число шагов изменения стимула. Что касается выбора расстояния от начальной точки до предполагаемого значения порога, то это зависит от варианта ММИ и связано с правилом перехода от одной пары стимульных рядов к другой. Но во всех случаях для первого ряда и в большинстве случаев для всех рядов начальное предъявление должно наверняка либо вызывать ощущение (нисходящие ряды), либо наверняка не вызывать его (восходящие ряды). Чередуя начальных точек целесообразно производить в случайном порядке. При этом обычно число шагов в ряду не превышает десяти.

11) *длина ряда*, то есть число шагов в нем, зависит от положения начальной точки и места, где испытуемый изменяет свои ответы. Поэтому, как правило, длины рядов в серии различны. Если в эксперименте получаются ряды одинаковой длины, то это показывает, что испытуемый реагирует на определенное число шагов. Экспериментатор должен сбить эту установку испытуемого, утрированно укорачивая и удлиняя ряды путем изменения начальной точки. Естественно, эти замеры из общей обработки данных исключаются;

12) *формулировка ответов* испытуемого должна быть по возможности краткой и однозначной. Например, «больше — равно — меньше», «да — нет», «слышу — не слышу» и т. д. Развернутые ответы тоже могут даваться, но как пояснения испытуемого к стандартизированным ответам и при условии, что они не являются помехами для последних. Такие ответы рассматриваются как дополнительная информация;

13) *учет неопределенных ответов* типа «не знаю», «неясно», «кажется» производится обязательно. При этом необходимо исходить из принципа ММИ, связывающего переход через порог с изменением категории ответа, а не с появлением противоположной оценки. Поэтому неопределенный ответ безусловно является изменением предыдущей категории ответов при

измерении абсолютной чувствительности, где присутствуют только две категории оценок (есть—нет). При измерении дифференциальной чувствительности, где используются три категории оценок (больше — равно — меньше), неопределенные ответы включают в группу оценок «равно»;

14) иногда требуется проведение *предварительных опытов* ознакомительного плана, реже — пилотажного [34. С. 279]. Они нужны для определения ориентировочных границ требуемых значений раздражителей, возможных начальных точек, назначения величины шага для основных опытов, для планирования времени и порядка проведения эксперимента в целом. В предварительных опытах испытуемый вырабатывает критерии оценки своих впечатлений от предъявляемой стимуляции.

Все перечисленные выше процедурные моменты характерны для ММИ в целом. Но метод реализуется в различных конкретных вариантах, имеющих свои методические особенности. Эти различия связаны в основном с правилом перехода из ряда в ряд в континууме стимулов.

• • •

Вычисление порогов производится различно для абсолютной и дифференциальной чувствительности. Это естественно вытекает из того факта, что в первом случае измеряются две пороговые точки (ПП и ПИ), а во втором — четыре (ВПП, НПП, ВПИ, НПИ). Однако принцип вычислений в обоих случаях одинаков: *порог чувствительности определяется как средняя величина между порогом появления и порогом исчезновения.*

Процедура вычислений может быть организована тремя способами: 1) сначала производится усреднение пороговых точек по вертикали, то есть в отдельных парах стимульных рядов, а затем получение величины усредняются по горизонтали, то есть по всем парам; 2) одновременное усреднение сразу всех мгновенных порогов появления и исчезновения; 3) усреднение сначала по горизонтали, а потом по вертикали. Каждый из этих способов, естественно, дает одинаковые величины порогов. Однако каждый имеет свои характерные достоинства, позволяющие получать информацию, дополнительную к пороговой [5, 29].

Для характеристики дифференциальной чувствительности методом границ кроме порогов можно получать и другие *пороговые показатели*:

1) **интервал неопределенности (ИН)**, характеризующий пороговую зону. Он равен расстоянию между усредненными величинами по всем стимульным рядам верхнего (как суммы ВПП и ВПИ) и нижнего (как суммы НПИ и НПП) порогов;

2) **точку субъективного равенства (R_c)**, соответствующую положению эталонного стимула в субъективном пространстве испытуемого, то есть величине субъективного эталона. Как правило, положение субъективного эталона отличается от положения эталона объективного (R_c).

Например, при исследовании глазомера (пространственной зрительной чувствительности), если R_{эт} = 20 см, то R_c может быть равной и 19 см, и 21 см, и 20,7 см и т. д.;

3) **константную ошибку (КО)**, указывающую на разницу между объективным и субъективным эталонами: КО = R_{эт} — R_c. Отрицательное значение КО в этом случае указывает на тенденцию испытуемого к переоценке стимула, положительное — к его недооценке.

• • •

Варианты метода минимальных изменений. Множество модификаций ММИ, обусловлено главным образом процедурными вариациями. В первую очередь это касается точек перехода из одного стимульного ряда в другой (что расценивается как необходимая для испытуемого информация), и положения на стимульной оси объективного эталона (что

считается избыточной информацией). За объективный эталон в случае исследования абсолютной чувствительности принимается значение стимула, предшествующее абсолютному нижнему порогу. Но обычно эта процедура при измерении абсолютных порогов не используется, она характерна для изучения дифференциальной чувствительности. Если испытуемому известны оба указанных параметра, то говорят о *вариантах полного знания*. Если испытуемый осведомлен только о первом параметре, то это варианты *неполного знания*. Если ему не известны обе точки, то это варианты *полного незнания*.

Знание испытуемым точки перехода из ряда в ряд может приводить к так называемой **сериальной ошибке**. Она возникает вследствие того, что, зная границы рядов (а следовательно, их длину), наблюдатель точку субъективного равенства R_c размещает не на основании своих ощущений, а путем расчета через определение середины ряда. С целью лишить испытуемого этой информации и тем самым «запутать» его, разрыв между окончанием предыдущего ряда и началом следующего сводится к минимуму: либо к нулю (дважды подряд дается одно значение стимула), либо разрыв составляет один шаг в ту или иную сторону. Однако тогда испытуемый непроизвольно стремится угадать направление ряда, что является деятельностью, побочной по отношению к основной сенсорной деятельности по оценке своих ощущений. Как пройти между этими «Сциллой» и «Харибдой» — решает экспериментатор в соответствии с целями и задачами исследования. Чаще вопрос решается в пользу заметных скачков между стимульными рядами, что, по-видимому, и обусловило присвоение этой информации наименования **необходимой**.

Избыточная информация предоставляется испытуемому через специальную организацию предъявления стимуляции: один из рядов пары каждый раз начинается с величины $R_{эт}$, о чем сообщается наблюдателю. Кстати, В. Вундт в своих исследованиях применял именно этот вариант ММИ. Такая процедура, во-первых, сокращает определение разностного порога вдвое, поскольку в каждой паре рядов получают либо только ВПИ и ВПП, либо только НПИ и НПП и, во-вторых, не отвлекает испытуемого на побочную деятельность по выяснению направления ряда, поскольку это для него очевидно. Однако в этой ситуации он хотя и знает о равенстве начального в ряду стимула и эталона, все же может чувствовать между ними сенсорную разницу (что обычно и бывает). Естественно, этот конфликт между ощущением и знанием разрешается в пользу последнего, и человек перестает доверять своим ощущениям. Сознательно или бессознательно он начинает вносить коррективы в свои ответы, что искажает оценку всего ряда. Эта характерная для подобной процедуры систематическая ошибка в оценках собственных ощущений получила наименование **стимульной ошибки**.

Варьированию могут подлежать и другие признаки метода. Иногда даже это ведет к появлению модификаций, лишь отдаленно напоминающих исходный метод, поскольку могут быть нарушены его основополагающие принципы: дискретность изменения стимула, чередование направления рядов и др. Наиболее известны следующие *варианты метода*.

Основной, или **классический** вариант является вариантом неполного знания и отвечает всем приведенным выше требованиям к процедуре ММИ.

Метод восходящих рядов отличается от классического варианта тем, что все нисходящие ряды не предъявляются. Этот метод применяется в случаях, когда желательно сохранить постоянным состояние адаптации испытуемого. Например, при измерении абсолютного порога обоняния, когда нисходящий ряд с завышенной начальной точкой неизбежно значительно повысит порог.

Метод лестницы (или процедура «вверх — вниз») заключается в перемене направления изменения стимуляции сразу же за первой сменой ответа в каждом ряду. Используются только пары альтернативных ответов: «да — нет», «равно — не равно», «больше — меньше» и т. п. Таким образом это метод неполного знания, поскольку испытуемый осведомлен о точке перехода из ряда в ряд. Специфика состоит в стабильности «скачка» между смежными рядами, величина которого всегда равна только одному «шагу», что сближает этот метод с процедурой полного незнания.

Метод еле заметных различий (едва заметной разницы, едва заметных различий [e.z.p]),

наименьших различий) используется для измерения дифференциальной чувствительности. Испытуемый должен фиксировать (или воспроизводить самостоятельно) такое значение переменного стимула, которое еле заметно отличалось бы от эталона. Следовательно, при увеличении разницы в стимулах (в любую сторону) фиксируется точка ее ощущения впервые, а при уменьшении этой разницы фиксируется точка ее последнего ощущения, а не исчезновения ощущения, что характерно для всех других вариантов ММИ. Таким образом здесь определяется только одна точка в континууме стимулов: точка едва заметного различия. Но находится она каждый раз дважды — путем увеличения и уменьшения разницы в стимулах. Переход из ряда в ряд производится обычно с малыми «скачками», что позволяет отнести метод к группе полного незнания. Психологическая разница между этой процедурой, восходящей к Г. Фехнеру, и процедурами других вариантов ММИ, восходящих к В. Вундту, заключается в том, что в данном варианте испытуемому приходится все время прогнозировать, является ли предъявляемая разница минимальной, то есть последней, которую он может заметить. Следовательно, ему приходится все время держать в памяти некое представление е.з.р. и соотносить с ним предъявляемые образцы. Иначе говоря, испытуемый в своей деятельности вынужден объединять сенсорные и мнемические функции. Этот факт настолько обособляет метод е.з.р., что многие исследователи отделяют его от метода ММИ в целом и относят их к разным категориям. В то же время, начиная с Г. Эббингауза, метод е.з.р. многими экспериментаторами рассматривается как синоним ММИ. Обсуждаемый вариант ММИ используется для построения *косвенных шкал накоплений (накопленных е.з.р.)*, поэтому подробнее он будет рассмотрен позже в разделе, посвященном методам шкалирования.

Как современные модификации ММИ, приобретшие статус самостоятельных методов, выступают *методы баланса, амплитудной модуляции и вынужденного выбора*, суть которых будет изложена дальше.

2.2.3. Метод средней ошибки (метод подравнивания)

Метод средней ошибки был предложен для измерения дифференциальной сенсорной чувствительности Г. Фехнером и в отличие от двух других классических методов не претерпел с тех пор каких-либо особенных изменений, поэтому более других методов он остается связанным с именем отца психофизики.

Наиболее характерная особенность рассматриваемого метода, обособляющая его от других, заключается в том, что изменение стимуляции производится не экспериментатором, а самим испытуемым, который должен установить величину переменного стимула, равную величине стандартного стимула (эталона). Эта процедурная особенность отражена в таких названиях, как *метод установки, метод подгонки, метод подравнивания, метод воспроизведения*.

Естественно, чтобы добиться абсолютной точности испытуемому не удастся. Характеристики этой неточности (ошибки) выступают в качестве меры оценки его дифференциальной чувствительности. Эта особенность способа обработки экспериментальных данных отражена в таких названиях как *метод средней ошибки, метод средних ошибок и метод ошибок*. Не вдаваясь в сравнительный анализ названий метода, укажем только, что наиболее распространенными и удачными названиями считаются метод средней ошибки (МСО), метод установки и метод подравнивания.

МСО успешно применяется в косвенном психологическом шкалировании для построения *шкал сравнительных суждений*. Такая возможность существует благодаря тому, что эмпирической задачей метода является уравнивание стимулов, в основе чего лежат процессы сравнения и оценки переменного и постоянного раздражителей, то есть вынесение суждений о их величине.

По процедуре метод представляет собой последовательный ряд замеров (проб) величин переменного стимула, которые испытуемым признаются равными эталону. К процессу

предъявления стимуляции выдвигаются следующие основные *требования*.

Обязательные:

1) *свобода* (в пространстве и во времени) изменения стимуляции испытуемым.

2) *непрерывность* изменения переменного стимула. Естественно, что⁶ выполнение этого требования часто зависит от разрешающей возможности используемой в опытах аппаратуры.

3) отсутствие у испытуемого *обратной информации*, то есть незнание им действительной точности подгонки переменного стимула под эталон

Типичные:

4) *чередование направлений* изменения стимуляции. Переменный стимул нужно изменять как в направлении его возрастания от величины, заведомо меньшей, чем стандарт, так и наоборот. Порядок чередования может быть любым: как поочередное предъявление восходящих и нисходящих рядов, так и смена направлений по сериям. Важно только чтобы количество проб на увеличение и на уменьшение было одинаковым. Рекомендуется также с целью нивелировки влияния несенсорных факторов (устомление, опытность) распределять эти пробы по времени симметрично, то есть одинаковое число раз и в зеркальной последовательности в первой и во второй половине опыта.

5) *чередование взаимного положения* эталона и переменного стимула в пространстве. Выполнение этого условия позволяет уравнивать влияние на результаты экспериментов **пространственной ошибки**, то есть переоценки или недооценки одного из стимулов в зависимости от их взаимного пространственного расположения. Требования к порядку чередования взаимного пространственного положения стимулов то же, что и к порядку чередования направления стимуляции.

6) избежать или снивелировать влияние **временной ошибки** по аналогии с устранением влияния пространственной ошибки при использовании МСО не удастся, так как обычно приходится вначале предъявлять эталон, и только потом уже переменный стимул, который подгоняется под этот эталон.

7) *выбор начальной точки*. Поскольку этот показатель определяется самим испытуемым, постольку он не очень важен. Существенно только, чтобы испытуемый ясно отличал исходную величину стимула (начальную точку) от эталона и не опирался при выборе первой на свои моторные (двигательные) впечатления, для чего желательно положение начальных точек варьировать.

8) общее *число замеров* (проб) в принципе может быть любым, лишь бы обеспечивалась требуемая достоверность результатов. Учитывая требования 4 и 5 о чередовании направлений стимуляции и взаимного расположения стимулов, обычно число замеров назначается кратным четырем.

9) целесообразность *предварительных экспериментов* (обычно ознакомительного характера [34. С. 279]) определяется исследователем. Их результаты позволяют уточнить необходимое число замеров, спланировать время и структуру основного эксперимента, выработать у испытуемых необходимые навыки и т. д.

• • •

Вычисление показателей сенсорной чувствительности. Из процедуры метода видно, что каждый замер отклоняется от величины стандарта на какую-либо величину Δ_i (где i — номер замера). Знак этой ошибки обычно принято считать положительным, когда величина переменного стимула превышает величину эталона, и отрицательным в обратном случае. Эту ошибку Г. Фехнер называл «**сырой ошибкой**», подчеркивая тем самым ее исходность в дальнейших операциях по оценке чувствительности. Тем не менее, взяв абсолютное значение среднеарифметической величины этой ошибки, получим определенный показатель сенсорной чувствительности, характеризующий отклонение ответов наблюдателя от эталона:

$$\Delta = \left| \frac{\sum \Delta_i}{m} \right|,$$

где $\Delta_i = R_i - R_{эт}$; i — номер замера; m — число замеров.

Величину Δ можно получить и как разность между среднеарифметическим всех замеров \bar{R} и значением эталона $R_{эт}$:

$$\Delta = \bar{R} - R_{эт},$$

где $\bar{R} = \frac{\sum R_i}{m}$.

Некоторые исследователи считают показатель Δ вполне достаточным для оценки чувствительности, поскольку он отражает отклонение среднего значения от величины стандартного стимула. Рассматриваемый показатель относится к группе статистических показателей *центральной тенденции (локализации)*, поскольку характеризует среднее значение ответов.

Однако, большинство ученых, следуя за Г. Фехнером, пользуются другой характеристикой чувствительности, а именно отклонением ответов испытуемого от его среднего значения, то есть *мерой разброса* (вариабельности). В качестве указанной меры разброса вычисляют: **среднее отклонение** (средняя ошибка) F ; **среднее квадратичное**, или стандартное, отклонение σ ; изредка **вероятную ошибку** ($V = 0,6745\sigma$) и **квартильный коэффициент** вариативности Q .

Среднее отклонение F , которое Г. Фехнер и назвал собственно «**средней ошибкой**», определяется как среднеарифметическое абсолютных значений разниц между усредненной величиной ответов испытуемого \bar{R} и его конкретными ответами в каждом замере R_i :

$$F = \frac{\sum |\bar{R} - R_i|}{m}.$$

В современных исследованиях в качестве меры разброса данных среднему отклонению предпочитают *стандартное отклонение* σ . В нашем случае его можно определить по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R - R_i)^2}{m}}$$

Итак, по методу средней ошибки существуют *два основных способа оценки сенсорной чувствительности*: 1) через меры центральной тенденции — отклонение показателей испытуемого от эталона (Δ) и 2) через меры разброса — отклонение этих показателей от их средней величины (F , σ). Приняв, что распределение ответов испытуемых подчиняется *нормальному закону* (что близко к истине), указанные два способа можно изобразить графически (рис. 11).

Который из двух способов адекватнее? Какому отдать предпочтение? Однозначного ответа нет. Каждый из этих способов характеризует чувствительность исследуемой в опыте сенсорной системы в равной степени адекватно, но в разных аспектах. Первый (через отклонение среднего A , моду или медиану) дает возможность количественной оценки различия между объективным эталоном и его субъективным эквивалентом. Второй (через F , σ , V , Q) позволяет количественно оценить устойчивость и ясность в сознании испытуемого этого субъективного эквивалента.

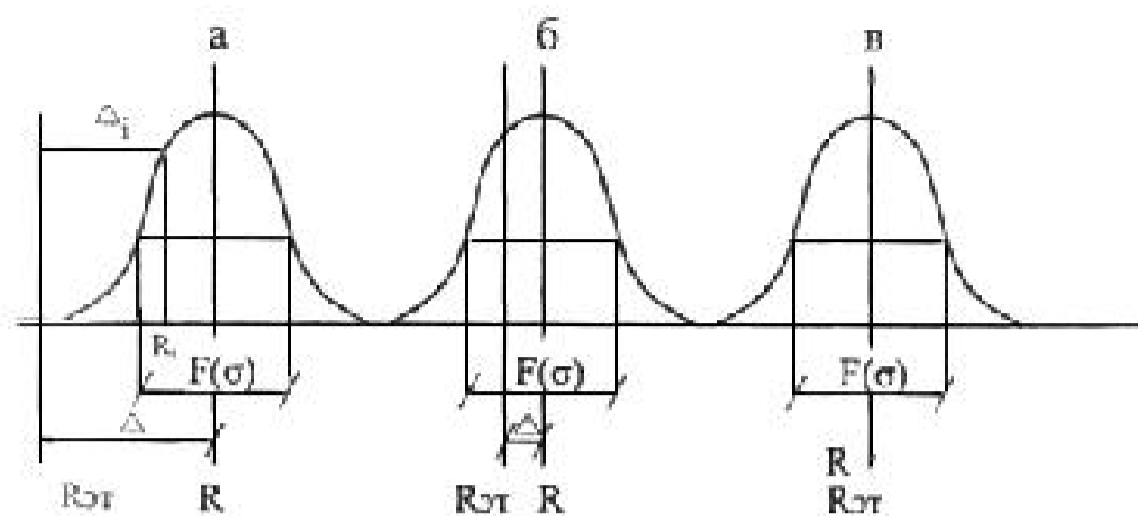


Рис. 11. Меры оценки чувствительности по методу средней ошибки:
 а) — случай смещенного максимума при $\Delta > F/2$; б) — случай смещенного максимума при $\Delta < F/2$; в) — случай несмещенного максимума при $\Delta = 0$.
 Остальные обозначения — в тексте

Проиллюстрировать эту ситуацию можно следующим примером. Два стрелка набрали равное количество очков. У первого пули «легли» вразброс равномерно по площади мишени. У второго — сконцентрировались в одной зоне мишени, отдаленной от центра на некоторое расстояние, что отражается термином «кучность». У кого из них выше меткость? Ясно, что по объективному показателю она у них одинакова: равное количество очков. Но первый хорошо представляет положение центра мишени, но плохо в него попадает, а второй хуже представляет положение центра, но лучше попадает в него.

Излагаемый метод относится к категории пороговых методов. Однако очевидно, что ни регистрируемые, ни вычисляемые *показатели нельзя отождествить с понятием сенсорного порога*. Существует множество мнений насчет толкования как показателя Δ , так и показателя F . На наш взгляд, наиболее приемлемо сопоставление величины Δ с константной ошибкой (КО), получаемой в методе минимальных изменений, поскольку величину \bar{R} (среднеарифметическое всех замеров) в методе средней ошибки можно считать субъективным эталоном и соотносить ее с R_c (точкой субъективного равенства) в методе границ.

Признание величины Δ в качестве константной ошибки (особенно в случае несенсорной интертрепации природы этой ошибки) косвенно дает повод принять за аналог сенсорного порога меры разброса. Именно так, видимо, надо понимать Г. И. Челпанова, когда он пишет: «Переменная ошибка (по Г. Фехнеру, средняя — V) имеет то значение, что является указанием на какую-нибудь определенную причину, которая оказывает воздействие на оценку. Отсюда становится ясной связь между методом средних ошибок и методом минимальных изменений, при помощи которого определяется величина разностного порога. Разностный порог, определяемый методом минимальных изменений, является показателем чувствительности. Таким же мерилom является и переменная ошибка, именно, чем больше будет переменная ошибка, тем меньше будет чувствительность» [53. С. 227].

Однако надо признать, что прямых доказательств, позволяющих отождествить F с порогом, на сегодняшний день нет и вряд ли когда-либо появятся. Несомненно, что любая мера разброса характеризует способность человека к различию, т. е. его дифференциальную чувствительность. Но нет никаких оснований считать, что в соответствующей точке стимуляции проходит граница, разделяющая ощущаемые раздражители от неощущаемых [4. С. 120]. По мнению К. В. Бардина, с которым следует согласиться, обсуждаемые показатели разброса (F , σ , V , Q) следует трактовать как *непороговые меры чувствительности* [5].

Резюмируя сказанное, зафиксируем три момента: 1) нельзя привести прямых аналогий между показателями метода средней ошибки и показателями метода минимальных изменений; 2) тождество с сенсорным порогом какой-либо из показателей оценки чувствительности по МСО нет достаточных оснований; 3) трудность описания показателей МСО в терминах пороговой концепции не мешает обнаружить связь этих показателей с понятием сенсорного порога, в силу чего сам метод средней ошибки с полным правом может быть отнесен к

категории пороговых методов.

• • •

Варианты метода средней ошибки. Известно значительное число модификаций метода, вытекающих из процедурных вариаций. Наиболее известны четыре из них, закрепленные исторической традицией и определяемые различным подходом к первому обязательному процедурному требованию о свободе манипуляций испытуемого. Схематически эти варианты метода изображены на рис. 12.

Классический вариант, предложенный Г. Фехнером, предусматривает полную свободу действий испытуемого. Он может, устанавливая равный эталону стимул, совершать в каждом замере корректирующие движения до тех пор, пока не сочтет, что абсолютно уравнил переменный стимул со стандартом. Эти коррекции очень быстро показывают испытуемому, что на стимульной оси существует не одна единственная точка, дающая субъективно равное эталону значение переменного стимула, а целая зона. Эта зона называется интервалом неопределенности (ИН) и сопоставима с подобным интервалом в методе минимальных изменений. Испытуемый, решая эту неопределенность, прибегает к самоинструкции [34. С. 279], на основании которой определяет место установки переменного стимула: либо в начале, либо в середине, либо в конце интервала неопределенности. Первый и третий выборы приводят к распределению ответов со смещенным максимумом (рис. 12-а или 12-б), а второй — с несмещенным (рис. 12-в). Оценка чувствительности может осуществляться с помощью как мер центральной тенденции, так и мер разброса.

Метод поступательного продвижения ограничивает пространственные возможности испытуемого. Ему запрещены возвратные движения в пробе, он должен сразу же прекратить изменение стимуляции, как только найдет стимул, равный эталону. Таким образом, испытуемый здесь находит точку исчезновения разницы в ощущениях, то есть границу интервала неопределенности (ИН). Продвигаясь в разных направлениях (восходящие и нисходящие ряды), он определяет и верхнюю, и нижнюю границы ИН. Следовательно, распределение ответов наблюдателя здесь всегда со смещенным максимумом, приходящимся в зависимости от направления движения на верхнюю или нижнюю границу ИН, а оценка чувствительности может осуществляться и через отклонение среднего (Δ), и через меры рассеивания (F , σ и др.).

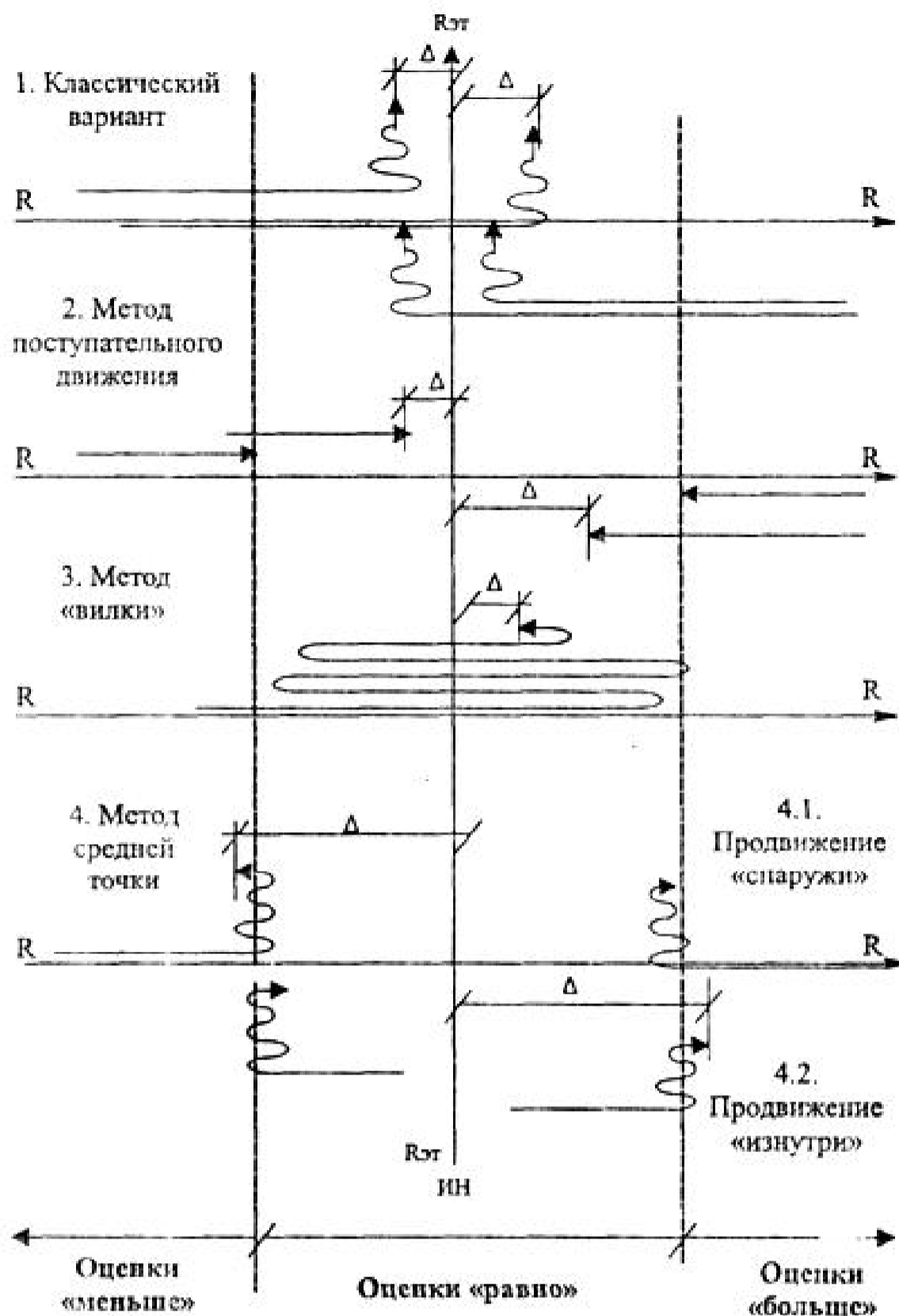


Рис. 12. Схемы вариантов процедур измерения по методу средней ошибки: R — переменный стимул; $R_{эт}$ — эталон; $ИН$ — интервал неопределенности

Метод «вилки» предложен постоянным оппонентом Г. Фехнера Г. Мюллером. Испытуемый должен изменять стимул только в том диапазоне, который ему кажется равным эталону. Как только замечается отклонение от стандарта (хоть в сторону увеличения, хоть в сторону уменьшения), так сразу же изменение стимуляции меняется на противоположное. Таким образом, колебания переменного стимула производятся внутри интервала неопределенности. Образуется своеобразная вилка, нижний и верхний пределы которой являются границами $ИН$. Фиксировать в эксперименте можно как точку, в которой испытуемый прекратил колебательные движения, признав ее за середину $ИН$, так и точки смены направлений стимуляции, то есть размах колебательных движений. Распределение ответов в этом варианте близко к несмещенному максимуму (рис. 12-в). Следовательно, оценка чувствительности производится преимущественно через меры variability, поскольку отклонение среднего (Δ) близко к нулю.

Метод средней точки предлагает испытуемому не уравнивать стимулы, как в варианте Фехнера, а находить границы $ИН$, как в методе поступательного продвижения, но допуская корректирующие манипуляции в районе этих границ. Иначе говоря, при определении нижней границы $ИН$ колебательные движения совершаются в районе границы оценок «меньше — равно», а для верхней границы — в районе оценок «больше — равно». Точка субъективного

равенства определяется как полусумма найденных границ ИН. Ясно, что по данному варианту получается смещенное распределение с двумя максимумами, как и в методе поступательного продвижения. Следовательно, оценка чувствительности тоже может осуществляться через обе группы статистических показателей.

2.2.4. Метод постоянных раздражителей (метод констант)

Третьим классическим методом психофизики является метод постоянных раздражителей (МПР), впервые тщательно разработанный и широко апробированный Г. Фехнером. Значительный вклад в дальнейшее развитие метода внесли теоретические оппоненты Г. Фехнера Г. Мюллер и Ф. Урбан, стоявшие в вопросах пороговой теории на позициях концепции непрерывности сенсорного ряда [65, 76].

Рассматриваемый метод встречается под названиями: метод констант, постоянных раздражений, постоянных стимулов, истинных и ложных случаев, верных и неверных случаев, правильных и ошибочных ответов, частотный метод. Основное назначение метода — измерение абсолютной и дифференциальной чувствительности. Вместе с тем, он широко применяется в психофизическом шкалировании, где с его помощью строятся косвенные *шкалы сравнительных суждений*, а сам метод известен под названием «метода АХ».

Кратко суть МПР состоит в следующем. Испытуемому в случайном порядке предъявляются несколько отличных друг от друга, но неизменных в продолжение всего опыта стимулов, диапазон величин которых включает пороговую зону. На основании ответов испытуемого вычисляется частота попадания каждого из предъявленных стимулов (постоянных раздражителей) в определенную категорию ответов («да», «нет», «больше», «меньше» и др.). По вычисленным частотам определяются, аналитически или графически, характеристики исследуемой чувствительности: положение точки субъектного равенства, пороги, стандартное отклонение и проч. Из этого описания следуют **главные особенности метода**, отличающие его от двух предыдущих классических методов.

Первая заключается в том, что переменная стимуляция представляет собой набор конкретных *неизменных стимулов*, что определило такие названия метода, как метод *констант*, *постоянных раздражителей* и т. п. В других методах переменный стимул подвергается систематическому изменению до достижения требуемой сенсорной реакции. Различия очевидны и принципиальны. Некоторая терминологическая двусмысленность возникает при измерении методом констант дифференциальной чувствительности, так как термин «постоянный раздражитель» применим в этом случае одновременно и к предъявляемому эталонному стимулу. Поэтому еще Г. И. Челпанов предложил используемые в опыте конкретные значения переменной стимуляции называть «сравнимаемыми раздражителями» [53. С. 23].

Вторая принципиальная особенность МПР — *случайный порядок* предъявления сравниваемых стимулов. В других методах переменные стимулы предъявляются испытуемому закономерным образом: путем последовательного (дискретного или непрерывного) увеличения или уменьшения.

Третья характерная черта МПР следует из первой и заключается в необходимости предварительного определения *ориентировочного диапазона* переменной стимуляции, включающего пороговую зону, и внутри которого назначаются сравниваемые раздражители. Этот процедурный элемент метода реализуется обычно с помощью метода минимальных изменений.

Четвертая особенность состоит в том, что результатом являются не величины стимулов, соответствующие определенным сенсорным эффектам (пороги в ММИ и точки субъективного равенства в МСО), а *число (частота) оценок* разных категорий, выносимых испытуемым по каждому сравниваемому стимулу. Именно этим обусловлено такое название МПР как *частотный метод*.

Пятая принципиальная особенность метода, вытекающая из предыдущей, — это наличие трудоемкого, относительно самостоятельного *этапа обработки эмпирических данных*, на котором полученные при измерениях частотные показатели преобразуются путем различных вычислений и графических построений в искомые характеристики сенсорной чувствительности. Для выполнения этой работы привлекается мощный математический аппарат и разработаны различные специальные способы обработки данных, чего нет в других классических методах.

МПР имеет репутацию наиболее надежного, точного и универсального метода, дающего точные статистические данные. Он «типичен для классической психофизики, которая уделяет особое внимание статистическому и непрямому подходу к психологическим величинам» [56. С. 126].

• • •

Общие процедурные принципы:

1) оптимальным *стимульным диапазоном* считается такой, где наименьший раздражитель дает 5% положительных ответов, а наибольший — 95%. Эти границы устанавливаются в предварительных экспериментах;

2) в практике применения метода констант встречается различное *число сравниваемых стимулов*: от 2 у Г. Фехнера до 11 у Г. И. Чел Панова. Желательно иметь такое их количество, которое позволит тщательно прозондировать всю пороговую зону. Следовательно, экстремальные раздражители должны выходить за пределы интервала неопределенности, а внутри него должно быть достаточное число раздражителей, обеспечивающее требуемую точность измерений. Однако, влияние точности измерений на точность окончательных результатов (показателей чувствительности) сказывается как влияние второго порядка, так как опосредуется вычислительными процедурами. К тому же значимость раздражителей для дальнейших вычислений повышается с продвижением их от периферии пороговой зоны к ее центру. Количество сравниваемых стимулов определяет число интервалов в зондируемой зоне. Обычно эти интервалы одинаковы по длине, хотя это условие и не обязательно. Неравенство интервалов усложняет дальнейшую обработку эмпирических данных;

3) при определении числа стимулов следует также учитывать, что, чем больше стимулов, тем меньшее число раз их можно предъявить испытуемому при ограничениях эксперимента по времени. Предпочтение следует отдавать *количеству предъявлений*, на что специально обращал внимание А. Пьерон: «Важнее получить большое количество ответов для малого числа значений, чем меньшее количество ответов для большего числа значений» [39. С. 247]. Обычно рекомендуется брать 5-7 сравниваемых стимулов, каждый из которых экспонируется от 20 до 100 раз. Все раздражители предъявляются одинаковое число раз. При этом обязательно соблюдается принцип случайности;

4) *Случайность предъявлений* стимулов программируется заранее, поскольку любая импровизация в процессе опытов всегда опирается на какую-либо систему, зачастую не замечаемую и самим экспериментатором, но улавливаемую испытуемым, что приводит к описанным выше систематическим ошибкам (ожидания, привыкания, стимульной, сериальной). Для составления программы случайных предъявлений можно пользоваться любым способом, обеспечивающим надежную случайность (например, по таблицам случайных чисел). «Как это не покажется парадоксальным, случайный выбор должен проводиться по определенной методике. В противном случае, как показывает опыт и специальные исследования, появляются систематические отклонения от случайности» [49. С. 93];

5) *категории оценок* (ответов) могут быть любыми, но, как и в других классических методах, должны оговариваться заранее и быть краткими и однозначными. Обычно применяются двухкатегорийная («да — нет», «равно — не равно», «больше — меньше» и т. п.) или трехкатегорийная («больше — равно — меньше») системы с *определенными ответами*.

Реже используются ответы *неопределенного характера*, отражающие неуверенность испытуемого в своих ощущениях: «не знаю», «не ясно» и т. п.;

б) *обратная связь*, как и в двух других классических методах, исключается: испытуемому не сообщается, верно ли он оценил очередной стимул.

• • •

Полученные в эксперименте данные подвергаются **первичной и вторичной обработке**, общие сведения о которых можно почерпнуть в [31]. Значение этого этапа столь велико для метода в целом, что различия в обработке данных определяют его варианты наравне с процедурными разновидностями.

В рассматриваемом методе в качестве *характеристик сенсорной чувствительности* получают как меры локализации (пороги, точка субъективного равенства), так и меры варибельности (квартильные коэффициенты, стандартное отклонение). Приоритетное значение имеют пороговые показатели, чем этот метод сближается с методом минимальных изменений. Чаще других за пороговую величину принимают статистический показатель медианы распределения ответов испытуемого, что соответствует частоте 0,5.

На этапе **первичной обработки** вначале по каждому стимулу подсчитывается общее число ответов каждой категории. Это число переводится в частоту (отношение числа ответов данной категории к общему количеству предъявлений). Завершается первичная обработка компактным представлением в наглядном виде распределения полученных частот по всей совокупности используемых стимулов. Наибольшее признание и распространение получило представление подобного распределения в виде графика в декартовых координатах. На оси абсцисс откладываются значения стимулов (R), а на оси ординат — частоты (P) в долях от единицы. Получаемый в итоге график носит наименование **психометрической кривой** (см. рис. 13). Понятно, что при двухкатегорийной системе оценок можно получить две соответствующие кривые, а при трехкатегорийной — три. Обычно в последнем случае для дальнейшей обработки представляют все же две кривые, упразднив ответы промежуточной категории «равно» (так же, как упраздняются неопределенные ответы). Это упразднение производится либо путем прямого исключения данной группы оценок из массива данных, либо делением их поровну между альтернативными категориями «больше» и «меньше», либо разнесением их пропорционально числу ответов каждой из противоположных категорий. Подробно эти операции освещены в работе [29. С. 65-68, 97-98].

Вторичная обработка может осуществляться различными способами. Наиболее нагляден и прост способ *линейной графической интерполяции*, который проиллюстрирован на рис. 13. К обработке принимается любая из двух полученных психометрических кривых, поскольку конечные результаты будут абсолютно одинаковы. Это очевидно, так как кривая отрицательных ответов есть инвертированный вариант кривой положительных ответов. Исключение представляет лишь случай измерения дифференциальной чувствительности в варианте отбрасывания оценок «равно». Но этот вариант весьма редок в практике исследований и для него предусмотрены вычисления с использованием общих кривых [29. С. 95-96]. В теоретической основе способа лежит допущение, что функция распределения на участке между двумя ближайшими к порогу экспериментальными точками кривой *линейна*.

При измерении абсолютной чувствительности на графике распределения оценок через ординаты 0,25, 0,5, и 0,75 проводятся горизонтальные линии до их пересечения с психометрической кривой. Из полученных точек пересечения на ось абсцисс опускаются перпендикуляры. В результате на стимульной оси получают значения абсолютного порога R_a (для $P = 0,5$) и первого Q_1 (для $P = 0,25$ для положительных ответов «да») и третьего Q_3 (для $P = 0,75$ для ответов «да») квартилей. Квартили дают возможность вычислить стандартное отклонение по формуле:

$$y = Ry - Ra,$$

где: $Ry = 1,483 Q$; $Q = (Q_3 - Q_1) / 2$.

Для кривой «нет» квантили меняются местами: Q_1 соответствует $P = 0,75$, а $Q_3 - P = 0,25$.

При измерении дифференциальной чувствительности проводятся сходные манипуляции. За дифференциальный разностный порог в психофизике обычно принимается минимальная разница между двумя раздражителями, обнаруживаемая испытуемым в 50% предъявлений. Как же определить эту величину, воспользовавшись полученными из эксперимента психофизическими кривыми? Очевидно, что для кривой «больше» все стимулы с частотой $P = 0$ испытуемым никогда не признаются большими, чем эталон, а стимулы с $P = 1$ всегда признаются превышающими эталон. Также ясно, что стимул с $P = 0,5$ в половине случаев определяется как больший, а в половине — как меньший, чем эталон. Это значит, что точка на кривой с $P = 0,5$ является точкой полного неразличения, а точки с $P = 0$ и $P = 1$ есть точки полного различения. Следовательно, согласно определению порога, пороговые точки на кривой должны лежать посередине между $P = 0$ и $P = 0,5$, с одной стороны (нижний порог), и между точками с $P = 0,5$ и $P = 1$, с другой стороны (верхний порог).

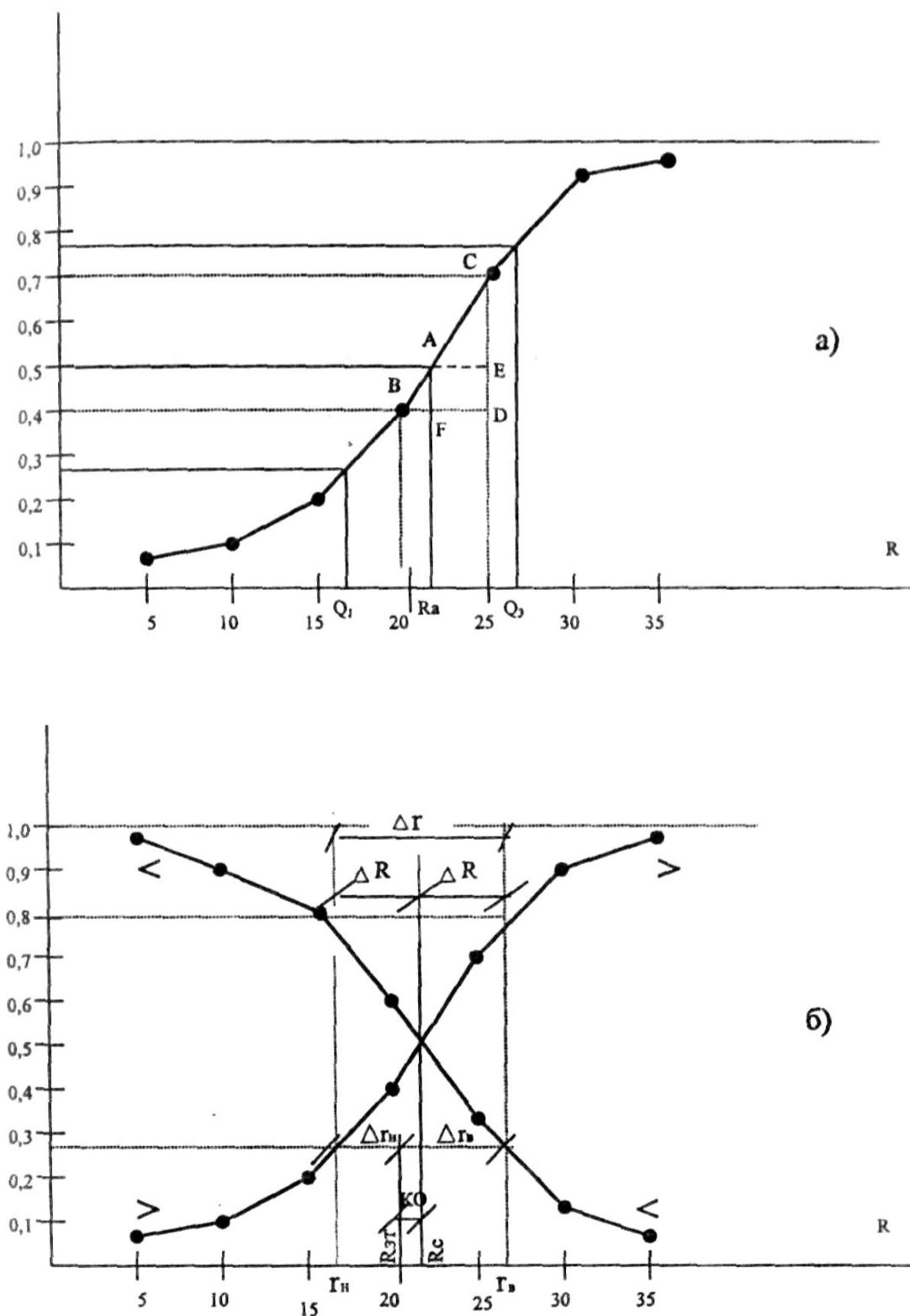


Рис. 13. Определение характеристик абсолютной (А) и дифференциальной (Б) чувствительности способом линейной графической интерполяции по методу постоянных раздражителей

На рис. 13 показано получение пороговых характеристик чувствительности с опорой на

положительные кривые «да» (для абсолютной чувствительности) и «больше» (для дифференциальной чувствительности). Для удобства сравнения с методом минимальных изменений обозначения взяты аналогичные.

Точки кривой «больше», соответствующие $P = 0,25$ и $P = 0,75$, ограничивают интервал неопределенности ($D_{гн}$), поделив который пополам, получим разностный порог DR . Точка субъективного равенства R_c лежит посередине интервала неопределенности. Разница между R_c и $R_{эТ}$ дает константную ошибку КО.

• • •

Комбинации процедурных и вычислительных разновидностей дают широкий спектр **вариантов метода констант**, значительно превышающий объем вариантов двух других классических методов психофизики. «Обозреть все модификации метода постоянных раздражителей, применявшиеся в лабораторной практике, по-видимому, задача вообще вряд ли выполнимая» [5. С. 263]. Но для ориентировки во всей совокупности вариантов МПР приведем их примерную классификацию по критериям «предмет исследования», «процедура исследования», «способы обработки данных».

I. По предмету исследования:

- 1) варианты измерения абсолютной чувствительности;
- 2) варианты измерения дифференциальной чувствительности.

II. По процедуре измерения:

A. По системе оценочных категорий:

- 1) двухкатегорийная система («да — нет», «больше — меньше», «больше — равно», «равно — меньше», «равно — не равно»);
- 2) трехкатегорийная система («больше — равно — меньше»).

B. По организации стимульного материала:

- 1) по количеству сравниваемых стимулов («постоянных раздражителей»):
 - а) — четное число стимулов;
— нечетное число стимулов.
 - б) — малое число стимулов (меньше 4);
— среднее число (от 4 до 7);
— большое число (свыше 7).
- 2) по стимульным интервалам:
 - а) с равными интервалами;
 - б) с неравными интервалами.
- 3) по порядку предъявления стимулов:
 - а) — прямое предъявление;
— обратное предъявление.
 - б) — одновременное предъявление эталона и сравниваемого стимула;
— разновременное их предъявление.
 - в) — случайное предъявление;
— неслучайное предъявление.
 - г) — предъявление с пространственно-временным чередованием эталона и сравниваемого стимула в паре;
— предъявления без их пространственно-временного чередования в паре.
- 4) по наличию эталонного стимула:
 - а) с наличным эталоном;
 - б) с мысленным (мнемическим) эталоном.

B. По характеру инструкции испытуемому (см. [34. С. 113—114]):

- 1) со свободной инструкцией;
- 2) с принудительной инструкцией:
 - а) с полной инструкцией;
 - б) с самоинструкцией.

III. По первичной обработке экспериментальных данных:

- 1) по учету неопределенных ответов и оценок промежуточной категории:
 - а) игнорирование;
 - б) деление поровну;
 - в) деление пропорционально между основными категориями;
 - г) отнесение к одной из категорий.
- 2) по представлению первичных данных:
 - а) табличная форма;
 - б) графическая форма.

IV. По вторичной обработке экспериментальных данных:

- 1) по определяемым характеристикам чувствительности:
 - а) пороговые характеристики: пороги, точка субъективного равенства, константная ошибка, определяемые через меры локализации (среднее, медиану, моду распределения оценок);
 - б) непороговые характеристики, определяемые через меры вариативности:
 - меры разброса («средняя ошибка», стандартное отклонение, квартили, вероятная ошибка);
 - меру концентрации (мера точности) (см. [29. С. 91-92]).
- 2) по способу вычислений или графических построений (см. [29. С. 78-99]):
 - а) линейная интерполяция: в) способ Спирмена;
 - графический вариант; г) способ суммации;
 - аналитический вариант; д) способ Брауна;
 - б) нормальная интерполяция; е) способ Фехнера.

Некоторые варианты МПР имеют самостоятельные наименования. Наиболее известны метод единичных стимулов, метод истинных и ложных случаев и *квантовый метод*, относимый к современным модификациям МПР и представленный в следующем разделе пособия. Здесь кратко обрисовем первые два метода.

Метод единичных стимулов. Метод также встречается под наименованиями метод отдельных случаев, метод абсолютных сравнений, метод абсолютных суждений. Он предназначен для измерения дифференциальной чувствительности. Его главная особенность заключается в отсутствии объективного эталонного стимула. Испытуемый сравнивает «постоянные раздражители» с мысленным сенсорным стандартом, выработанным им в течение жизни или в специально поставленных опытах. Например, такими эталонами могут быть представления о прямой линии, круге, горизонтали — вертикали, верхе — низе, белом — черном цвете и т. п. Достоинство варианта — в сокращении числа экспозиций стимуляции вдвое. Недостаток — в относительной нестабильности и нечеткости эталона.

Метод истинных и ложных случаев. В настоящее время метод почти не используется, но представляет историографический интерес, так как именно его применял в своих работах Г. Фехнер, что, по-видимому, спровоцировало в некоторых случаях отождествление этого варианта с МПР в целом. Главная черта метода — в наличии всего двух сравниваемых стимулов. Эти два «постоянных раздражителя» расположены вблизи от предполагаемого порога таким образом, что один из них находится ниже медианы распределения ответов, а другой — выше нее. Подбор этих раздражителей осуществляется в предварительных опытах. Выгоды от столь малого числа стимулов очевидны (об этом уже говорилось): за ограниченное время можно произвести максимальное число предъявлений, что значительно повышает

точность частотных показателей двух рассматриваемых экспериментальных точек. Однако столь же очевидны и слабости варианта: неравномерное исследование всей пороговой зоны; повышение возможностей для выработки стереотипного поведения испытуемого; сложности в использовании квартальной меры вариативности из-за отсутствия экстраполирующих экспериментальных точек.

2.2.5. Сравнительный анализ классических методов

Все три метода прочно вошли в арсенал психологической науки как надежный и удобный исследовательский инструмент. Очень широкое распространение они получили в практике медицинских обследований, операторской деятельности, профотбора и профориентации. Как справедливо заметил один из крупнейших знатоков психофизических методов Т. Энген, «большая часть полезной информации при изучении ощущений и восприятия была получена при помощи классических методов» [56. С. 144].

Но оценивая и используя эти методы, необходимо учитывать два важнейших момента. Во-первых, их нельзя рассматривать как способы непосредственного, прямого измерения сенсорной чувствительности, поскольку они не позволяют исключить или учесть неизбежное в эксперименте влияние на реакцию испытуемого несенсорных факторов. В силу этого они дают приблизительные, а не точные оценки чувствительности. При этом показатели, выраженные через меры локализации, характеризуют *точность сенсорного отражения*, а показатели, выраженные через меры разброса, отражают *устойчивость этого отражения*.

Во-вторых, от рассматриваемых методов нельзя ожидать строго совпадающих результатов. Это вытекает из процедурных различий, а процедура, как показывают современные исследования, детерминирует Деятельность испытуемого и опосредует характеристики его сенсорно-перцептивной организации [20, 28,42, 55].

Сравнительные данные по всем трем методам приведены в табл. 4.

В заключение обзора классических методов психофизики дадим некоторые рекомендации по их применению. Известный психофизик А. Пьерон писал: «Метод истинных и ложных случаев (или метод констант) обеспечивает наибольшую надежность, а метод границ является самым быстрым. Метод же средней ошибки дает более низкие значения разностного порога» [39. С. 246].

Соглашаясь с А. Пьероном и учитывая все изложенное выше, можно рекомендовать применение **метода минимальных изменений** для быстрого, но не очень точного определения границ сенсорного обнаружения и различения, а также для получения пороговых единиц при шкалировании ощущений (построение логарифмических шкал). Особенно целесообразно применение ММИ (в различных модификациях) при массовых клинических обследованиях (аудиометрия, периметрия, измерение глазомера, адаптометрия и т. д.).

Метод средней ошибки удобен при изучении сенсорной деятельности оператора (воспроизведении величины и выбора стратегии при решении сенсорных задач). Соответственно МСО выгоден в исследованиях на производстве. В клинике с успехом используется в исследованиях нарушений светового и цветового зрения (аномалоскопия).

Метод постоянных раздражителей применяется в любых исследованиях и незаменим при тщательном изучении пороговой зоны. Он дает наиболее надежные результаты, но и наиболее трудоемок.

Сравнительные данные по классическим методам психофизики

Основные характеристики	Метод минимальных изменений	Метод средней ошибки	Метод постоянных раздражителей
1. Преимущественный предмет исследования	Абсолютная и дифференциальная чувствительность	Дифференциальная чувствительность	Абсолютная и дифференциальная чувствительность
2. Главные результаты: - получаемые характеристики чувствительности; - показатели оценки чувствительности	<ul style="list-style-type: none"> • Границы пороговой зоны • Меры локализации (пороги R_a и ΔR, точка субъективного равенства R_c, константная ошибка КО) 	<ul style="list-style-type: none"> • Границы пороговой зоны и косвенно данные внутри зоны • Меры разброса (среднее F-и стандартное σ-отклонения) и мера локализации (отклонение от эталона $-\Delta$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Данные внутри пороговой зоны • Меры локализации (R_a и ΔR, R_c, КО) и меры разброса (σ и квартильные коэффициенты Q)
3. Процедурные особенности: • Предъявитель стимуляции • Процесс экспозиции • Пространственно-временные условия стимуляции. • Параметры стимульного диапазона • Предварительные опыты	<ul style="list-style-type: none"> • Экспериментатор • Дискретно-последовательный (пошаговый) • Регламентируются • Переменные границы. Обычна несимметричность относительно пороговой точки (или эталона). • Желательны 	<ul style="list-style-type: none"> • Испытуемый • Непрерывно-последовательный (плавный) • Не регламентируются • Переменные границы. Симметрия не обязательна • Желательны 	<ul style="list-style-type: none"> • Экспериментатор • Дискретно-непоследовательный (отдельн. стим. в случайн. пор.) • Изменения отсутствуют • Постоянные границы. Обычна симметричность. • Обязательны
4. Обработка эмпирических данных	• Незначительные по объему и сложности вычислительные операции	• Незначительные по объему и сложности вычислительные операции	• Большой объем вычислений и графических построений

2.3. Современные модификации классических методов

Метод амплитудной модуляции, или просто метод модуляции, является аналогом варианта метода минимальных изменений, в котором противонаправленные ряды стимуляции объединены в непрерывную цепь. Эта непрерывность, как уже указывалось, обеспечивается минимизацией разрывов между последним стимулом предшествующего ряда и первым стимулом последующего ряда (обычно этот разрыв равен одному «шагу» переменной стимуляции). В случае рассматриваемого метода переменная стимуляция изменяется не пошагово, а непрерывно (то есть «шаг» практически равен бесконечно малой величине) и равномерно (рис. 14). Испытуемый, неотрывно наблюдая за колебательными изменениями стимуляции, регистрирует моменты, где он замечает появление (или исчезновение) раздражителя при измерении абсолютной чувствительности (ПП или ПИ) и появление (или исчезновение) разницы между переменным стимулом и эталоном при измерении дифференциальной чувствительности (ВПП и НПП или ВПИ и НПИ).

Порог определяется, как правило, через глубину модуляции (F), которую можно сопоставить с интервалом неопределенности в ММИ.

На рис. 14 кривая амплитудных колебаний изображена в форме зигзага с прямыми участками-ветвями, но на практике она обычно имеет вид синусоиды.

Метод модуляции в силу своей простоты и быстротечности находит широкое применение

в клинической практике. Подробнее метод изложен в работе [29].

Метод баланса является вариацией метода минимальных изменений и в определенной мере конкретизацией предыдущего метода модуляции. Его широкое распространение связано с работами по слуху известного исследователя Д. Бекеша [57].

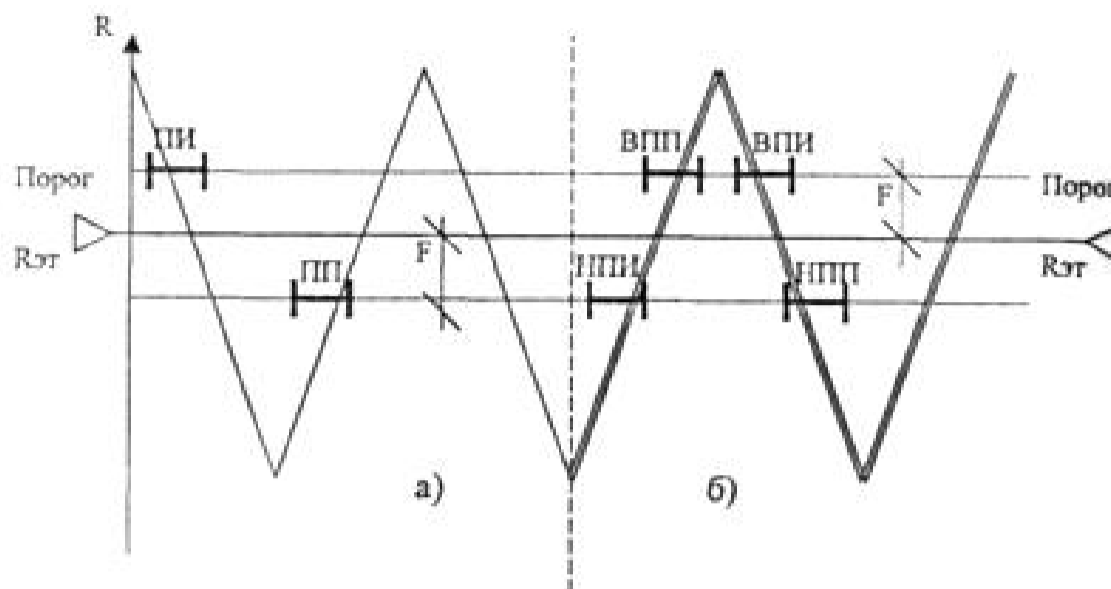


Рис. 14. Схема процедуры метода амплитудной модуляции:
 А — измерение абсолютной чувствительности;
 Б — измерение дифференциальной чувствительности.
 F — показатель глубины модуляции; остальные обозначения аналогичны обозначениям на предыдущих рисунках

При использовании этого метода экспериментальные данные автоматически регистрируются с помощью самописца на движущейся ленте. Испытуемый не имеет возможности фиксировать пороговую точку (ПП, ПИ, ВПП, ВПИ, НПП, НПИ), но может сам менять направление изменения величины стимула. Так, при сенсорном появлении сигнала или различия между стимулами переключением тумблера достигается последовательное уменьшение величины стимула или различия между членами пары. При исчезновении ощущения (или различия между ними) благодаря изменению положения тумблера достигается, наоборот, последовательное усиление сигнала и так далее несколько раз. Регистрируемые на аппаратуре данные измерений, таким образом, имеют вид зигзагообразной кривой, которая как бы балансирует относительно некоторой средней прямой линии, гипотетически соответствующей абсолютному порогу или точке субъективного равенства. Удобство регистрации и простота обработки данных обеспечили широкое распространение метода баланса в современных научных исследованиях.

Квантовый метод (или нейроквантовый метод) разработан в 1940-х годах С. С. Стивенсом, К. Морганом и Дж. Фолькманом [71] на базе идей Е. Боринга, Л. Троланда и Г. Бекеша. Применяется для измерения дифференциальной чувствительности и полностью соответствует пороговой концепции. Сущность процедуры измерения и вычислений сближает этот метод с классическим методом постоянных раздражителей.

Теоретическая основа метода зиждется на следующих постулатах:

1) дискретность сенсорных процессов определена дискретностью нервных процессов, где за функциональную единицу принят нервный квант (отсюда название и теории, и метода — нейроквантовые);

2) фоновая флуктуация чувствительности — случайный процесс, аппроксимирующийся линейной функцией и не превышающий по величине одного нейрокванта;

3) для минимального прироста ощущения необходимо нервное возбуждение, превышающее фоновую активность на один квант, то есть равное двум квантам.

На практике все это отражается психометрической функцией с тремя прямолинейными участками: двумя горизонтальными (для частоты $P = 0$ и $P=1$) и одним наклонным (для частоты $1 > P > 0$). Аппроксимация такой функции по эмпирическим данным может производиться любым соответствующим математическим способом (например, методом

наименьших квадратов или методом линейной интерполяции). В качестве характеристики чувствительности выступает величина нейрокванта, полученная как половина проекции на ось абсцисс наклонного участка психометрической линии. За аналог дифференциального порога принимается величина стимула в полтора нейрокванта. Это вытекает из определения порога как разности между стимулами, замечаемой с вероятностью $P = 0,5$, и того обстоятельства, что вероятность положительного ответа становится отличной от нуля с величины стимула в один квант и достигает единицы при стимуле в два кванта.

Дополнительные сведения на русском языке о нейроквантовой теории и квантовом методе можно почерпнуть в работах [5, 45].

2.4. Методы современной психофизики

2.4.1. Методы, учитывающие несенсорные психологические факторы

Теоретические основы методов.

Пороговая проблема, не решенная классической психофизикой и переданная ею «по наследству» психофизике современной, не имеет окончательного решения до сих пор. И по-видимому, не имеет однозначного решения в принципе, поскольку дискретность и непрерывность — равноправные атрибуты мироздания. И, если исходить из понимания психики как механизма отражения реальности, то ей оба этих атрибута также должны быть присущи. Практическим ответом психофизики на эту ситуацию явилась разработка двух теоретических концепций: *высокопороговой теории*, реализующей принцип дискретности сенсорного ряда, и *теории обнаружения сигнала*, реализующей принцип непрерывности сенсорного ряда.

Обе концепции апеллируют к психическому явлению, на которое в классической психофизике не обращалось внимания, но которое настоятельно требовало своего изучения и объяснения. Это феномен так называемой «ложной тревоги». Суть его — в положительных ответах испытуемых при отсутствии сигнала, то есть в реагировании человека на отсутствующий стимул.

Отсутствие стимула в экспериментальной экспозиции обозначается термином «пустая проба», а его присутствие — термином «сигнальная проба». Это ложное обнаружение раздражителя (или разницы между раздражителями) в его отсутствие заинтересовало психофизиков.

Высокопороговая теория.

Эта теория была предложена в середине XX в. американским ученым Г. Блэквеллом [58]. Порог здесь имеет классическую трактовку барьера, ниже которого ощущения нет, а выше — есть всегда. Явление «ложной тревоги» Г. Блэквелл объяснял попытками испытуемых угадывать наличие стимула. Следовательно эти ответы вызваны не сенсорными, а поведенческими факторами. К последним могут относиться различные причины. Например, стремление показать высокий результат обнаружения, тревога за пропуск сигнала, желание «угодить» экспериментатору, низкий уровень внимания и проч. Автор теории рассуждал следующим образом: испытуемый дает положительный ответ, или когда действительно у него появилось ощущение от воздействия стимула (согласно постулату Блэквелла, в этом случае величина стимула должна превышать пороговое значение), или когда он пытается угадать «правильный» ответ. Следовательно, вероятность положительного ответа P будет равна сумме вероятности истинного обнаружения стимула $P_{\text{и}}$ и вероятности угадывания $P_{\text{уг}}$:

$$P = P_{\text{и}} + P_{\text{уг}} .$$

Вероятность того, что величина предъявленного стимула была ниже пороговой, равна $1 - P_{\text{и}}$, так как, по Г. Блэквеллу, вероятность появления стимула, величина которого выше

порогового значения, совпадает с вероятностью истинного обнаружения $P_{и}$. Угадывание происходит в случае, когда одновременно проявляется эффект «ложной тревоги» и появляется нижепороговый стимул, следовательно:

$$P_{уг} = P_{лт} (1 - P_{и}),$$

где $P_{лт}$ — вероятность «ложной тревоги».

Подставив $P_{уг}$ в исходную формулу, получим:

$$P = P_{и} + P_{лт}(1 - P_{лт}).$$

Из этого соотношения определяем истинную вероятность правильного ответа:

$$P_{и} = (P - P_{лт}) / (1 - P_{лт}).$$

Эта формула называется формулой поправки на случайный успех, при этом значения P и $P_{лт}$ оцениваются непосредственно в эксперименте.

Из постулата наличия высокого порога в теории Г. Блэквелла следует, что «ложная тревога» обусловлена только внесенсорными фактами, так как в случае правильности постулата сенсорная реакция испытуемого вызывается только стимулами, достигшими высокого порогового значения (отсюда и наименование концепции).

Экспериментальная проверка положений теории Г. Блэквелла проводится с помощью построения рабочей характеристики приемника (РХП), которая описывает работу принимающей системы в теории обнаружения сигналов (а исходно — в радиотехнике). На графике РХП по оси абсцисс откладываются показатели вероятности положительных ответов при наличии сигнала, а по оси ординат — показатели вероятности положительных ответов в «пустых пробах». Согласно Г. Блэквеллу, зависимость вероятности положительных реакций от вероятности ложной тревоги (то есть вид РХП) должна быть линейной. На базе построенной РХП определяются показатели сенсорной чувствительности (см. ниже).

Теория обнаружения сигнала.

Примером объяснения работы сенсорной системы, без обращения к понятию порога, может служить применение в психофизике теории обнаружения сигналов, разработанной в радиотехнике. Д. Светс и В. Таннер сумели приложить эту теорию к задачам психофизики [72]. Дальнейшее развитие применительно к экспериментально-психологической проблематике теория получила усилиями Дж. Хигана [50].

Сторонники этой теории считают, что в околопороговой области возбуждения, вызванные сигналом, пересекаются с внутренним шумом нервной системы. Если уровень сигнала ниже уровня шума, то не возникает ощущения, вызванного именно сигналом, если сигнал равен по величине шуму или превышает его, то появление ощущения определяется степенью перекрытия распределений вероятностей сигнала и шума, а также стратегией поведения, выбранной испытуемым. Если испытуемый выбирает стратегию риска, то возрастают и вероятность обнаружения стимула, и вероятность ложной тревоги. Если испытуемый предпочитает работать осторожно, то вместе с уменьшением вероятности ложной тревоги уменьшается и вероятность обнаружения. Таким образом, в теории обнаружения сигналов ложная тревога из досадной помехи превращается в одну из основных характеристик работы испытуемого. Функциональная связь между вероятностью ложной тревоги ($P_{лт}$) и вероятностью обнаружения сигнала ($P_{и}$), отражаемая рабочей характеристикой приемника (РХП), полностью описывает работу испытуемого в психофизическом эксперименте. В отличие от высокопороговой теории, здесь график РХП обычно имеет криволинейный характер, и показатели сенсорной чувствительности, вычисляемые на его основе, имеют свою специфику.

Главным недостатком теорий обнаружения считается формальный подход к изучению работы наблюдателя, где изучаются результаты его работы, а не психологические особенности

характера этой работы [3]. Более того, «использование РХП для моделирования работы испытуемого в психофизическом эксперименте уводит исследователей в сторону от идеи модели сенсорного пространства, хотя практически все теории декларируют свою приверженность к сенсорному пространству как модели работы сенсорной системы по образованию ощущений» [51. С. 24]. К. В. Бардин называет такой подход объектной психофизикой, в которой субъект представлен как пассивный наблюдатель, прибор с сенсорной чувствительностью (основа традиционной психофизики, как классической, так и современной). В ней просматривается стремление превратить субъекта в пассивный объект исследования. Однако стремление получить от наблюдателя ряд чисел, чтобы уже с ним манипулировать и его интерпретировать, характерно как для классической, так и для современной психофизики [7. С. 30].

В последние десятилетия наблюдаются следующие тенденции: фундаментальные исследования осуществляются преимущественно методами современной психофизики, ориентированными на теорию обнаружения сигнала, а прикладные проблемы — в основном классическими методами с использованием понятия сенсорного порога [51. С. 35].

Метод «да — нет».

Метод базируется на теории обнаружения сигнала и применяется для исследования и абсолютной, и дифференциальной чувствительности. Экспериментальная процедура заключается в предъявлении испытуемому в случайном порядке сигнальных и пустых проб.

По ответам в сигнальных пробах вычисляется вероятность обнаружения стимула ($P_{и}$), по ответам в пустых пробах вычисляется вероятность ложной тревоги ($P_{лт}$). Изменяя некоторые параметры экспериментальной ситуации, получают несколько пар величин этих вероятностей. Зависимость между ними есть РХП (рабочая характеристика приемника), рассматриваемая как основная характеристика исполнения у испытуемого.

В качестве показателя возможности обнаружения сигнала (что и характеризует сенсорную чувствительность) обычно используется величина d' определяемая по формуле:

$$d' = (m_s - m_n) / y,$$

где m_s есть $M[s + n]$ — математическое ожидание сенсорных эффектов, вызываемых действием совокупности сигнала и шума; m_n есть $M[n]$ — математическое ожидание эффектов, вызываемых действием только шума; y — стандартное отклонение рассматриваемого распределения. Этот же показатель можно определить не только аналитически, но и графически (что, кстати, тоже напоминает МПР, где возможен и тот, и другой варианты определения порогов). Таким образом, показателем чувствительности выступает расстояние между математическими ожиданиями распределений двух указанных вариантов сенсорных эффектов, измеренное в единицах стандартного отклонения.

В случаях несимметричности кривой РХП кроме d' могут вычисляться и другие показатели сенсорной чувствительности (Δm , α , d_e), подробное описание которых можно найти в работе К. В. Бардина [5].

Очевидно сходство процедур метода «да—нет» с методом постоянных раздражителей, что даже дает повод считать первый вариантом второго. Однако между ними есть и принципиальные различия, но не в процедуре, а в обработке данных и интерпретации результатов. Иными словами, это различия не в эмпирике, а в теории.

Метод оценки

Как и предыдущий метод, метод оценки основывается на теории обнаружения сигнала. Главное процедурное отличие состоит в том, что Испытуемый здесь пользуется не двухкатегорийной системой альтернативных оценок «да» или «нет», а многокатегорийной системой оценок, лежащих в интервале величин вероятности присутствия стимула в пробе от 0 до 1. Применение нескольких оценочных категорий в этом методе играет ту же роль, что и варьирование параметров экспериментальной ситуации в методе «да—нет»: по числу сигнальных и пустых проб, отнесенных в каждую категорию, вычисляются соответствующие величины вероятностей ($P_{и}$ и $P_{лт}$). На основании этих величин строится соответствующая РХП,

а на ее основе, как и в методе «да-нет», вычисляются приведенные выше показатели чувствительности.

Иллюстрацией применения метода к решению конкретной задачи служит работа [8].

Метод вынужденного выбора.

Метод реализует идеи Г. Блэквелла. Встречается и под названиями метода принудительного или насильственного выбора. Своеобразие процедуры заключается в том, что на каждом «шаге» изменения стимуляции испытуемому вместе с переменным стимулом предъявляют несколько «пустых проб». Число таких проб колеблется от 1 до 7. Наиболее популярен вариант с одной пустой пробой. При большем их числе переменный стимул «замешивается» среди них в случайном порядке. Порог получают как производную от вероятности (точнее частоты) правильных ответов. Таким образом, здесь нет необходимости строить РХП, хотя такая возможность имеется и можно получить аналог d' предыдущих методов.

Процедура метода похожа на процедуру метода констант, однако более естественным выглядит отнесение этого метода к группе вариантов метода границ (ММИ), поскольку набор стимулов представляет собой обычно некоторый континуум с определенным «шагом». Более того, впервые этот метод был введен в научный оборот в 1950-х годах Г. Блеквеллом и Ф. Джонсом на основе варианта ММИ, известного как метод восходящих рядов, обрисованного нами выше и относимого к группе вариантов с процедурой неполного знания. В настоящее время метод вынужденного выбора широко применяется в современной психофизике и приобрел статус одного из ее основных методов, утратив первоначальную связь с методом минимальных изменений. Подробное изложение современной трактовки рассматриваемого метода приведено в работе [5].

2.4.2. Методы, учитывающие пространственно-временные факторы стимуляции

Методы, относящиеся к этой группе, служат измерению *изменений сенсорной эффективности стимулов при варьировании временного или пространственного интервала между ними*. Эти изменения выражаются в абсолютной переоценке или недооценке соответствующих стимулов. Значительный вклад в разработку этой группы методов внес Е.К. Гусев [10, 11,12, 13,14,15].

Метод трех посылок. Испытуемому предъявляются последовательно три стимула. Один из них является *влияющим*, другой *тестовым*, третий служит *эталоном сравнения*. Последний стимул пространственно или во времени достаточно удален от двух других во избежание его физиологического взаимодействия с ними. Эмпирическая задача сводится к уравниванию эталонного стимула с тестовым в сенсорном отношении. Разность надпороговых уровней интенсивности таких уравненных стимулов используется в качестве показателя переоценки (или недооценки) тестового стимула, обусловленной пространственной или временной близостью влияющего стимула.

Метод бинарной рецепсиографии. Испытуемому предъявляются две серии кратких стимулов (вспышек света, звуковых импульсов, прикосновений к коже и т. п.). Эти серии, как правило, предъявляются на различные рецептивные поля даже в случае оценки влияния временных факторов формирования порога. Тем самым может быть существенно сокращен интервал раздельного восприятия «перекрестных» пар стимулов (т. е. пар, образованных соседними по времени предъявления членами одной и другой серии стимуляции). Далее задается ступенчатое временное или пространственное смещение одной серии импульсов относительно другой и таким образом изменяется интервал между перекрестными членами пар в сдвоенных сериях. При каждом заданном интервале между этими соседними членами разных серий подсчитывается: 1) общее число обнаружений отдельно для одной и другой серии (то есть идущих первыми по времени или в пространстве и вторыми членами перекрестных пар); 2) общее число относительных оценок сенсорной эффективности в перекрестных стимульных

парах. Например, ответов: правый (левый, верхний и т. п.) стимул больше (ярче, Длиннее и т. п.) для пространственных соотношений или первый (второй, предшествующий).

По психометрическим кривым, построенным на базе полученных экспериментальных данных, определяется изменение сенсорной эффективности каждого члена перекрестной пары в зависимости от временного или пространственного интервала между ними. Причем эта оценка Производится как по зарегистрированным для каждого из них сдвигам чувствительности, так и по интенсивности или качеству ощущения.

Метод сопоставления границ предназначен для решения того же типа задач, что и предыдущий метод. Однако его применение, в отличие от метода бинарной рецепсиографии, не ограничено использованием стимулов околопорогового уровня. Основной его процедурой является сопоставление величин относительных динамических сдвигов сенсорной эффективности (ΔR) и чувствительности (ΔE), а также динамических сдвигов чувствительности (ΔE_i) обоих членов пары стимулов. При этом под ΔR понимается переоценка одного из членов пары по отношению к другому по интенсивности ощущения, под ΔE — относительная переоценка того же стимула по чувствительности, а под ΔE_i изменения чувствительности к первому (ΔE_1) и второму (ΔE_2) членам пары при одном и том же надпороговом уровне влияющего стимула (соответственно второго и первого). Точность, с которой могут быть определены обусловленные сближением стимулов изменения абсолютной величины сенсорного ответа (интенсивности ощущения) каждого стимула (члена пары) определяется величиной корреляции между ΔR и ΔE .

2.4.3. Методы объективной сенсометрии

Эта группа методов предназначена для регистрации различных физиологических проявлений психической деятельности человека.

К таким проявлениям в первую очередь относятся многочисленные *вегетативные реакции*, неплохо поддающиеся аппаратурной фиксации. Так, кожно-гальваническая реакция (иначе электрическая активность кожи) может исследоваться методами Фере и Тарханова и их современными модификациями. Изменения в работе сердечно-сосудистой системы регистрируются методами измерения артериального давления (АД), электрокардиографии (ЭКГ), вазомоторными методами. Зрачковый рефлекс наблюдается с помощью метода пупиллометрии, а глазодвигательная активность — с помощью окулографических методов (и в частности электроокулографии — ЭОГ).

Особое развитие получили психофизиологические методы регистрации *электрической активности ЦНС* человека и животных. Речь идет о методах электроэнцефалографии (ЭЭГ) и вызванных ответов, или потенциалов (ВП). ЭЭГ — это запись биоритмов головного мозга, представляющих собой регулярные ритмические проявления его спонтанной (фоновой) электрической активности. Принято выделять пять групп таких биоритмов. За критерий их разделения взята частота их колебаний: дельта-ритм (1-3 Гц), тета-ритм (4-7 Гц), альфа-ритм (8-13 Гц), бета-ритм (14-30 Гц), гамма-ритм (свыше 30 Гц). Эти колебания имеют различную амплитуду, то есть величину электрических изменений: наиболее характерный диапазон амплитуд 5—30 мквольт.

Амплитуда и частота связаны друг с другом: так, у одного и того же человека амплитуда бета-волн равна примерно 1/10 альфа-волн.

Считается, что с изменением состояния человека в результате умственной нагрузки, эмоционального напряжения, сна и других действий в ЭЭГ происходит смена доминирующего ритма: с пробуждением и активацией деятельности усиливаются более высокочастотные ритмы, а с переходом ко сну и понижением активности они замещаются низкочастотными. При анализе ЭЭГ часто используют еще два показателя «время альфа-ритма» и «блокада альфа-ритма». Первое — это процент времени, занимаемый альфа-ритмом. Второе — это резкое уменьшение амплитуды альфа-волн, которое обычно происходит при воздействии

раздражителей. Так, засветка глаз вызывает в затылочных отделах мозга (зрительные центры) блокаду альфа-ритма.

Если ЭЭГ — это регистрация спонтанной электрической активности мозга, то вызванные потенциалы — это электрические отклики мозга на отдельные стимулы. ВП — это биоэлектрические колебания в нервных структурах в ответ на раздражение рецепторов или эффекторных путей, находящиеся в строго определенной временной связи с моментом предъявления стимула. Так как на фоне спонтанной активности ВП трудно различимы, их запись осуществляется специальными техническими средствами, позволяющими выделить сигнал из шума. Для этого суммируют некоторое число отрезков ЭЭГ, находящихся в одинаковой временной связи с моментом стимуляции. В результате такого наложения получается как бы усиление (умножение) интересующего эффекта. Отсюда другое название метода — метод усредненных ВП. Форма, амплитуда и латентный период ВП зависят от места приложения электрода (то есть участка мозга), модальности и интенсивности стимула, состояния субъекта и его индивидуальных особенностей.

Общее представление о системе психофизиологических методов можно получить из работ [34, 52].

В самое последнее время бурно развиваются новые варианты психофизиологических методов, основанные на применении электронной техники: компьютерная и магнитно-резонансная томография. Их применение в психологических исследованиях, по-видимому, имеет хорошие перспективы.

Однако важно отметить, что все методы рассматриваемой группы регистрируют физиологические корреляты психической деятельности. Их нельзя рассматривать как непосредственные и полностью адекватные методы психологического измерения, что иногда встречается в научной литературе. Специфика использования этих методов применительно к психофизической проблематике удачно представлена в работах [24, 25, 26, 41].

3. МЕТОДЫ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ШКАЛИРОВАНИЯ

3.1. Систематика методов психофизического шкалирования

Систематика должна, с одной стороны, указать на место методов психофизического шкалирования в общей системе способов психологических исследований, а с другой — дать приемлемую классификацию всего многообразия этих методов.

Как показывает история психофизики, простые ответы на оба поставленных вопроса дать весьма затруднительно. В первом случае эта трудность связана с универсальностью статистико-математических приемов обработки данных при психофизическом шкалировании, входящих неотъемлемой частью в рассматриваемые методы. Во втором случае сложности вызваны, главным образом, принципиальными различиями между критериями, по которым возможна группировка методов. Немаловажным препятствием является и большой разброс в наименованиях и трактовках сходных процедур у разных авторов. В силу этих и некоторых других причин «единой "универсальной" классификации до сих пор нет» [22. С. 37]. Тем не менее, с целью целостного описания совокупности методов психофизического шкалирования попытаемся дать их систематику, согласующуюся с наиболее распространенными и устоявшимися представлениями об этих методах.

Как уже говорилось, психологическое шкалирование условно делится на два этапа: эмпирический и формализации. Основу первого этапа в психофизическом шкалировании составляют экспериментальные процедуры по получению психических реакций (главным образом ощущений) на воздействующие сенсорные стимулы. При этом важно отметить, что фиксация этих реакций в основной массе психофизических методов опосредуется субъективными суждениями о них самих испытуемых, вследствие чего итоговый результат включает в себя, кроме

основного, чувственного, и другие психические компоненты (мнемические,

мыслительные, аттенционные — внимание и проч.). На втором этапе преобразования полученных экспериментальных данных в упорядоченную формальную модель (шкалу) в психофизическом шкалировании используются математические и статистические приемы, как правило, общие для различных видов шкалирования, хотя некоторые из них и были первоначально разработаны для нужд психологического измерения.

По специфике первого этапа и задачам исследования методы психофизического шкалирования объединяются с методами измерения сенсорной чувствительности в общую группу психофизических методов. Последние, как уже отмечалось, в соответствии с принятой в отечественной науке классификацией методов психологии включаются в класс эмпирических методов, внутри которого их в силу процедурных особенностей следует включать в разряд экспериментальных методов, хотя по общенаучной цели они совпадают с методами моделирования, а часть из них является основой психодиагностических методик [34].

Целостное и одновременно лаконичное описание системы методов психофизического шкалирования возможно в многомерном пространстве, осями которого являются параметры исследуемого эмпирического и получаемого формального множества, а также процедурные особенности обоих этапов шкалирования. Напомним главные факторы среди этих параметров, формирующие основные группы методов:

1) природа эмпирического множества (определяет методы как психометрические или психофизические);

2) соотношение между структурами эмпирического и формального множеств, то есть наличие или отсутствие изоморфизма (обуславливает методы как прямые или косвенные);

3) количество одновременно измеряемых признаков эмпирического множества (определяет методы как методы одномерного или многомерного шкалирования);

4) тип отношений между элементами эмпирического и формального множеств и обусловленный им тип допустимых математических преобразований на получаемой шкале (определяет методы построения шкал наименований, порядка, интервалов или отношений);

5) разновидности экспериментальных процедур сравнения и оценивания (предопределяют процессуально-технологическую специфику методов: а) парного или множественного сравнения; б) одномодального или кроссмодального оценивания; в) сравнительных или категориальных суждений; г) сравнения стимулов или вызываемых ими психических реакций; д) установки или оценки стимулов или реакций);

б) меры оценки шкалируемых явлений (определяют методы как: а) метрические или неметрические; б) пороговые или непороговые; в) использующие меры локализации или разброса и др.);

7) организация стимульного материала, то есть вид, количество и взаимное расположение во времени и пространстве постоянных и переменных стимулов (определяет операционально-методические разновидности методов: процедуры а) с наличным или мысленным эталоном, б) с одним или несколькими переменными раздражителями, в) с неполным (прямым) или полным (прямым и обратным) предъявлением стимуляции и т. д.);

8) возможности использования формул, аппроксимирующих психофизические зависимости (отличает методы теоретические от эмпирических).

К сожалению, наглядно и общедоступно отразить подобное многомерное представление совокупности методов психофизического шкалирования практически невозможно. Упрощения классификационной модели можно добиться путем введения иерархии (уровней) перечисленных показателей. Одна из подобных попыток была произведена в работах [16, 17]. Однако проблема наглядности здесь осталась нерешенной.

Ниже на рисунках 15—17 приводится плоскостная схема классификации методов, учитывающая большинство из перечисленных выше критериев. Не отраженными на схеме остались характеристики организации стимульного материала и используемые в качестве мер оценки статистические показатели. Это вызвано тем, что указанные параметры жестко метод не регламентируют, то есть в рамках одного метода могут быть использованы экспериментальные или вычислительные процедуры с разными показателями этих критериев. Например, метод

парных сравнений может быть как в модификации прямого, так и обратного предъявления стимуляции, как с наличным, так и с мысленным эталоном. А, скажем, метод АХ в равной степени может использовать при оценке ощущений и меры локализации (пороги), и меры разброса (стандартное отклонение). Кроме того, эти данные приводятся в нижеследующих главах пособия при описании отдельных методов.

Что касается размерности шкалирования, то приводимая схема имеет в виду методы одномерного шкалирования, поскольку, во-первых, многомерное шкалирование — пока что не столь частая в психофизике задача и, во-вторых, теория многомерного шкалирования и разработка его методов — самостоятельная обширная научная тема, в большой мере выходящая за пределы психофизической науки.

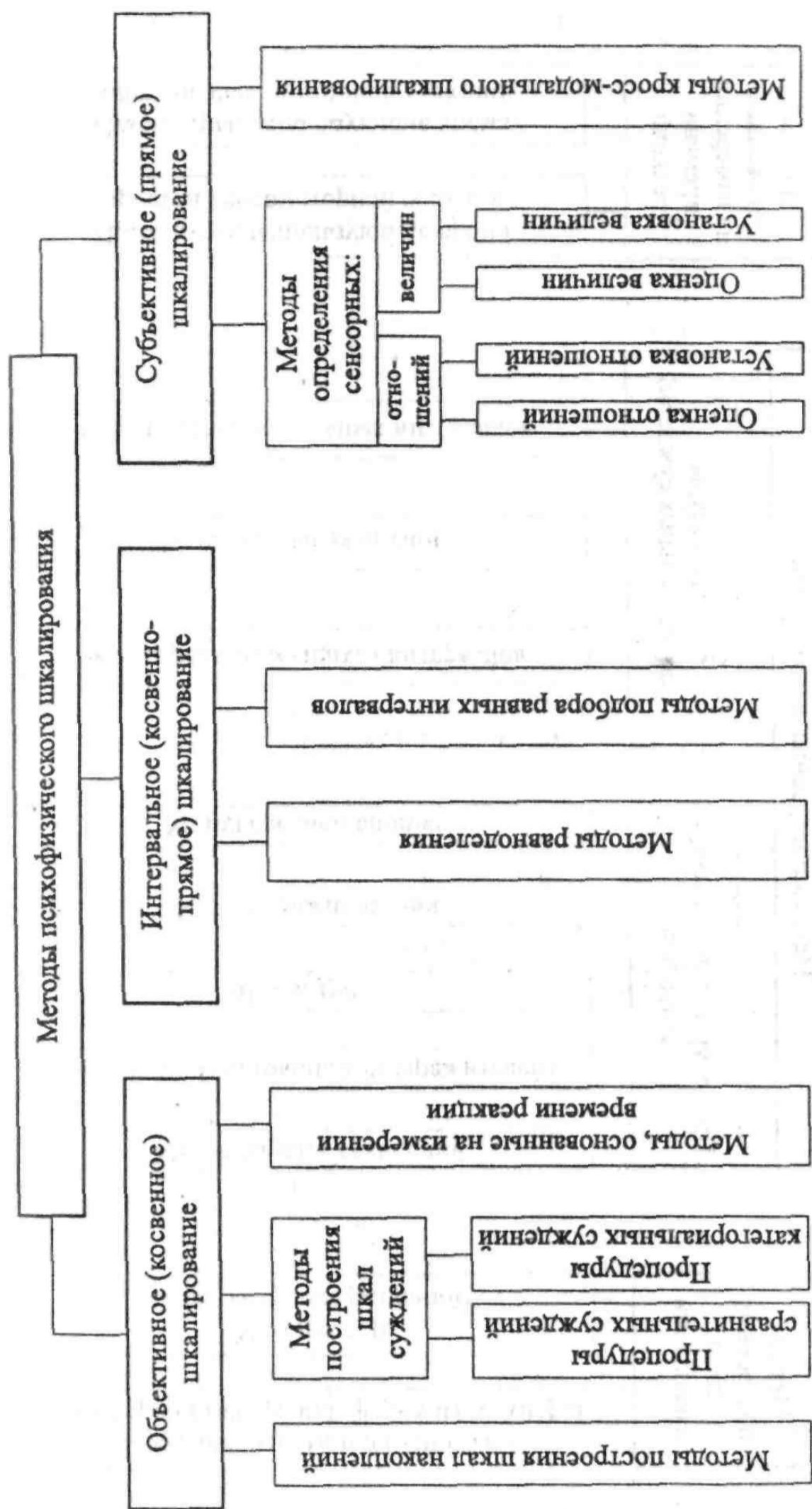


Рис. 15. Общая классификация методов психофизического шкалирования



Рис. 16. Классификация методов объективного (косвенного) шкалирования



Рис. 17. Классификация методов интервального (косвенно-прямого) и субъективного (прямого) шкалирования

В схему включены основные, имеющие наибольшее распространение в лабораторной практике и прикладных исследованиях, методы. «Полное перечисление методов может потребоваться лишь в очень редких случаях, так как в любой метод, изобретенный для решения какой-либо одной проблемы, оказывается необходимым внести изменения, если он применяется для решения других проблем» [44. С. 79]. Охватить все многообразие конкретных процедур, применяемых при психофизическом шкалировании, вряд ли вообще выполнимая задача. Но для наших целей в этом и нет необходимости, поскольку маловероятно, что какие-либо неучтенные модификации смогут образовать самостоятельную группу методов, не отраженную представленной схемой. Тем не менее, предложенная классификация не претендует на исчерпывающую полноту и остается открытой, то есть дает возможность ее дополнения новыми группами методов по используемым в данном пособии или иным критериям.

3.2. Методы объективного (косвенного) шкалирования

3.2.1. Методы построения шкал накоплений

Шкалы строятся путем накопления, то есть последовательного суммирования или вычитания предельно малых градаций изменения ощущений. Теоретическая основа — постулат Фехнера о субъективном равенстве едва заметных приращений ощущения. Следовательно, эти приращения могут служить единицами измерения интенсивности ощущений. Эмпирическое накопление этих величин приводит к получению S-образных графиков психофизических зависимостей величины ощущения от величины воздействующего стимула.

Для построения шкал накоплений в принципе можно применять любой метод измерения дифференциальной чувствительности, поскольку на роль указанных минимальных градаций ощущений с наибольшими основаниями претендуют разностные пороги (или их аналоги). Однако проблема состоит в рациональности процедуры шкалирования, поскольку для исследования значительных диапазонов сенсорных функций (в пределах от нижнего до верхнего абсолютного порога) требуется многоступенчатое измерение. И если на каждой ступени строго выполнять все требования методов измерения сенсорной чувствительности, то есть производить каждый раз целую серию замеров с последующей математической обработкой результатов, то построение шкалы выльется в невообразимо громоздкую операцию.

На практике для построения шкал накоплений используется только один эмпирический метод — едва заметных различий (е.з.р.), который ввиду специфики решаемой с его помощью психологической задачи позволяет резко упростить измерительную процедуру. Иногда можно построить накопительную шкалу без эмпирической процедуры.

Теоретический метод.

В некоторых случаях, когда для конкретных условий известна дробь Вебера (отношение разностного порога к исходной величине раздражителя), для построения шкалы накоплений экспериментальное определение различительных ступеней можно заменить простыми вычислительными операциями. Для оценки же конкретных стимулов и вызываемых ими ощущений в этих случаях вполне можно обойтись и без соответствующей шкалы, а использовать формулу логарифмического закона Вебера — Фехнера.

Метод едва заметных различий.

Краткая характеристика метода была дана в контексте освещения вариантов классического метода минимальных изменений. Здесь рассмотрим его несколько внимательнее с точки зрения использования в качестве инструмента психофизического шкалирования.

Метод встречается под названиями еле заметных различий, едва заметной разницы, наименьших различий и т. п. Его отличия от других вариантов ММИ некоторым исследователям дают повод считать метод е.з.р. самостоятельным способом психофизического измерения. Метод разработан и введен в научный оборот Г. Фехнером.

По сути метода испытуемый должен фиксировать (или воспроизводить) самостоятельно такое значение постепенно меняющегося переменного стимула, которое еле заметно отличалось бы от эталона. Нетрудно заметить, что при определении разностных порогов по всем правилам метода границ процедура е.з.р. ставит перед испытуемым две психологические задачи. Первая — при увеличении разницы в стимулах в любую сторону (хоть увеличения, хоть уменьшения переменного раздражителя) отмечается точка появления ощущения различия. Вторая задача возникает при уменьшении разницы между стимулами: здесь необходимо зафиксировать точку ее последнего ощущения, а не исчезновения ощущения различия, как в других вариантах метода границ (см. [29. С. 32], рис. 9). Решая вторую задачу, испытуемому необходимо все время прогнозировать, является ли предъявленная разница минимальной, последней, которую он может заметить. Следовательно, ему приходится все время держать в памяти некоторое представление этой разницы (е.з.р.) и соотносить с ним предъявляемые образцы.

Именно эта особенность процедуры и является основой, позволяющей широко применять метод е.з.р. в психологическом шкалировании. В этом случае за эталон принимается величина не конкретного раздражителя, а едва уловимой разницы между ними, то есть того самого е.з.р. Автор метода Фехнер «упорно настаивал на том, что едва заметная разница является реальной психологической величиной, которую вполне определенно можно представить» [5. С. 109]. Правда, с мнением Г. Фехнера многие исследователи не согласны. Среди них такие имена, как Дж. Ястров (Jastrow J.), Дж. Кеттелл (Cattell J.), В. Джемс (James W.), Г. Фаллертон (Fullerton G.).

Процесс построения шкалы накопленных е.з.р. обычно начинается с определения абсолютного порога, который принимается за первый эталонный стимул. Сравнивая с ним увеличивающийся переменный стимул, испытуемый фиксирует первую е.з.р., величина которой принимается за эталон, и по отношению к ней определяется второе е.з.р. Вновь полученное е.з.р., в свою очередь, берется за эталон, и уже по отношению к нему определяется следующее е.з.р. Операция повторяется необходимое число раз.

Принципиально возможно и обратное продвижение по стимульной оси: от некоторого заданного значения раздражителя путем уменьшения переменного стимула по аналогичным правилам строится нисходящая шкала накоплений.

Понятно, что вследствие однонаправленности изменения стимуляции и разовых замеров на каждой ступени шкалирования следует ожидать влияния на результаты систематических ошибок (ожидания, привыкания, стимульной) и различных случайностей.

Шкалы накопленных е.з.р. хорошо аппроксимируются логарифмической функцией, особенно в средних стимульных диапазонах. Этим обусловлено нередко встречающееся иное название этих шкал — логарифмические. Для упрощения пользования шкалами накоплений часто физический ряд выражается через логарифмы величин стимулов, в результате чего психофизическая зависимость представляется линейной функцией, а не S-образными кривыми.

По типологии допустимых преобразований шкалы накопленных е.з.р. (особенно в логарифмической модификации) относятся преимущественно к интервальным шкалам. В некоторых случаях, когда на них локализован истинный нуль (абсолютный порог), их можно рассматривать как шкалы отношений.

Примеры логарифмических шкал: шкала громкости (децибел), шкала плотности фильтров (в оптике), шкала «черноты» Рихтера, шкала цветности Манселла. Интересные иллюстрации по использованию метода е.з.р. в физиологии приведены в работе [36. С. 26—29].

Для полноты обзора логарифмических шкал заметим, что они могут быть получены из шкал равных отношений, построенных любым методом прямого шкалирования, о которых речь пойдет впереди. Это применяется в случаях, когда известен ряд равных отношений:

$$a / b = b / c = c / d = \dots,$$

но значение их не определено (не известны величины a, b, c, d, \dots), что серьезно затрудняет использование такой шкалы на практике. Тогда отношения выражают через их логарифмы:

$$\log (a / d) = \log (b / c) = \log (c / d) = \dots,$$

а поскольку логарифм дроби есть разность логарифмов числителя и знаменателя, то получают интервальную логарифмическую шкалу:

$$\log a - \log b = \log b - \log c = \log c - \log d \dots$$

3.2.2. Методы построения шкал суждений

Методы этой группы базируются на процедуре вынесения сравнительных оценок стимулов или вызываемых ими впечатлений. Основная идея, формализованная в законах суждений Терстона и Торгерсона, состоит в том, что замечаемые с равной частотой различия являются психологически равными.

Сравнение стимулов друг с другом (операция предпочтения) есть Процесс сравнительных суждений, а сравнение стимулов с некоторой системой эталонов (операция категоризации) есть процесс категориальных суждений.

Взаимное расположение всей совокупности раздражителей и субъективные расстояния между ними получают путем математической обработки экспериментальных данных. В качестве единиц измерения на получаемых шкалах выступают показатели вариабельности ответов. Кстати, рассматривая разностный порог как меру вариабельности ответов, Р. Вудвортс и Г. Шлосберг на этом основании присоединяют шкалы е.з.р. к группе шкал суждений [9. С. 222].

3.2.2.1. Процедуры сравнительных суждений

Теоретической базой рассматриваемых методов является освещенный выше закон сравнительных суждений Терстона. Дополнительные теоретические сведения можно почерпнуть из работ [39. С. 281-282-46. С. 72-94; 48].

Психологическая основа этой группы методов — выбор, предпочтение одного образца (стимула) другому. Основные процедуры — парное или множественное сравнение. Множественное сравнение в принципе можно представить как процесс многократного перебора пар. В психологическом плане этот процесс обычно симультирован и зачастую не осознается как дискретный самим субъектом ранжирования. Ввиду сказанного логично начать рассмотрение этой группы методов с классического варианта метода парных сравнений.

Метод парных сравнений.

В науку метод был введен Г. Фехнером [62], и после значительного развития Дж. Коном [60] и Л. Л. Терстоном [73] стал весьма популярен.

Метод целесообразно использовать, когда: 1) число сравниваемых образцов велико и их непосредственное сопоставление затруднительно; 2) отличия между образцами незначительны и трудно различимы; 3) физические корреляты психологических явлений не могут быть определены с достаточной точностью.

Суть экспериментальной части метода предельно проста. Испытуемый, сравнивая по заданному критерию между собой два стимула, должен *обязательно* предпочесть один из них. Сравнивается, таким образом, весь имеющийся набор стимулов по принципу «каждый с каждым» - предъявление пар производится в случайном порядке. Для нивелирования влияния на результаты «временной» и «пространственной» ошибок прямое предъявление стимулов в паре (стимул А > стимул Б) часто дополняют обратным предъявлением (стимул Б > стимул А). Обратное предъявление, кроме того, удваивает количество сравнений на том же самом материале, что повышает надежность результатов.

Обработка данных производится в несколько этапов. Вначале для каждого стимула подсчитывается общее число его предпочтений (выигрышей) во всех парах. По вычисленным баллам (частота предпочтений) производится ранжирование образцов, что дает «очковую» (частотную) шкалу порядка.

Далее полученная шкала преобразуется в вероятностную путем замены частоты предпочтений на частоту (условно рассматриваемую как вероятность). Частота вычисляется путем деления частоты на максимально возможное число выигрышей во всем множестве образцов.

Очевидно, что частота выбора не может выступать в качестве единицы измерения ощущения, поскольку этот выбор не опирается на оценку психологического расстояния между образцами. Выбор указывает лишь на то, что задаваемый психологический признак кажется эксперту более выраженным у одного стимула, чем у другого. Поэтому «очковая» шкала есть разновидность шкалы порядка, хотя в ней уже заложено нечто большее, чем только порядок следования объектов. В ней заложен частотный принцип репрезентации данных, который служит основой дальнейших преобразований, обеспечивающих переход к более валидным шкалам. Преобразование «очковой» шкалы в вероятностную служит усилению этого частотного фактора.

Для получения метрической шкалы необходимо установить величину единицы измерения исследуемого психического явления. С этой целью производится перевод вероятностных оценок в величины нормированного отклонения Z . Впервые такое преобразование было предложено, Л. Л. Герстоном [73]. Дж. Гилфорд значительно дополнил его идеи [63]. В основе этой операции лежат два допущения: 1) ответы испытуемых есть случайные величины, и распределение частот этих величин подчинено закону нормального распределения; 2) мера рассеивания (стандартное отклонение) этих ответов является мерой сенсорных расстояний между образцами стимульного ряда. Первый постулат принят из рекомендаций статистиков и опыта психологических исследований: «Все психологические шкалы основываются на этом законе, поскольку ему следуют распределения большинства человеческих способностей и свойств» [47. С. 133].

Второй постулат вытекает из следующих рассуждений. Интегральные психометрические кривые линейны в своей средней части (примерно от $P = 0,2$ до $P = 0,8$), поэтому для среднего диапазона вероятностных шкал порядка можно считать, что равные приращения вероятностей соответствуют равным приращениям ощущений. Экстремальные же участки психометрической кривой нелинейны, но так как распределение оценок соответствует нормальному закону, можно перевести значения вероятностей в значения нормированного отклонения. Такое преобразование «выпрямляет» крайние участки вероятностной шкалы и дает единую стандартную единицу измерения ощущений во всем диапазоне их возможного изменения. Таким образом от порядковой шкалы переходят к интервальной.

Для более глубокого знакомства с методом парных сравнений рекомендуется книга Г. Дэвида [18].

Метод АХ (постоянных раздражителей).

Метод постоянных раздражителей (метод констант) в основном ориентирован на измерение абсолютной и дифференциальной сенсорной чувствительности, что было изложено выше. Использование его в психофизическом шкалировании возможно, благодаря тому, что определение дифференциальных порогов опирается на построение психометрической кривой. Последняя, по сути, есть вероятностная шкала порядка, аналогичная вероятностной шкале, получаемой методом парных сравнений. Основная разница между ними заключается в величине размаха шкал. При парном сравнении этот размах обычно весьма значителен и обусловлен определенным заранее экспериментатором расстоянием между экстремальными значениями стимулов. В случае же использования метода констант размах шкалы ограничен весьма узким стимульным диапазоном, ширина которого обусловлена шириной исследуемой в данном опыте пороговой зоны. Произвольное раздвигание границ стимульного диапазона практически не может добавить информации об исследуемом участке сенсорной функции, а только

увеличивает трудозатраты в эксперименте. Поэтому получаемые методом АХ шкалы носят локальный характер. В принципе «прощупать» сенсорную функцию от нижнего до верхнего порога с помощью метода постоянных раздражителей можно путем многократного перемещения эталона по стимульной оси и соответствующего числа самостоятельных экспериментов. Однако объединение отдельных локальных шкал в единую порядковую шкалу ставит ряд проблем и не гарантирует ее валидности.

Процедурные особенности метода констант, отличающие его от метода парных сравнений, отражены в названии «АХ — метод», которое обычно и употребляют при его использовании в целях шкалирования. Символ «А» указывает на наличие во всех экспозициях эксперимента одного постоянного стимула (эталона), а символ «Х» — на наличие разных сравниваемых с эталоном образцов. По аналогии процедуру парных сравнений можно было бы обозначить формулой $X_i X_j$.

Подробное описание экспериментального и вычислительного этапов метода постоянных раздражителей при измерении дифференциальной чувствительности можно найти в работах [5, 29].

Метод триад.

По процедуре метод триад можно отнести к методу промежуточному между парным и множественным сравнением, так как в каждом опыте участвуют три стимула. Возможна постановка разных психологических задач в каждом замере, чем обуславливается и вариант метода. Первый, наиболее распространенный вариант предполагает, что эксперт, сравнивая два стимула с третьим, так называемым «справочным» [23. С. 116—118], должен указать, который из членов пары ближе по заданному признаку к этому «справочному» образцу. По второму варианту испытуемому надо из трех стимулов выбрать два наиболее похожих. Третий вариант в дополнение к предыдущей задаче предлагает указать и два наименее похожих стимула.

Перебрав в случайном порядке намеченные заранее экспериментатором комбинации (обычно максимально возможное число сочетаний), получают совокупность суждений, на основании которых вычисляются показатели подобия для всех исследуемых раздражителей. Опираясь на эти показатели, строят шкалу, теоретической основой которой служит допущение о том, что большему сходству соответствует меньшее различие между образцами и наоборот. Процесс вычислений, хотя и не сложный, но громоздкий. Чтобы не перегружать пособие математическими выкладками, отошлем читателя к статье В. С. Торгерсона в работе [43. С. 101—106]. В итоге получают шкалы порядка и интервалов.

Метод ранжирования.

Метод реализует в полном объеме процедуру множественного сравнения. Эксперт должен расположить стимулы в порядке возрастания или убывания по заданному качеству (признаку), то есть упорядочить по этому качеству всю совокупность предъявленных ему объектов. Отсюда встречающееся иногда иное название метода — метод качественного упорядочивания.

Упорядочивание производится с помощью эмпирических операций установления отношений «равно» («не равно») и «больше» («меньше»). Психологическая основа ранжирования — процессы различения и предпочтения. Весь объем стимулов предъявляется одновременно, а испытуемый не ограничивается во времени. В случаях непосильно большого количества образцов ему разрешается предварительно грубо рассортировать все стимулы на группы, после чего проранжировать их окончательно. Отсюда понятно, что применение процедуры ранжирования ограничено условиями одновременного предъявления оптимального числа используемых стимулов.

Строго говоря, понятие «одновременное предъявление стимулов» нужно рассматривать скорее как их «одновременное удержание» в субъективном пространстве наблюдателя. Так, звуковые раздражители бессмысленно предъявлять одновременно, но некоторый ряд последовательно предъявляемых звуков человек способен проранжировать но для этого он должен все время удерживать в памяти предшествующие образцы. Ясно, что в этом случае объем стимуляции резко ограничен не только сенсорными, но и мнемическими возможностями эксперта.

Вся совокупность сравниваемых стимулов ранжируется, как правило, многократно. Либо один и тот же испытуемый проделывает эту операцию несколько раз, либо, что является обычной практикой, в опытах принимают участие несколько человек. После многократного упорядочивания стимуляции для каждого образца подсчитывается средний балл (ранг). Расположенные в соответствии с полученными средними баллами стимулы образуют ранговый ряд, то есть шкалу порядка.

Однако получаемая таким образом ранговая шкала по информативности выше, нежели просто шкала порядка, и приближается в этом смысле к шкалам интервалов. Это обусловлено двумя обстоятельствами. Во-первых, каждый ранг можно рассматривать как показатель частоты выбора (оценки предпочтения), что сближает ранжирование с методом парных сравнений. Действительно, если наблюдатель поставил какой-то образец выше всех остальных, это значит, что он его предпочел всем другим ($n - 1$) раз, где n — общее число стимулов. Второй по порядку образец он выбрал ($n - 2$) раза и т. д. Имея такие оценки предпочтения, их легко преобразовать в показатель частоты путем деления на максимально возможное число предпочтений ($n - 1$). Как видим, используя частотный принцип представления данных, на формальном этапе шкалирования можно перейти к построению шкал, аналогично методу парных сравнений. Разумеется, представленные таким образом ранги можно нормировать по стандартному отклонению и получить в итоге метрическую Z-шкалу.

Второй фактор, повышающий информативность шкал, полученных методом ранжирования, — это многократность опытов. Вычисленные в итоге средние ранги указывают не только на порядок следования образцов друг за другом, но и на их относительное положение на стимульной оси в пределах рассматриваемого стимульного диапазона. Это достигается за счет того, что средний ранг представляет собой результат нескольких независимых суждений. Каждое отдельное суждение ничего не говорит о пространстве стимулов, оно только дает порядковые номера образцам. Один испытуемый при этом субъективно расставляет все образцы равномерно, другой — на разных интервалах друг от друга, но в суждениях это не отражается, так как результатом является всего лишь ряд номеров. Когда же их оценки усредняются, то фактически используется некоторая шкала, на которой фиксируется определенное значение каждого раздражителя. «Предлагая достаточному числу компетентных судей ранжировать некоторые образцы, получаем почти равные средние ранги там, где образцы почти равны, и сильно отличающиеся, когда образцы заметно неравны; короче, средние ранги будут правильно соответствовать образцам и в порядке, и в пространстве» [9. С. 211].

Метод средней ошибки.

Метод предназначен для измерения дифференциальной чувствительности, однако благодаря возможности частотного представления экспериментальных данных может быть использован в целях психофизического шкалирования.

Суть экспериментальной процедуры заключается в уравнивании испытуемым двух стимулов по исследуемому признаку. Один из стимулов принимается за эталон, а второй произвольно изменяется самим испытуемым. В классическом варианте процедуры последний не ограничивается ни во времени, ни в пространстве. Основой для дальнейших вычислений показателей чувствительности являются совершаемые при уравнивании ошибки.

Совершаемые неизбежно при подгонке переменного стимула под стандарт ошибки позволяют получить ряд раздражителей, превышающих, равных или не достигающих эталона. Ясно, что чем дальше переменный стимул от стандарта (хоть в большую, хоть в меньшую стороны), тем реже он будет с ним идентифицироваться. Максимальное число оценок «равно» будет соответствовать стимулу, предельно близкому (вернее, кажущемуся предельно близким) к этому эталону. Это стимульное значение в психофизике носит наименование точки субъективного равенства (т.с.р.), что было проанализировано выше при описании классических методов психофизики. Наименьшая частота оценок «равно» будет соответствовать стимулам наиболее удаленным от т.с.р. Допустив, что меньшим частотам установления равенства соответствуют большие порядковые различия между стимулами, все полученные в эксперименте значения раздражителей можно упорядочить по частоте вынесения оценки «равно» и тем

самым получить порядковую шкалу.

Недостаток этой шкалы тот же, что и для случая применения метода АХ: она носит локальный характер, то есть ограничена стимульным диапазоном, соответствующим ширине пороговой зоны в данном месте (определяемым положением эталона) стимульной оси. Широкого практического применения этот метод психофизического шкалирования не получил.

3.2.2.2. Процедуры категориальных суждений

Теоретическим фундаментом этой группы методов является изложенный ранее закон категориальных суждений Торгерсона. Более глубоко с теорией рассматриваемых методов можно познакомиться в работах [22. С. 52-60; 23. С. 132-147; 75].

Психологической основой экспериментальных процедур здесь выступают опознавательные процессы, завершающей фазой которых является отнесение наблюдаемого объекта к определенному классу, то есть категоризация. Отсюда их общее название: категориальные методы. Иногда их обозначают термином групповые методы, или методы группировки.

В общем случае выбранный стимульный диапазон делится на определенное число (обычно от 3 до 11) субъективно равных интервалов. Этим и задается шкала категорий. Наблюдатель, сравнивая с этой шкалой возникающие у него впечатления от воздействия стимуляции (обычно около 20 образцов, хотя иногда и больше 100), выносит суждения об отнесении воздействующего стимула к той или иной категории. Сведения о частоте зачисления стимулов в классы являются базой для построения психологических шкал порядка и интервалов по вычислительным процедурам, аналогичным изложенным в предыдущем разделе.

Принципиально возможно не только соотнесение фиксированных тестовых стимулов с некоторой системой категорий, но и активное манипулирование испытуемым переменной стимуляцией с целью подбора величин раздражителей, соответствующих заданным категориям. Но поскольку «психофизические шкалы оценки и установки категорий незначительно отличаются друг от друга, то большинство исследователей рассматривает оба метода группировки как две модификации одного и того же метода» [22. С. 54]. В практике шкалирования чаще применяется первый вариант — оценка категорий. Эту модификацию в дальнейшем изложении мы и будем рассматривать.

Категориальные методы имеют ряд преимуществ перед процедурой сравнительных суждений: 1) позволяют работать с большим числом

объектов; 2) требуют меньших временных затрат; 3) имеют более широкую сферу применения, особенно в области психометрического шкалирования; 4) обладают относительной легкостью психологической задачи за счет того, что в каждом экспериментальном акте наблюдатель имеет дело с одним тестовым стимулом, а не с двумя (парное сравнение), тремя (метод триад) и более (ранжирование).

Однако существует мнение, что «при применении методов отнесения к категориям могут быть получены весьма существенные искажения, особенно для максимальных и минимальных позиций» [21. С. 81].

В. С. Торгерсон предложил разделить совокупность категориальных методов на две группы в зависимости от условий, налагаемых на отношения между категориями. В первую включаются процедуры, основанные на предположении, что человек способен к субъективной количественной оценке разницы между раздражителями, а следовательно, и к определению значения стимулов на категориальной шкале. В этом отношении данная категория методов может рассматриваться даже как способы *прямого (субъективного) шкалирования*. Однако опосредование процесса прямой оценки через систему предварительных категорий, а также использование в качестве единиц измерения показателей, косвенных по отношению к сенсорным функциям, вынуждает включить эти методы в разряд *объективного шкалирования*.

Классическим примером этой группы является *метод равнокажущихся интервалов*.

Вторая группа категориальных методов объединяет процедуры, базирующиеся на более очевидном предположении, что субъект может определять степень выраженности признака только на качественном уровне. Оценить «на сколько» один объект выше или ниже другого по заданному признаку он не в состоянии, он может только указать, который из них по этому признаку имеет преимущество. Следовательно, базовая система категорий и, соответственно, получаемая психофизическая шкала отражают *отношения порядка*. Примерами таких процедур являются *методы балльных оценок и последовательных интервалов*. Повышение информативности получаемых этими способами шкал до Уровня интервальных достигается за счет введения дополнительных предположений в части распределения ответов испытуемых, исходя из чего задаются отношения между категориями (в первую очередь границы между ними).

Метод равнокажущихся интервалов.

История метода насчитывает уже более двух тысячелетий. Именно заложенные в его процедуре принципы были применены древнегреческим исследователем Гиппархом при составлении шкалы звездных величин, по которой все видимые невооруженным глазом звезды распределены по 7 категориям; от самых ярких нулевого класса до самых слабых 6-го класса. Сейчас, правда, этот диапазон расширен в сторону ярких светил, а интервалы между категориями раздроблены на части вплоть до сотых долей [33, 35]. Так, самая крупная звезда Сириус имеет по этой шкале показатель $I = -1,53$ звездной величины.

В широкую научную практику метод введен в конце 20-х гг. прошлого столетия Л. Л. Терстоном и Е. Чейвом [74]. В настоящее время он широко применяется и в психофизическом, и в психометрическом шкалировании.

Наблюдателю в случайном порядке (изредка, если возможно, одновременно) предъявляется набор раздражителей, каждый из которых он должен отнести к одному из классов на стимульной оси. Число классов обычно нечетное от 5 до 11. Для обозначения классов применяется любая символика, позволяющая их отличать и упорядочивать. Это могут быть словесные обозначения типа «очень сильный», «сильный», «средний», «слабый», «очень слабый». Могут использоваться буквы любых алфавитов, арабские или римские цифры, геометрические фигуры разных форм и размеров, точки на линии и др. Кстати, цифровое обозначение допускается только в целых числах натурального ряда.

Испытуемому предварительно экспонируют наименьший по заданному признаку стимул, который отождествляется с минимальным классом, и наибольший стимул, относящийся к максимальной категории. Остальные тестовые стимулы эксперт распределяет, сообразуясь с тем условием, что оставшиеся классы равнорасположены внутри континуума ощущений между двумя экстремальными стимулами.

Процедура повторяется неоднократно либо для одного и того же наблюдателя, либо для нескольких человек. Шкалирование сводится к усреднению ответов. В результате получают интервальную шкалу, которую иногда называют «шкалой средних номеров классов».

Как показали специальные исследования [23. С. 138-141], на характер психофизических зависимостей, точнее на форму функций, отражающих эти зависимости, способ обозначения категорий (словесный, цифровой и т. д.) практического влияния не оказывает. Немного сильнее сказывается число категорий на стимульной оси: чем их больше, тем плавнее кривые, что и понятно априори. Однако общий вид получаемых функций отличается при этом незначительно.

Более существенное влияние оказывают параметры стимульной совокупности: неравномерность расположения раздражителей на физической оси, то есть разная их плотность в рассматриваемом диапазоне физического континуума, и неравновероятность появления стимулов. Оба фактора сказываются одинаково: в районах высокой плотности стимулов или высокой вероятности их предъявления увеличивается крутизна соответствующих кривых. Предполагается, что эти эффекты связаны со стремлением (или внутренним убеждением) испытуемых использовать все категории с одинаковой частотой, хотя ясно, что в этих случаях обращение к категориям должно быть разным.

На этапе формализации иногда вместо среднеарифметического значения всех оценок данного стимула вычисляют медиану соответствующего распределения, мотивируя это тем, что общее распределение (по всей совокупности стимулов) «обычно является обрезанным по краям (нет градаций "ниже категории 1" и "выше категории М"») [21. С. 73]. В лабораторной практике этой тонкостью можно пренебречь.

При окончательном построении шкалы рассматриваемым методом для повышения ее надежности все шкальные значения предъявленных стимулов проверяются на пригодность их включения в итоговую шкалу. С этой целью, во-первых, шкальные показатели (среднее или медиана), делящие континуум изучаемого признака на заметно неравные участки, отбраковываются. Тем самым достигается максимально равная ширина категорий. Во-вторых, вычисляются характеристики разброса ответов (обычно интерквартильный диапазон). Если эта характеристика выходит за установленный предел (для интерквартильного диапазона — не ниже 50%), то такие оценки тоже исключают из дальнейшего использования.

Метод балльных оценок.

Этот метод нередко встречается под названиями метода суммарных оценок, процедуры складывания значений, оценок по балльной шкале.

Широкое распространение он получил в сфере социальных исследований, то есть при решении задач сугубо психометрического шкалирования. Специфика этих задач определила ряд особенностей метода, не имеющих прямого отношения к психофизическому шкалированию. В плане использования в социологии метод хорошо изложен в [22. С. 196-199].

В психофизических исследованиях процедура несколько проще. Суть ее заключается в следующем. Испытуемому предлагается оценить все предъявляемые стимулы по некоторой числовой шкале. Чем ниже интенсивность признака у данного стимула, тем меньшим числом (баллом) испытуемый оценивает этот стимул. Обычно используется 5÷10-балльная шкала с начальным значением 0 или 1. Многократное оценивание стимулов дает исходную информацию для последующего построения интервальной шкалы.

На первый взгляд, данный метод почти тождествен методу равно-кажущихся интервалов в модификации обозначения категорий цифрами. Однако принципиальная разница состоит в том, что при балльном оценивании субъективное равенство расстояний между баллами для испытуемого представляется неявным, а в методе равнокажущихся интервалов это требование обязательно входит в инструкцию испытуемому, является атрибутом метода.

Тем не менее, использование балльной системы позволяет строить психофизические шкалы постольку, поскольку предполагается, что одна и та же разница, выраженная в баллах, отражает одинаковую субъективную разницу в ощущениях. Например, если испытуемый присваивает стимулам А, В, С и Д соответственно 1, 2, 4 и 5 баллов, то это означает, что он устанавливает следующее отношение между объектами в эмпирическом множестве: А — В = С — Д. Иначе говоря, респондент устанавливает субъективное равенство интервалов между двумя парами объектов.

Последнее обстоятельство дает повод некоторым исследователям относить рассматриваемый метод к первой (по В. С. Торгерсону) группе категориальных методов, а именно к методам прямой количественной оценки [21. С. 72]. Представляется все же, что указанная выше неявность равенства интервалов на исходной категориальной шкале баллов определяет отнесение рассматриваемого метода ко второму (по В. С. Торгерсону) разряду методов группировки. В некоторых работах этот разряд именуется группой методов косвенного установления равенства интервалов [16, 17].

Метод последовательных интервалов.

Метод предложен в развитие метода равнокажущихся интервалов М. Саффином в 1937 г. [68] и позже значительно дополнен В. С. Торгерсоном [75].

Смысл состоит в избегании основного недостатка метода равнокажущихся интервалов, заключающегося в частой недостижимости на практике исходного требования о субъективном равенстве расстояний между шкальными оценками на принятом за основу континууме. Люди легко допускают ошибки. Поэтому в методе последовательных интервалов это требование

снято. Категории просто расположены по порядку нарастания выраженности исследуемого признака без предварительного указания границ между ними. Каждый испытуемый, таким образом, при вынесении суждений о раздражителях руководствуется своим, индивидуальным, субъективным континуумом. Категории в этом случае могут рассматриваться как соприкасающиеся ступени (точнее сегменты), при этом верхняя граница предыдущей категории является нижней границей последующей. Понятно, что получаемые в результате данные позволяют построить всего лишь шкалу порядка. Для повышения уровня измерения с полученными результатами производят ряд математических преобразований исходя из дополнительного условия (предположения): расположение границ категорий определяется нормальностью распределения оценок испытуемых для каждого стимула. Если вспомнить, что распределение большинства психических функций подчинено нормальному закону, о чем уже говорилось при описании метода парных сравнений, то такое условие выглядит довольно естественным.

Из этого предположения следует, что подкоренное выражение в формуле закона категориальных суждений Торгерсона (см. п. 6.2.2. в первой части пособия) можно опустить, а полученные в итоге значения нормированных отклонений Z по каждому стимулу могут послужить базой для последующего определения ширины и границ всех категорий. Поскольку соответствующие математические выкладки и лежащие в их основе теоретические построения весьма громоздки, ограничимся отсылкой читателя к доступным работам, освещающим эти вопросы: [22. С. 54; 23. С. 142-144; 38. С. 181-189; 46. С. 91-94].

В заключение отметим, что результаты, полученные методом последовательных интервалов и методом равнокажущихся интервалов, обнаруживают линейную зависимость между собой [37].

3.2.3. Методы, основанные на измерении времени реакции

Все рассмотренные выше методы шкалирования в качестве базовой информации используют показатель частоты ответов на раздражители (пороги как 50%-ная вероятность положительных ответов, ранги и порядковые номера как вероятность предпочтения, метрика как равенство частот выбора и т. д.). Идея данной группы методов заключается в Применении в качестве исходной информации для психофизического шкалирования временных показателей реагирования на сенсорную информацию. Впервые ее высказал Дж. Кеттелл [59], предложивший использовать в этих целях время сенсомоторной реакции.

Под *временем реакции* (ВР) понимается интервал времени между появлением сигнала и ответной реакцией испытуемого. Вид сигнала и тип реакции регламентируются инструкцией. Чаще всего в экспериментальной практике в качестве сигналов выступают различные сенсорные раздражители, а реагировать предлагается каким-либо движением. Наиболее правильной трактовкой временной структуры ВР, по нашему мнению, является следующая [32]. Время реакции включает в себя два компонента: время переработки информации в нервной системе и время исполнения ответа. Первая стадия реакции носит скрытый характер, не проявляется внешне и поэтому называется *латентным периодом* (ЛП). Сюда входит время протекания электрохимических процессов в рецепторных отделах анализаторов, прохождения нервного импульса по афферентным путям, переработки информации в мозговых центрах, прохождения импульса-команды по нисходящим путям к соответствующим мышцам и «включения» эффектора. Вторая стадия реакции внешне видна и проявляется в виде мышечного движения. Даже если ответ предполагается вербальным или эмоциональным, то его исполнение требует артикуляционных или экспрессивных движений. Обычно этот временной интервал реакции называют *моторным компонентом* (МК).

Тип решаемой психологической задачи обуславливает *вид сенсомоторной реакции*: простая реакция (на появление, изменение или исчезновение раздражителя и др. ее подвиды); сложная реакция (выбора, на движущийся объект, переключения и др. ее подвиды); словесная

ассоциативная реакция (прямая, обратная, свободная). Для психофизического шкалирования интерес представляют первые два вида двигательной реакции. Время каждой из них зависит от целого ряда условий, но психофизическое шкалирование опирается главным образом на зависимость времени реакции (а точнее — ЛП) от интенсивности раздражителя.

Для общего знакомства с измерением ВР отсылаем читателя к работам [32, 54]. С примерами применения ВР в шкалировании можно познакомиться в [9. С. 214-223].

Процедуры, использующие время простой сенсомоторной реакции.

Простая сенсомоторная реакция (ПСМР) — это предельно быстрый ответ простым и заранее обусловленным движением на простой внезапно появляющийся, исчезающий или изменяющийся, но известный сигнал. Простое движение — это движение, состоящее из малого (в пределах одного) числа двигательных актов. Например, поднятие руки, кивок головой, нажатие пальца на кнопку, подача голоса (произнесение

какой-либо фонемы или элементарного слова) и т. п. Простой сигнал — это стимул с одним (хотя возможно и комплексным) опознавательным признаком. Например: свет, звук, прикосновение и т. д., независимо от их качественных параметров и количественной выраженности. В качестве синонимов ПСМР употребляют: *простая реакция, простая психическая реакция, психическая реакция, простая двигательная реакция.*

Испытуемый в каждой экспозиции реагирует на *один стимул*. Известно, что время простой сенсомоторной реакции так же, как величина ощущения, сильно зависит от интенсивности воздействующего стимула. Допустив, что величина ощущения обратно пропорциональна ВР (точнее — латентному периоду реакции), психофизики получают возможность строить сенсорные шкалы. Предложено множество формул, отражающих эту связь [54. С. 361]. Наиболее известная носит наименование закона Пьерона, который уже упоминался при изложении классификации шкал. Напомним формулу этого закона:

$$S = K / t^\lambda,$$

где S — величина ощущения; t — латентный период ВР; K и λ — константы.

К сожалению, сфера применения аналитических обобщающих выражений весьма ограничена в силу различных обстоятельств. В частности, ВР становится неадекватным показателем в областях слабых и сильных раздражителей [6. С. 108]. К тому же взаимосвязь величины ощущений и ВР на разных участках воспринимаемого человеком стимульного диапазона имеет разный характер, а исходные представления о совпадении ВР для одинаковых интенсивностей ощущения экспериментально подтверждаются редко [54. С. 361].

Сложность зависимости времени простой сенсомоторной реакции от величины раздражителя и сильная опосредованность ВР большим числом факторов разной природы заставляет рассматривать уровень измерения полученных шкал не выше, чем порядковый.

Процедуры, использующие время сложной сенсомоторной реакции.

Сложная сенсомоторная реакция (ССМР) — это предельно быстрый двигательный ответ на сложный сигнал. Сложный сигнал — это стимул с несколькими опознавательными признаками или совокупность стимулов, различающихся по какому-либо признаку. Двигательный ответ может быть как простым, но соответствующим сигналу, так и сложным, включающим комплекс движений. Таким образом, усложнение по сравнению с простой сенсомоторной реакцией происходит и со стороны стимуляции, и со стороны ответного движения. Это, в свою очередь, вызывает усложнение центрального звена в психической реакции, то есть этапа переработки сенсорной информации в соответствующих анализаторных центрах. Сложная реакция помимо ВР характеризуется еще и *правильностью* исполнения, то есть соответствием двигательного ответа поступившему сигналу. Иногда этот параметр реакции называют точностью или адекватностью. Классическими реакциями этого типа являются *реакция выбора* (РВ) и *реакция на движущиеся объекты* (РДО), изучение которых носит общепсихологический характер. Другие виды сложной реакции исследуются преимущественно в прикладных целях в отраслевых психологических дисциплинах. В психофизике обычно используется первый подвид ССМР — реакция выбора.

Реакция выбора — это предельно быстрый ответ тем или иным заранее обусловленным движением на один из нескольких возможных и внезапно появляющихся сигналов. При этом каждой разновидности сигнала соответствует свой вид двигательного ответа. Синонимы: *сенсомоторная реакция выбора, сложная реакция выбора, сложная реакция различения, дизъюнктивная реакция.*

Сложность реакции предопределена увеличением по сравнению с ПСМР числа сигналов и числа ответов. Но это-усложнение не только количественное, но и качественное, т. к. в сенсорное реагирование включаются еще и мнемический, и мыслительный компоненты: опознание сигнала из возможного стимульного ряда, соотнесение с ним соответствующего способа действия из ряда возможных ответов и принятие решения. Процессы же, связанные с физическим воздействием стимула и осуществлением двигательного акта, в этом виде реакции аналогичны ПСМР. Прием и переработка информации в анализаторных центрах занимает здесь до 80% времени ЛП, и только 20% времени занимает процесс формирования команды на исполнение двигательного ответа. Для ПСМР это соотношение примерно 60% к 40% [54. С. 345].

Использование времени реакции выбора в шкалировании основано на допущении, что «одинаковые по трудности различения дадут одно и то же время реакции» [9. С. 216]. Под трудностью в первую очередь следует понимать величину разницы интенсивности между двумя стимулами одной модальности. Ясно, что чем больше эта разница, тем легче стимулы различаются и тем меньшее время требуется на выбор (предпочтение по заданному признаку), и наоборот, при сближении величин стимулов их различение и предпочтение затрудняются.

Хотя все факторы, влияющие на время простой реакции, действуют и в этом случае (правда, со своей спецификой [54. С. 345—350]), тем не менее шкалы, получаемые с помощью данных процедур, можно все-таки считать шкалами интервалов. Это связано, во-первых, с тем, что в отношении равенства вступают явления одной природы: ВР сравнивается с ВР, и только потом эти отношения переносятся на соответствующие ощущения. В случае простой реакции ВР вступает в отношения с величиной ощущений напрямую. Во-вторых, исходное допущение дает возможность метрирования психологической шкалы за счет изначального субъективного уравнивания интервалов на стимульной оси в пределах исследуемого диапазона раздражителей. Этими соображениями, видимо, руководствовались Р. Вудвортс и Г. Шлосберг, отдавая предпочтение данной процедуре: «Вероятно, более полезен метод использования равного ВР, выраженного равными шагами на континууме стимулов» [9. С. 222].

Заключая обзор методов шкалирования, основанных на измерении ВР, следует все-таки призвать к осторожности в их применении и указать, что в настоящее время они рассматриваются преимущественно как вспомогательные, полезные для проверки и уточнения результатов, полученных другими методами [6. С. 108].

3.3. Методы интервального (косвенно-прямого) шкалирования

3.3.1. Общие сведения об интервальных методах

Интервальные методы рассматриваются нередко как различные процедурные модификации одного метода, а именно «метода равных сенсорных расстояний» [9. С. 193—200]. Иногда этот метод встречается под наименованием «метода уравнивания интервалов» (39. С. 280), «метода сенсорных равноотстояний», «метода градаций» [40. С. 213], «метода определения двух равных чувственных отстояний» [44. С. 74] и т. п.

Суть интервального шкалирования заключается в субъективном определении равенства интервалов в некотором стимульном диапазоне. Подобное определение реализуется либо путем субъективного равноделения заданного диапазона, либо путем подбора субъективно равных интервалов на стимульной оси.

На практике интервальное шкалирование реально можно осуществить

нижеперечисленными четырьмя методами, хотя теоретически их набор может быть значительно расширен. Возможно, будущие исследования в этой области дадут примеры успешного использования и иных разновидностей интервальных процедур психофизического шкалирования. Пока же к основным методам отнесем следующие:

I. Методы равноделения:

- 1) бинарное равноделение;
- 2) множественное равноделение.

II. Методы подбора равных интервалов:

- 1) подбор бинарного равенства стыкующихся (смежных) интервалов;
- 2) подбор бинарного равенства отставленных (несмежных) интервалов.

В принципе все перечисленные методы могут осуществляться, подобно категориальным методам (см. п. 3.2.2.2), двумя способами: оценкой и установкой интервалов. В первом случае испытуемому задается (предъявляется) набор стимулов, а он, опираясь на свои ощущения, должен определить их место в исследуемом диапазоне. Во втором случае, наоборот, задается местоположение стимулов в исследуемом диапазоне, а испытуемый, ориентируясь на соответствующие этим местам величины ощущений, манипулирует стимуляцией и подбирает соответствующие величины раздражителей. Именно это, наверное, имеют в виду В. Вудвортс и Г. Шлосберг, говоря о возможности либо выбора, либо согласования стимулов при работе методом равных сенсорных расстояний [9. С. 193]. Практические возможности применения этих способов целесообразно оценить при рассмотрении каждого метода в отдельности.

Диапазон, на котором производятся описанные процедуры, обычно включает только какую-то часть стимуляции, способной вызывать ответные сенсорные реакции человека. Для построения шкалы, охватывающей весь возможный сенсорный ряд, необходимо объединение результатов работы в нескольких диапазонах. То же можно сказать, если требуется более тщательное «зондирование» диапазона, первоначально исследованного крупными «шагами».

Уровень получаемых шкал, естественно, интервальный. Но в случаях, когда нижняя граница крайнего интервала совпадает с абсолютным порогом, то есть установлена истинная нулевая точка (см. п. 5.3 пер-

вой части пособия), можно получить и шкалы отношений. Правда, по замечанию Р. Льюса и Е. Галантера, хотя «часто этот порог и выбирается в качестве нуля, но это ведь уже последующие домыслы, а не часть шкальной модели самой по себе» [23. С. 148].

Интервальные методы характеризуются таким набором особенностей, который не позволяет одинаково отнести их либо к косвенным, либо к прямым методам шкалирования. Их психологической основой является субъективная оценка собственных ощущений. И по этому основному признаку они должны быть отнесены к методам прямого шкалирования. Однако прямой количественной оценки своим ощущениям испытуемый не дает, он не отвечает на вопрос «на сколько» одно ощущение отличается от другого. Он лишь соотносит одну разницу в ощущениях с другой на базе оценок «равно–не равно» или «больше–меньше». На указанный вопрос можно ответить, только имея уже построенную на основе рассматриваемых методов интервальную шкалу. При этом психологические единицы измерения обычно носят условный характер, то есть их отношения с единицами измерения физических стимулов сильно опосредованы формой реагирования на раздражители (особенно в оценочной модификации методов равноделения) и системой обработки и представления эмпирических данных через косвенные частотные показатели. Высказанные соображения вынуждают приблизить интервальные методы к группе косвенных методов. В пользу такого сближения говорит и очевидное сходство рассматриваемых методов с такими косвенными методами, как метод триад и метод равнокажущихся интервалов. Правда, нельзя не заметить и сходства методов равноделения с методом фракционирования — классическим представителем прямого шкалирования.

Указанные обстоятельства заставляют рассматривать интервальные методы как *промежуточную группу* между методами объективного (косвенного) и субъективного (прямого) шкалирования с тяготением к последним. Избежать отмеченных трудностей при поиске места этой группы в общей классификации методов психофизического шкалирования можно, видимо, лишь сменив систему выбранных нами классификационных критериев. Но тогда наверняка возникли бы иные сложности, отражающие специфику иной системы классификационных принципов.

В подтверждение нашего решения о размещении интервальных методов между двумя основными группами способов психофизического шкалирования прибегаем к «ссылке на авторитеты». Хотя каждый из авторов имел в виду отличную от нашей систему классификации методов (чаще всего опирающуюся на уровень получаемых шкал), тем не менее, все они использовали в явном или скрытом виде понятия прямого и косвенного шкалирования.

А. Пьерон помещает обсуждаемые методы в одну группу с методами построения шкал сравнительных суждений (Терстона), указывая при этом на сходство получаемых результатов со шкалами накоплений, и противопоставляет их прямым методам построения шкал отношений (Стивенса) [39. С. 305]. Р. Льюс и Е. Галантер считают, что равноделение можно интерпретировать как частный случай суждений о подобии, где основным экспериментальным методом выступает метод триад. Одновременно они допускают и рассмотрение равноделения как частного случая группировки, где исследовательским инструментом служат категориальные методы [23. С. 126]. В. И. Лупандин утверждает, что шкалы, построенные методом множественного деления, весьма близки к категориальным шкалам [22. С. 52]. Однако он же обнаружил, что при некоторых условиях субъект, работающий методом бинарного равноделения, может переходить от оценки интервалов к оценке отношений, то есть к сугубо прямой процедуре шкалирования [22. С. 50]. Р. Вудвортс и Г. Шлосберг недвусмысленно относят метод равных сенсорных расстояний к группе прямых методов шкалирования [9. С. 231]. Правда, с этим же методом (точнее с его модификацией множественного равноделения) они отождествляют процедуру Стэнфорда, которая явно обладает признаками категориального метода равнокажущихся интервалов [9. С. 194—195]. Е. К. Гусев также объединяет (но не отождествляет!) интервальные методы и метод равнокажущихся интервалов в группу прямых методов, противопоставляя им группу косвенных методов построения интервальных шкал, куда включает пороговые методы, метод парных сравнений, ранжирования и методы балльных оценок и последовательных интервалов [17. С. 78, рис. 8].

3.3.2. Методы равноделения

В рассматриваемом контексте термин «равноделение» фиксирует четыре главных момента. Во-первых, делению на части подвергается некоторый континуум (сенсорных стимулов, их признаков, вызываемых ими ощущений), следовательно, эти части предстают в виде интервалов на данном континууме (ряду, оси). Во-вторых, рассматриваемый континуум непрерывен, значит получаемые интервалы образуют непрерывную последовательность без разрывов. В-третьих, все части (интервалы) должны быть одинаковы по величине (в данном случае, по величине сенсорного аффекта). И наконец, область континуума, подвергающаяся равноделению, в процессе этого деления не может изменяться, то есть исходный диапазон имеет строгие границы.

Метод бинарного равноделения.

Честь изобретения метода принадлежит Дж. Плато, который применил его в 1850 г. в ставшем хрестоматийным эксперименте по воссозданию серого цвета как среднего между белым и черным [67]. Процессуально метод существует в двух модификациях: *оценка интервалов* и *установка интервалов*.

Оценка интервалов может быть реализована несколькими способами. Чаще других применяются следующие.

Эксперту предъявляется серия из трех стимулов А, Х, В. Первый (минимальный) и третий (максимальный) стимулы фиксированы, а промежуточный стимул Х — переменный. Все три стимула могут предъявляться одновременно (если это возможно) или последовательно. Стимулы в триаде могут располагаться как в прямой (во времени и пространстве) последовательности $A > X > B$, так и в обратной $B > X > A$. Переменный стимул в серии предъявляется в случайном порядке. Иногда в целях экономии времени возможно разовое экспонирование стимулов А и В в одной серии, с последующим предложением только меняющегося стимула Х, то есть испытуемый продолжает работать с мысленными эталонами. Особенно это выгодно, когда в качестве таких опорных стимулов выступают устоявшиеся в жизненном опыте представления (например, вертикаль, горизонталь, круг, квадрат и т. п.).

Перед испытуемым могут ставиться две задачи. Первая: отличать только те значения стимула Х, которые расположены, по его мнению, строго посередине между А и В, остальные значения игнорировать и пропускать. Назовем этот вариант *однокатегориальным оцениванием*. Вторая задача заключается в оценивании расположения всех переменных стимулов в диапазоне $A \div B$. В этом случае испытуемый должен указать, где находится сравниваемый стимул: выше или ниже точки равноделения, или совпадает с ней. Этот вариант назовем *трехкатегориальным оцениванием*. Выражение оценок может быть вербальным («больше–равно–меньше», «выше–одинаково–ниже», «плюс–ноль–минус» и т. д.), графическим (метки на соответствующей линии, математические символы и проч.), двигательным (условные жесты, нажатие соответствующих сигнальных кнопок и др.). В принципе, как увидим ниже, возможен и *двухкатегориальный* вариант. Несмотря на разницу в инструктивных задачах и разнообразие процедурных особенностей, испытуемый, работая данным методом, решает всегда одну психологическую задачу, а именно, задачу сравнения между собой двух стимульных интервалов: $(B - X)$ и $(X - A)$.

Обработка экспериментальных данных заключается в нахождении точки равноделения, с помощью которой строится окончательная психофизическая шкала с размахом, равным исходному диапазону, и с двумя последовательными соразмерными «шагами». Определение точки равноделения, на первый взгляд, кажется очень простой операцией: вычисление среднего значения по зарегистрированным ответам при однокатегориальной оценочной системе или взятие точки на стимульной оси, соответствующей 50%-ному уровню вероятности на соответствующей психометрической кривой при трехкатегориальной системе оценок. На самом же деле при обработке данных исследователь сталкивается с массой вопросов, вытекающих из необходимости строить психометрические кривые. Эти сложности аналогичны проблемам обработки результатов методом констант при измерении сенсорной чувствительности, которые кратко были освещены выше в соответствующем разделе, а для ознакомления с которыми подробнее отсылаем читателя к работе [29. С. 73-99]. Здесь же ограничимся рекомендациями, оптимизирующими определение точки равноделения.

Вариант однокатегориальных оценок. Возможны два пути. Первый, наиболее простой, был указан. Берется среднеарифметическое значение всех тестовых стимулов, отнесенных испытуемыми к разряду «середина диапазона». Второй, более сложный, но зато более точный. Вычисляются частоты (вероятности) указаний на стимулы Х в качестве точки в середине диапазона. Тестовым стимулам, проигнорированным испытуемыми, присваивается частота 0. По полученным данным строится психометрическая кривая (колоколообразной или пикообразной формы). Медиана этой кривой определяет точку равноделения диапазона.

Вариант трехкатегориальной оценочной системы включает следующие действия: 1) сведение результатов к двухкатегориальной системе по аналогии с упразднением оценок «равно» (или неопределенных ответов) в методе постоянных раздражителей при измерении дифференциальной чувствительности (см. п. 2.2.4 — первичная обработка данных); 2)

определение соответствующих частотных показателей; 3) построение по ним психометрической кривой для какой-либо из оставшихся категорий; 4) нахождение на психометрической кривой точки, характеризуемой частотой 0,5; 5) взятие на стимульной оси значения, соответствующего этой точке. Полученное значение и определяет точку равноделения исследуемого стимульного диапазона. Заметим, что сведение трехкатегориальной системы ответов к двухкатегориальной иногда выгоднее проводить не на стадии обработки результатов, а на стадии эксперимента путем принудительной инструкции, предписывающей испытуемому отказаться от оценок «равно» и давать только разнохарактерные оценки («больше–меньше», «плюс–минус» и т. п.) [29. С. 65-67].

Возможно, именно различиями в обработке данных, а не только процессуальными особенностями определяются расхождения в результатах между одно- и трехкатегориальными вариантами процедуры, что отмечали Р. Льюс и Е. Галантер [23. С. 120].

При использовании второго варианта метода бинарного равноделения, а именно *установки интервалов* испытуемый сам изменяет стимул X до тех пор, пока тот не расположится, по его мнению, строго посередине между стимулами A и B . После многократного повторения этой операции данные обрабатываются точно также, как в случае оценки интервалов при реагировании только на срединные стимулы (однокатегориальные оценки).

Хотя операция «деления пополам» является одной из самых простых психических операций [44. С. 74], теория метода столкнулась с рядом совсем непростых вопросов, исчерпывающие ответы на которые наука еще ждет. Так со времени Дж. Плато стоит вопрос о соотношении точки субъективного равноделения и точки объективной середины диапазона. Собственно, Плато и ряд других ученых именно из-за этого вопроса и ставили свои эксперименты, поскольку, ответив на него, можно было подтвердить или отклонить логарифмический закон Вебера—Фехнера. Действительно, если субъективная точка совпадает не со средним арифметическим, а со средним геометрическим значений крайних точек диапазона, то это будет свидетельствовать о справедливости логарифмического закона. И данные многих исследований это подтвердили. Однако не меньшее число опытов дало иные результаты.

Некоторое прояснение в проблему вносят работы сотрудников Уральского университета [22. С. 45-52]. Они показали, что на метрику получаемых равноделением шкал оказывает влияние ширина исследуемого диапазона: при узких диапазонах психофизические зависимости близки к логарифмическому закону, а при широких отклоняются от него. Не менее важными факторами, влияющими на метрику шкал, оказывается порядок следования стимулов в тройке и неравномерность плотности значений переменных стимулов внутри диапазона. Первый фактор приводит к известному эффекту «психофизического гистерезиса». Суть его заключается в расхождениях местоположения точки равноделения при прямом (увеличение интенсивности) расположении стимулов в триаде и при обратном. Для уменьшения влияния гистерезиса на окончательные результаты рекомендуется либо давать экспозиции в балансе (равное число прямых и обратных предъявлений), либо тестовый стимул давать после двух фиксированных, а не между ними [22. С. 45].

Неравномерная плотность оцениваемых стимулов внутри диапазона приводит к смещению точки равноделения в сторону больших плотностей. Во избежание сильных «асимметричных искажений» [9. С. 195] рекомендуется, во-первых, все переменные стимулы брать одинаковое число раз (что является обычным требованием метода) и, во-вторых, равномерно расположить их на стимульной оси в пределах заданного диапазона. Равномерность эту можно трактовать двояко: либо равноудаленность стимулов на физической оси, либо равноудаленность их на сенсорной оси. В первом случае все просто — значения тестовых стимулов увеличиваются в арифметической прогрессии от минимальной границы диапазона (стимул A) до максимальной (стимул B). Во втором случае обычно апеллируют к

логарифмическому закону Вебера—Фехнера и располагают стимулы в геометрической прогрессии. Учитывая данные последнего времени, видимо, целесообразно по логарифмической закономерности размещать стимулы в малых диапазонах, а в больших — по линейной, то есть в арифметической прогрессии.

Значительное влияние на вид шкалы оказывают вероятность предъявления стимулов и различия в их информативности, что выражается в так называемом «якорном эффекте». Суть его в смещении точки равноделения в сторону «якорей», то есть стимулов либо предъявляемых чаще других, либо на которые специально обращается внимание испытуемого.

Исследователь, пользующийся методом бинарного равноделения, должен учитывать отмеченную высокую чувствительность к экспериментальным условиям получаемых с его помощью шкал.

Метод множественного равноделения.

Метод предложен в последней трети XIX в. Ж. Дельбефом [61] в результате усложнения процедуры Плато. Принципиальное отличие от бинарного равноделения состоит в сравнении между собой не двух, а нескольких сенсорных интервалов в пределах заданного стимульного диапазона. Число интервалов обычно не более пяти, чаще четыре, что, похоже, связано с возможностью двойного бинарного деления.

Процедурное разнообразие бинарного равноделения приложимо к данному методу. Однако на выбор конкретного вида процедуры большое влияние оказывают условия эксперимента и, в первую очередь, возможности одновременного предъявления всего набора стимулов и предоставления свободы испытуемому (в пространстве и во времени) при оценке или установке интервалов. Понятно, что эти условия определяются модальностью и субмодальностью (качеством) исследуемых ощущений, экспериментальным оснащением, индивидуальными особенностями испытуемого и прочими факторами, которые должен учитывать экспериментатор, рационализируя свою работу.

Разберем коротко основные возможные варианты. Очевидна нецелесообразность процедуры оценки интервалов (хоть в однокатегориальной, хоть в трехкатегориальной системах). Психологически задача становится непосильной, видимо, даже при четырех интервалах, и испытуемый невольно вынужден переходить к процедуре, сходной с методом равнокажущихся интервалов. Иллюстрацией такого случая являются уже упоминавшиеся эксперименты Стэнфорда, приводимые в [9. С. 194-196]. Попытки заставить испытуемого работать именно в режиме сравнения сенсорных расстояний, а не отнесения к категориям приводят к большим трудозатратам как на стадии эксперимента, так и на стадии обработки эмпирических данных.

Принципиально реализация *оценочной модификации* может проводиться как при одновременном, так и разновременном предъявлении тестовых стимулов X. Экспозиция фиксированных стимулов A и B, ограничивающих заданный диапазон, производится аналогично бинарному равноделению. При одновременном предъявлении переменных стимулов испытуемый, тем не менее, работает с каждым стимулом отдельно, хотя при свободной инструкции для окончательного решения может возвращаться к уже оцененному стимулу, то есть вносить коррективы в свои ответы. Это обстоятельство, похоже, дало повод Р. Вудвортсу и Е. Шлосбергу сравнить множественное деление с методом установки (средней ошибки) [9. С. 200]. Для упрощения процесса опытов и облегчения обработки данных рекомендуется использовать однокатегориальную систему оценок. Например, при трехинтервальном делении указывать, расположен ли данный стимул на расстоянии $1/3$ от стимула A или стимула B, остальные значения переменных раздражителей пропускать. При разновременном предъявлении тестовых стимулов ответы даются единожды, поскольку нет опоры на другие промежуточные раздражители и, следовательно, нет базы для корректировки оценок. Обработка результатов такая же, как при бинарном равноделении.

Установка интервалов целесообразнее оценочной процедуры по следующим причинам.

Большая ясность психологической задачи: испытуемый действительно нацелен на уравнивание интервалов и не сбивается на отнесение стимулов к категориям. Это, в свою очередь, позволяет увеличить число разбиений диапазона, что уточняет метрику получаемой шкалы. К тому же самостоятельная подгонка стимулов позволяет избежать «пустых проб» оценочной процедуры в однокатегориальной модификации, с которой более всего сходна рассматриваемая процедура. А это — экономия времени. Обработка результатов аналогична обработке данных по установке интервалов при бинарном равноделении.

Интересной разновидностью метода является *процедура деления диапазона на два интервала, состоящих в простой пропорции*. В этом случае множественное равноделение дополняется последующим мысленным сложением равных интервалов в заданных пропорциях. Обычно эти пропорции несложны, то есть сенсорный эффект (разница ощущений) одного интервала должен относиться к сенсорному эффекту другого интервала как простые целые числа. Например, 1:2; 2:1; 1:3; 3:1; 2:3; 3:2. Конечно, можно задавать и более сложные соотношения, но это уже будет некая самоцель, не обусловленная потребностями построения надежной психофизической шкалы. Нахождение точки, делящей выбранный стимульный диапазон на интервалы в заданной пропорции, производится так же, как и при простом множественном равноделении.

3.3.3. Методы подбора равных интервалов

Сущность методов заключается в последовательном субъективном сравнении ряда стимульных интервалов с некоторым заданным и выборе равных ему по сенсорному эффекту.

Если сравниваемые с эталоном стимульные Интервалы задаются экспериментатором — это *модификации оценки*, если испытуемый сам подгоняет под заданный интервал разницу в переменных стимулах, то это *модификация установки интервалов*.

Метод подбора бинарного равенства стыкующихся (смежных) интервалов.

При использовании процедуры **оценки интервалов** предъявляется два фиксированных стимула: А и превосходящий его В. После этого подается переменный стимул Х, превосходящий стимул В. Испытуемый должен ответить, равен ли интервал $B \div X$ исходному интервалу $A \div B$. Как

и в предыдущих методах, возможна *однокатегорийная система ответов* («равно») или *трехкатегорийная* («меньше» – «равно» – «больше»). После серии подобных замеров по среднеарифметическому ответов «равно» или по частотным показателям других ответов, определяется положение точки Х, удаленной от стимула В на расстояние, равное по сенсорному эффекту интервалу $A \div B$. Наличие между двумя сравниваемыми интервалами общей точки В отражено в наименовании метода словами «стыкующиеся» или «смежные» интервалы.

Взяв за эталон полученное расстояние $B + X$ и повторив процесс, но с новой серией переменных стимулов Y, превосходящих стимул Х, получим следующую точку равноудаления Y. Выполнив эти операции несколько раз, можно получить несколько субъективно равноудаленных друг от друга точек, по которым легко построить соответствующую шкалу интервалов. Нетрудно заметить сходство этой процедуры с методом е.з.р. — представителем косвенного шкалирования. Естественно, аналогичные процедуры могут выполняться и в обратную сторону—в сторону уменьшения интенсивности стимуляции.

Понятно, что с таким же успехом метод реализуется и через процедуру **установки интервалов**.

Метод подбора бинарного равенства отставленных (несмежных) интервалов.

Отличие от предыдущего метода состоит в отсутствии общей точки между сравниваемыми интервалами, что и зафиксировано в названии: отставленные или несмежные интервалы.

Вариант **оценки интервалов** включает следующий ряд манипуляций. Предъявляется пара стимулов A и B , субъективная разница между которыми принимается за эталон. С эталоном сравниваются разницы между другими стимулами X и Y , значения которых находятся по какому-либо сторону интервалов $A \div B$, то есть если $B > A$, а $Y > X$, то либо $X > B$, либо $Y < A$. При этом тестовый стимул, ближайший к эталонному интервалу (X или Y), фиксируется и изменениям не подлежит, в то время как противоположный тестовый раздражитель принимает различные значения. Наблюдатель либо по однокатегориальной, либо по трехкатегориальной системе оценок дает ответы.

После многократных предъявлений двух пар стимулов (эталонных и тестовых) по описанным выше методикам через среднее или с помощью психометрической кривой определяется точка, отстоящая от зафиксированного тестового стимула на расстоянии, субъективно равном расстоянию $A \div B$. Иными словами, находится интервал $X \div Y$, равный интервалу $A \div B$. Еще проще провести опыты способом **установки интервалов**. Процедура производится по аналогии с предшествующими методами при учете специфики рассматриваемого метода подбора бинарного равенства несмежных интервалов.

К сожалению, использование получаемой шкалы ограничено ее дискретностью. «Отставление», то есть объективная разница между ближайшими друг к другу границами сравниваемых между собой интервалов $A \div B$ и $X \div Y$, предопределяет соответствующий разрыв шкалы по сенсорной оси. Получение нескольких пар подобных равных между собой интервалов положения не спасает, даже если в совокупности все отдельные шкальные отрезки перекроют друг друга. Более того, даже в случае возможности последовательной стыковки этих отрезков по физической оси, благодаря заранее составленной программе ответов, нельзя получить шкалу, непрерывную по психологической оси, так как сравнению и уравниванию подвергались не соседние участки, а «отставленные». В итоге субъективно равными всегда будут только отдельные пары интервалов, никак не сопрягаемые в единую последовательность.

В связи с этим трудно определить области эффективного применения данного метода. Возможно, он полезен при воспроизведении задаваемых психофизических зависимостей.

3.4. Методы субъективного (прямого) шкалирования

3.4.1. Общие сведения о прямых методах

В настоящей главе рассматривается большая группа методов, обособляемая от всех других методов психофизического шкалирования практически всеми исследователями независимо от применяемой ими системы общей классификации измерительных процедур. Многие из авторов предпочитают противопоставлять эти методы остальным на основании уровня (типа) получаемых с их помощью шкал, а именно шкал отношений. Поскольку в фундамент нашей классификации положена несколько иная иерархия критериев деления на группы, то мы эти методы объединяем под основополагающей идеей прямого субъективного шкалирования, базирующейся на утверждении, что человек может количественно оценивать свои ощущения.

Утвердительный оттенок этой идеи определяет более низкий, чем для косвенных методов, уровень дробления на подгруппы внутри всей совокупности прямых методов. Этот уровень — *экспериментально-процедурный* (см. рис. 17).

Для группы косвенных методов эта же основополагающая идея носит отрицающий характер: человек не способен к субъективной количественной оценке своих ощущений. Отсюда появляется необходимость к выдвижению иных фундаментальных идей, открывающих дорогу к измерению сенсорных функций. И эти идеи появляются. Они принципиально отличаются как друг от друга, так и от идеи прямого шкалирования и определяют различия

между соответствующими группами уже не столько на экспериментально-процедурном уровне, сколько на *уровне постановки эмпирической задачи*, а строго говоря, на уровне отображения эмпирических и формальных множеств (см. п. 5.1. первой части пособия). Таким образом, три разные идеи косвенно шкалировались ощущений (через накопление е.з.р., учет вариабельности суждений и сопоставление с временем сенсомоторной реакции) определили три резко отличные друг от друга группы методов. И только уже внутри этих трех групп производится разделение методов на экспериментально-процедурном уровне (см. рис. 16).

Поскольку методы прямого шкалирования сразу же возможно классифицировать на процедурном уровне, постольку процессы оценки и установки стимуляции, упоминавшиеся в предыдущих главах только как модификации конкретных методов, в данном случае рассматриваются как факторы группировки различных методик. Некоторыми исследователями эти факторы принимаются даже за первый уровень классификации прямых методов [22]. Мы же, следуя рекомендациям С. С. Стивенса, внесшего наибольший вклад в развитие прямого шкалирования, принимаем их за второй уровень. На первом уровне выделяются три группы (см. рис. 15): 1) методы определения сенсорных отношений; 2) методы определения сенсорных величин; 3) методы кросс-модального шкалирования. Методы всех трех групп основаны на упоминавшейся идее о прямой субъективной сопоставимости ощущений. Но если в двух первых группах этому сопоставлению подлежат ощущения одной модальности (и качества), то в третьей — разных. Начав свои исследования еще в 30-х гг. прошлого столетия, С. С. Стивенс поставил под сомнение постулаты Фехнера (о невозможности прямой субъективной оценки ощущений и о субъективном равенстве е.з.р.). В итоге интенсивной экспериментальной работы им с другими учеными уже в 40-х гг. были построены конкретные субъективные шкалы для вкуса, зрительных мельканий, яркости, тяжести, громкости, высоты тона, боли, тепла и проч. [44. С. 75]. Далее работа в этом направлении все более расширялась и убыстрялась благодаря стараниям многих исследователей и, в первую очередь, самого С. С. Стивенса (см. сводки шкал в [39, 46]). К настоящему времени трудно подсчитать общее число таких шкал.

Обильный эмпирический материал дал С. С. Стивенсу основание вывести степенную форму основного психофизического закона. Напомним ее:

$$S = K R^n,$$

где S — величина ощущения, R — величина стимула, K — коэффициент условий, n — показатель степени.

Указывая, что еще в XIX в. предпринимались попытки использования степенной функции (Дж. Плато, Ф. Brentano, Д. Гротенфельт), С. С. Стивенс упрекал Г. Фехнера в дискредитации этой идеи и утверждал, что если бы в психофизике еще тогда восторжествовал не логарифмический, а «правильный» степенной закон, то это спасло бы для науки сотню плодотворных лет. Несмотря на всю страсть критики С. С. Стивенсом закона Фехнера, множество эмпирических данных укладывались именно в логарифмическую зависимость. Это требовало объяснений. И С. С. Стивенс выдвинул предположение, которое нашло значительное число сторонников, об отражении этими двумя зависимостями работы разных сенсорных механизмов.

По характеру физиологических процессов, возникающих в результате воздействия раздражителей, он поделил последние (как мы уже знаем из главы о психофизических законах) на два класса: *протетические* {от греч. prothesis — присоединение, прибавление) континуумы (класс I) и *метатетические* {от греч. metathesis — перестановка) континуумы (класс II). Раздражители первой группы, изменяясь, вызывают усиление (или ослабление) возбуждения, сформировавшегося в какой-либо определенной нервной структуре. Процесс возрастания интенсивности ощущения основан здесь на принципе добавления, или аддитивности. Изменение раздражителей второй группы вызывает смену очагов возбуждения в нервной системе, за счет чего также может изменяться интенсивность соответствующих ощущений.

Следовательно, в этом случае включаются не аддитивные сенсорные механизмы, а механизмы замещения. К классу I относятся такие качества ощущений (психологические корреляты свойств физических стимулов), как громкость, яркость, тяжесть и прочие сенсорные ряды. К классу II — высота звука, цветовой тон, слуховая и зрительная локализация (дирекция) и т. п.

С. С. Стивенс отнес действие логарифмического закона на метатетические континуумы, а степенного — на протетические. Хотя прямых опровержений этому не дано и многие ученые склонны согласиться с этим предложением С. С. Стивенса, тем не менее, по замечанию Ю. М. Забродина, в определенном смысле «примирившего» С. С. Стивенса с Г. Фехнером, «спор не решен и поныне» [19. С. 89].

Накапливаемый эмпирический материал все больше и больше демонстрировал разноразличных результатов. Малейшие изменения экспериментальных условий сильно сказывались на характеристиках прямых шкал. Но, как отмечает А. Пьерон, «С. С. Стивенс оставался глух ко всякой критике» и упорно восхищался «удивительной простотой сенсорной метрики» [39. С. 299]. К настоящему времени стало совершенно очевидным, что несмотря на то, что степенная функция вполне приемлема для описания субъективной оценки сенсорных стимулов, параметры этой функции (показатель степени и коэффициенты) очень вариабельны и находятся в сложных зависимостях от массы факторов.

Эти влияющие на получаемые шкалы факторы в первом приближении можно разнести на две группы: объективные и субъективные. Первая группа характеризует организацию стимульного ряда, а вторая — индивидуальные особенности наблюдателей. Конечно, эти факторы сказываются при психофизическом шкалировании и другими методами, на что в соответствующих разделах пособия уже указывалось. Однако в случае прямого шкалирования их влияние усиливается в связи с тем, что суждения испытуемых о своих ощущениях не опосредованы какими-либо допущениями и косвенными процедурами, которые сглаживают и маскируют эти влияния. Сейчас считается бесспорным, что условия экспериментов на прямых шкалах отношений сказываются самым сильным образом. Это обстоятельство следует, пожалуй, рассматривать не как недостаток, а как достоинство прямых методов, поскольку проявляющиеся шкальные эффекты, вызванные взаимодействием различных факторов, адекватно отражают реальность, и их учет позволяет изучать общие психофизические закономерности во всей конкретности их проявлений. На практике учет этих эффектов позволяет прогнозировать поведение субъекта в конкретных ситуациях.

К первой группе упомянутых факторов в качестве основных следует отнести следующие:

- модальность и субмодальность сенсорных стимулов;
- ширина диапазона используемых стимулов;
- пространственно-временные характеристики стимуляции (порядок предъявления, направление изменения сигналов, взаимное расположение эталона и переменного стимулов, расстояние между ними, плотность сигналов на стимульной оси);
- положение эталона на стимульной оси, то есть его величина;
- близость исследуемых участков к абсолютным порогам (вблизи порогов шкалы сильно искажаются);
- вероятность появления стимула;
- диапазон используемых чисел;
- непостоянство (изменение величины) модуля;
- число используемых оценок (типов ответов);
- непостоянство вида ответов (например, смена вербальных ответов на числовые и наоборот).

Желающих глубже познакомиться с проявлениями влияния как объективных, так и субъективных факторов направляем к работам [22, 39].

Специально обращаем внимание читателя на неточность выражений типа «сравнение стимулов», «оценка величины стимула», «установка соотношений стимулов» и т. п. На самом деле при психофизическом измерении все психологические операции производятся не со стимулами, а с величинами ощущений, вызываемых этими стимулами. Однако следуя научной традиции, указанные выражения используются для краткости. Отмеченная тонкость имеет отношение ко всем методам психофизического шкалирования, но при прямом шкалировании об этом особенно важно помнить.

3.4.2. Методы определения сенсорных отношений

Методы характеризуются процедурой сравнения величин ощущений между собой и соответствующего представления этого соотношения в стимуляции. При этом испытуемый либо оценивает соотношение предъявляемых стимулов (оценка отношений), либо, наоборот, подбирает стимулы под заранее заданное соотношение ощущений (установка отношений).

3.4.2.1. Методы оценки отношений

Экспериментатор подает два или несколько стимулов, а испытуемый выражает количественное отношение между их величинами. По способам этого выражения процедура делится на два вида: *метод прямой оценки отношений* и *метод постоянной суммы*.

Метод прямой оценки отношений.

Отношения выражаются в виде простой дроби ($1/2$, $2/3$, $3/2$, $3/4$ и т. д.). Обычно при сравнении за опорный принимается первый в паре (или в последовательности из нескольких) раздражитель.

Иногда при сравнении нескольких стимулов для получения наиболее «чистой» шкалы в качестве такого опорного эталона используется минимальный или максимальный по интенсивности сигнал. И тогда наименьшему присваивается значение 1, а наибольшему — 100. В последнем случае тестовые стимулы удобно оценивать в процентах.

Стимулы предъявляются многократно, и за шкальные значения принимаются усредненные данные. В качестве среднего используется медиана, среднеарифметическое или среднегеометрическое. Что предпочесть, решает экспериментатор в зависимости от условий опытов. Изложенный принцип обработки данных свойственен всем последующим методам.

Если сравниваемые стимулы не охватывают намеченный к исследованию диапазон, то по аналогии с интервальными методами проводится несколько серий замеров с их последующей стыковкой.

Разновидностью рассматриваемого метода является процедура, при которой испытуемый оценивает второй в паре стимул как превышающий, равный или не достигающий половины (трети, четверти и т. д.) величины первого. Этот процесс напоминает процедуры равноделения интервала. Итоговые результаты в данном случае получают аналогичным путем через психометрическую кривую.

Метод постоянной суммы.

Сумме объективных величин двух сравниваемых стимулов экспериментатор ставит в соответствие нечто целое, поддающееся количественному выражению. Например, множество точек на плоскости, отрезок прямой, геометрическую фигуру определенной площади и т. п. Испытуемый выражает оцениваемое им субъективное соотношение предъявленных стимулов путем деления заданного целого на части в соответствующей пропорции. Эту пропорцию можно выразить численно, сопоставив между собой выделенные части. Подобное представление данных фактически есть кросс-модальное отображение шкалируемых признаков. Но в

данном случае интерес представляет не способ фиксации сенсорных отношений, а принцип соотнесения друг с другом шкалируемых стимулов.

В принципе, подобный процесс можно провести и непосредственно с числами, когда за «постоянную сумму» (целое) принимается какое-то конкретное число. Но трудность в этом случае заключается в том, что части этой исходной суммы, как правило, невозможно выразить простыми целыми числами, в сумме дающими исходное значение. Попытки выразить эти части нецелыми числами отвлекает испытуемого от решения основной сенсорной задачи.

3.4.2.2. Методы установки отношений

Экспериментатор подает сигнал и предлагает испытуемому самому подобрать последующие сигналы в заданном отношении к первому. Видно, что эта процедура обратна предыдущей процедуре оценки отношений.

Метод фракционирования.

В настоящее время этот исследовательский прием является одним из наиболее распространенных прямых методов. От испытуемого требуется установить (или выбрать) раздражитель для получения ощущения, оцениваемого им как какая-то часть исходного ощущения, вызываемого стандартным стимулом. Чаще всего предлагается деление пополам, хотя и иные дроби «дают содержательные результаты» [46. С. 73].

Обращаем внимание читателя на недопустимость отождествления процедуры фракционирования, то есть равноделения величины ощущения, с процедурами равноделения интервалов, то есть деления разности ощущений. В первом случае испытуемому предлагается одна исходная субъективная величина, а во втором две. Однако нетрудно заметить, что при фракционировании человек для успешного решения эмпирической задачи должен опираться на представления о нулевом значении исследуемого ощущения и соответствующем ему стимуле, то есть иметь на своей субъективной шкале естественную точку отсчета (истинный нуль).

Метод мультиплицирования (мультипликации).

Этот метод является инвертированным вариантом фракционирования: установка переменного стимула, превышающего исходный по сенсорному эффекту в два, три, четыре и т. д. раза. Удвоение — наиболее распространенный вариант. Впервые был применен Д. Меркелем в 1888 г. [64].

В литературе этот метод часто объединяют с предыдущим под общим наименованием метода фракционирования. Основанием к этому, кроме исторической традиции, может служить и однотипность с математической стороны: обе процедуры можно рассматривать как процесс умножения исходного ощущения, но только с разными коэффициентами. При мультипликации коэффициентами являются целые числа, а при фракционировании — простые дроби. Однако сенсорное умножение признается исследователями более сложной психологической операцией, чем сенсорное деление.

3.4.3. Методы определения сенсорных величин

Методы объединяются процедурой субъективного сравнения переменного стимула с эталоном, которому присваивается определенное число (модуль). Наблюдатель либо по заданному эталону оценивает в числовом выражении тестовые стимулы (*оценка величины*), либо, ориентируясь на эталон, сам подбирает стимулы по заданным числам (*установка величины*).

3.4.3.1. Методы оценки величин

Данные методы ввиду своей простоты получили в практике прямого психофизического шкалирования распространение, пожалуй, даже большее, чем метод фракционирования.

В качестве эталона, которому приписывается определенное численное значение, может выступать любой предшествующий стимул в общем ряду раздражителей, что позволяет строить непрерывную шкалу в любом диапазоне воспринимаемых сенсорной системой стимулов. Этим процедура напоминает метод е.з.р.

Самое важное требование метода, специально оговариваемое в инструкции, — чтобы числовые оценки стимулов были пропорциональны их субъективным величинам. Допускается оценивание любыми положительными числами (как целыми, так и дробными) без ограничения числового ряда. Нулевое значение стимула указывает на отсутствие ощущения.

Процедура применяется в двух вариантах: 1) модуль задает экспериментатор, и тогда она носит наименование **метода оценки величины с заданным модулем**; 2) модуль выбирает сам испытуемый, и тогда процедура называется **методом оценки величины со свободным модулем**. Предъявление переменных стимулов производится, как правило, в случайном порядке.

Положение модуля выбирается обычно в середине стимульного ряда, чтобы одинаково легко было с ним сравнивать как ниже-, так и вышележащие раздражители. Но допускается назначение в качестве модуля также и стимулов в начале или в конце ряда. Число, выбираемое для модуля, должно быть легко запоминаемым и удобным для мысленных математических операций. Чаще других в этом качестве принимаются числа 10 или 100. Тогда вдвое меньшие стимулы будут 5 или 50, а вдвое большие — 20 или 200.

По многим наблюдениям оценка величины дает асимметричное распределение, поэтому рекомендуется в качестве среднего многократных замеров брать медиану, а не среднеарифметическое [46. С. 75].

3.4.3.2. Методы установки величин

Это методы с процедурой, обратной оценке величины. Экспериментатор подает эталон и называет в случайном порядке числа, а испытуемый, опираясь на их соотношение с модулем, подбирает самостоятельно соответствующие стимулы.

Так же, как и в предыдущем случае, процедура принципиально может существовать в двух модификациях: 1) **с заданным модулем** и 2) **со свободным модулем**. Понятно, что во втором случае возникает проблема предварительного ориентировочного согласования выбора испытуемым модульного числа с числами, задаваемыми экспериментаторами. Из-за этого неудобства второй вариант распространения не получил.

В процессе работы следует избегать любых попыток обозначить верх или низ стимульного диапазона. Иначе решаемая психологическая задача становится одной из задач категориального шкалирования.

Именно в этом методе проявляется в наибольшей мере зависимость вида шкалы от значений используемых чисел. Ввиду сложности и многозначности этой зависимости обсудить ее в настоящем пособии не представляется возможным. Интересующимся этим вопросом рекомендуем работу [22].

3.4.4. Методы кросс-модального шкалирования

Первые попытки кросс-модального шкалирования предпринял в конце прошлого столетия Г. Мюнстерберг [66]. Глубокая же проработка и внедрение в научную практику этих методов были начаты С. С. Стивенсом в 1950-е гг. [69]. В настоящее время методы широко применяются в психофизическом шкалировании.

Строго говоря, противопоставление этих методов двум другим группам прямого шкалирования несколько условно, так как принципиально большинство описанных выше процедур вполне можно реализовать с помощью кросс-модального подбора, заменив числовые показатели сенсорными, но другой модальности. Пример этому — основные вариации метода постоянной суммы. Справедлива и обратная ситуация: кросс-модальное шкалирование реализуемо путем оценки и установки как отношений, так и величин стимулов. Численный ряд вообще-то можно рассматривать как аналог сенсорного ряда или даже как специфический сенсорный континуум, на что обращал внимание и сам С. С. Стивенс [70].

Однако главная особенность рассматриваемых методов, а именно, сравнение между собой разномодальных стимулов и, соответственно, разнокачественных ощущений вынуждает выделить эти процедуры в самостоятельную специфическую группу прямых методов. В результате такого сравнения строятся шкалы, отражающие отношения величин физического ряда, задаваемого экспериментатором, к величинам физического ряда, подбираемого испытуемым. Иначе говоря, сенсорные раздражители одной модальности могут быть выражены в единицах измерения раздражителей другой модальности. Понятно, что эти шкалы по типологии допустимых преобразований суть шкалы отношений. Примеры подобных шкал можно найти в работе [39. С. 293].

В случае, когда параметры, входящие в формулы основного психофизического закона (коэффициенты, показатели степени), для одной из сравниваемых модальностей известны, можно вычислить показатели и для другой модальности. Это следует из смысла решаемой при кросс-модальном шкалировании эмпирической задачи: подбор субъективно равных стимулов разных модальностей. Краткое изложение такой теоретической возможности для случаев описания субъективной оценки стимулов степенной и логарифмической функциями приведено в работе [22. С. 77-78].

Какой-либо обоснованной классификации методов кросс-модального шкалирования в отечественной литературе пока нет. В работе [6] дается намек на выделение двух групп: кросс-модальное уравнивание и кросс-модальное шкалирование отношений. Обычно же просто делаются ссылки на конкретные эксперименты.

С целью методического упорядочивания данного раздела субъективного шкалирования предлагается в основу группировки кросс-модальных методов положить соотносимые между собой показатели двух стимульных рядов. Таких показателей может быть три: 1) абсолютные величины отдельных стимулов из каждого ряда, уравниваемые попарно; 2) разности между парами стимулов на каждом физическом континууме, уравниваемые между собой, и 3) соотношения между стимулами одной модальности, уравниваемые с пропорциями между стимулами другой модальности. Соответственно, в первом случае речь идет о *методах кросс-модального уравнивания абсолютных величин стимулов*, во втором — о *методах кросс-модального уравнивания стимульных интервалов*, а в третьем — о *методах кросс-модального уравнивания стимульных отношений*. В дальнейшем для краткости воспользуемся выражениями: кросс-модальное шкалирование величин, интервалов и отношений.

Кросс-модальное шкалирование величин.

Наблюдатель в ответ на предъявленный конкретный стимул воспроизводит равный ему по интенсивности ощущения стимул другой модальности. Например, каждому звуку определенной громкости он подбирает световой раздражитель, такой же по силе ощущения яркости. Именно эту процедуру К. В. Бардин и Ю. М. Забродин называют кросс-модальным уравниванием [6. С.

111].

Психологический механизм такого уравнивания, видимо, связан с наличием у человека набора субъективных сенсорных шкал различных модальностей. Ограничиваются эти шкалы представлениями о нижнем и верхнем порогах соответствующих сенсорных функций. Каждый конкретный стимул вызывает ощущение, величина которого соотносится испытуемым со всей его внутренней шкалой данной модальности. Найдя положение этого ощущения в сенсорном ряду, испытуемый сравнивает эти данные с такими же данными для другого субъективного континуума. На основании полученной информации он корректирует стимуляцию до тех пор, пока не добьется равноположения величины каждого из ощущений на «своих» шкалах.

Наглядно это можно представить в виде двух параллельных вертикальных отрезков, изображавших две «внутренние» сенсорные шкалы эксперта. Скажем, для яркости по зрительной модальности и громкости по слуховой. По каждому из этих субъективных отрезков «перемещается» метка (риска). Для получения равного сенсорного эффекта в каждом ряду необходимо метки разместить равноположно. Если первый стимул вызвал ощущение яркости, по величине соответствующее середине (первой трети, третьей четверти и т. д.) его субъективной шкалы для зрительной модальности, то и второй стимул должен вызвать ощущение громкости, величина которого располагается в середине (трети, третьей четверти) шкалы, но уже для слуховой модальности. Таким образом, попеременно производится сравнение положений меток по вертикали (на соответствующих сенсорных шкалах) и по горизонтали (между собой).

Повторив многократно опыты для каждой величины стимула и усреднив результаты по описанным выше методикам (через среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиану или с помощью психометрической кривой), получают соответствующую кросс-модальную шкалу. Данный метод целесообразно проводить с помощью **процедуры установки**, как менее трудоемкой по сравнению с **процедурой оценки величины**.

При кросс-модальном шкалировании величин на результирующую функцию оказывают влияние все факторы, которые упоминались в преамбуле к данной главе (см. п. 3.4.1). Внимание обратим только на специфическое проявление одного из них, а именно, взаимного расположения сравниваемых стимульных рядов. Это влияние, называемое «эффектом регрессии», характерно и для предыдущих групп методов, но поскольку здесь мы имеем дело не с числовым рядом, а с сенсорным рядом другой модальности, то этот эффект представляет особый интерес. Суть его заключается в том, что стимульный ряд, подбираемый испытуемым по отношению к заданному стимулу другой модальности, имеет тенденцию укорачиваться, а величина экспоненты (в формуле Стивенса) — соответственно возрастать. Для нивелирования этой систематической ошибки рекомендуется опорный и сравниваемый стимульные ряды менять местами, то есть давать прямое и обратное предъявление.

Кросс-модальное шкалирование интервалов.

Эксперту подается пара стимулов одной модальности. Оценив их разницу, он должен подобрать такую же по сенсорному эффекту разницу между парой стимулов другой модальности. В нашем примере разницу по яркости между двумя световыми раздражителями испытуемый должен уравнивать с разницей по громкости между двумя предъявленными звуковыми сигналами. Выстроив последовательный ряд таких интервалов, получают непрерывную шкалу в заданных стимульных диапазонах. Так же, как при шкалировании величины, здесь уместнее **процедура установки**, чем **оценки**.

Психологический механизм в данном случае принципиальных отличий от предыдущего метода не имеет. Действительно, сравнение здесь производится также по «вертикали» (между стимулами одной модальности) и по «горизонтали» (между двумя разномодальными интервалами). Правда, в данном случае испытуемому вовсе не обязательно иметь представление о всей «внутренней» шкале, а достаточно удерживать в своем субъективном пространстве только некоторые ее диапазоны, соответствующие предъявляемым и подбираемым стимулам.

Уравнивание по разности ощущений может с успехом происходить и для разнорасположенных участков: например, интервал первой модальности находится в начале стимульного ряда, а интервал второй модальности — в конце соответствующего ряда. Конечно, в этих случаях могут возникать непредвиденные и неизученные еще шкальные эффекты, но это уже разговор на другую тему.

Справедливости ради надо заметить, что литературных данных о рассматриваемом способе кросс-модального шкалирования мы не имеем. Поэтому предлагается рассматривать его как потенциальный вариант, ждущий своих исследователей.

Кросс-модальное шкалирование отношений.

Задав пару (или ряд) стимулов одной модальности, экспериментатор просит испытуемого подобрать пару (или ряд) стимулов другой модальности в той же по сенсорному эффекту пропорции. Нетрудно заметить сильное сходство с методом прямой оценки отношений (см. п. 3.4.2.1). Разница лишь в способах выражения предъявленных в исходной стимуляции пропорций: числовое выражение заменено на стимульное. Подбор этого стимульного выражения выгоднее проводить путем установки стимуляции самим испытуемым, нежели способом оценки. О том же, что метод «постоянной суммы» фактически есть метод кросс-модального шкалирования отношений, уже говорилось выше.

Так же, как при кросс-модальном шкалировании интервалов, здесь не встает проблема рядоположности (или равноположности) диапазонов на стимульных осях разных модальностей. Все сказанное там справедливо и для кросс-модального шкалирования отношений. Фокусируется это в вопросе выбора исходной точки на сопоставляемом стимульном ряду. Обычно это является прерогативой экспериментатора, руководствующегося целями исследования. Единственно, что необходимо добавить, так это то, что в данном случае, как вообще при построении шкал отношений, испытуемый для успешного решения эмпирической задачи должен опираться на представление о нулевых значениях исследуемых ощущений и соответствующих им стимулах.

Обработка результатов здесь аналогична предыдущим вариантам: через усредненные величины строится пропорциональная шкала.

3.5. Заключение к обзору методов психофизического шкалирования

Представленный обзор методов психофизического шкалирования преследовал три главных цели: 1) познакомить читателя с основными конкретными приемами психофизических измерений; 2) дать целостное представление о всей совокупности этих приемов и 3) продемонстрировать гибкость и изменчивость шкал, их зависимость от методов исследования и конкретных условий.

Автор надеется, что ему удалось достичь всех поставленных целей. Выполненная сводка методов вобрала в себя большую часть доступной на русском языке литературы, унифицировала терминологию и согласовала позиции разных источников. Анализу подверглись около трех десятков конкретных методов шкалирования, многие из которых представлены не в одной модификации.

Что касается третьей задачи, то автор стремился показать, что каждый метод в отдельности и какая-либо их совокупность дают представление как об основных психофизических тенденциях, характерных для широкого спектра психических явлений, так и об отдельных сторонах и частных эффектах целостного процесса восприятия.

Наиболее сложным оказался второй пункт программы. В качестве комментария к его выполнению приведем высказывание великого психофизика С. С. Стивенса: «Я уверен, что во многих психологических исследованиях царит еще больший терминологический хаос, чем в наименованиях психофизических методов и, к сожалению, не вижу радикального средства,

которое бы позволило избавиться от великого множества определений при разработке этих методов. Лучшее, что мы можем сделать — это время от времени вносить некоторую систематизацию» [46. С. 72-73].

ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ II

1. *Ананьев Б. Г.* О методах современной психологии // Психодиагностические методы: в комплексном лонгитюдном исследовании студентов. Л., 1976.
2. *Ананьев Б. Г.* О проблемах современного человекознания. М., 1977.
3. *Асташенко А. А.* Моделирование обнаружения сигнала в современных психофизических теориях // Сенсорные и сенсомоторные процессы / Под ред. Б. Ф. Ломова. М., 1972.
4. *Бардин К. В.* Метод средней ошибки // Проблемы психофизики. М., 1974. С.107-148.
5. *Бардин К. В.* Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М., 1976.
6. *Бардин К. В., Забродин Ю. М.* Проблемы сенсорной психофизики // Познавательные процессы: ощущения, восприятие. М., 1982. С. 89-118.
7. *Бардин К. В., Индлин Ю. А.* Начала субъектной психофизики. Ч. 1,2. М., 1993.
8. *Бочкова О. И., Двоеглазова Л. В.* Способность к различению и метод оценки стимула // Вопросы сенсорного восприятия. Свердловск, 1987. С.146-149.
9. *Вудвортс Р., Шлосберг Г.* Психофизика II. Методы шкалирования // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974. С. 174-228.
10. *Гусев Е. К.* Бинарная рецепсиография (новый метод измерения сенсорной эффективности стимулов) // Тезисы научных сообщений советских психологов к XXI Международному психологическому конгрессу. М., 1976. С. 97-101; // Нервная система. Вып. 14. Л., 1974. С. 107-113.
11. *Гусев Е. К.* Зависимость дифференциального порога громкости от интервала между стимулами при предъявлении к обоим ушам // Нервная система. Вып. 7. Л., 1966. С. 151-160.
12. *Гусев Е. К.* К вопросу о механизмах временной ошибки измерения дифференциального порога // XXV совещание по проблемам ВНД памяти И. П. Павлова. Вып. 2. М., 1977. С. 40.
13. *Гусев Е. К.* Количественная характеристика центральной слуховой маскировки // Психологический журнал. 1982. Т. 3. № 3. С. 70-83.
14. *Гусев Е. К.* Микроинтервальный анализ бинаурального слуха // Вопросы психологии. 1969. № 6. С. 36-48.
15. *Гусев Е. К.* Сопоставление границ // Экспериментальная и прикладная психология. Проблемы общей и инженерной психологии. Вып. 7. Л., 1976. С. 9-15.
16. *Гусев Е. К., Никандров В. В.* Психофизика. Часть II. Психофизическое шкалирование. Л., 1985.
17. *Гусев Е. К., Никандров В. В.* Психофизика. Л., 1987.
18. *Дэвид Г.* Метод парных сравнений. М., 1978.
19. *Забродин Ю. М., Лебедев А. Н.* Психофизиология и психофизика. М., 1977.
20. *Забродин Ю. М., Шпагонова Н. Г.* Взаимосвязь показателей различных психофизических методов // Психологический журнал. 1988. Т. 9. № 5. С. 129-136.
21. *Клигер С. А., Косолапов М. С., Телешова Ю. Н.* Шкалирование при сборе и анализе социологической информации. М., 1978.
22. *Лунаидин В. И.* Психофизическое шкалирование. Свердловск, 1989.
23. *Льюс Р., Галантер Е.* Психофизические шкалы // Психофизические измерения. М., 1967. С. 111-195.
24. *Матвеева А. В.* Опыт применения вызванных потенциалов в психофизическом исследовании // Психофизические исследования восприятия и памяти. М., 1981. С. 118-139.
25. *Михалевская М. Б.* Метод объективной сенсометрии. Объективная сенсометрия по вазомоторным реакциям кровеносной системы // Психофизические исследования. М.,

1977. С. 149-189.

26. Михалевская М. Б. Объективная сенсометрия по реакциям блокады альфа-ритма // Психофизические исследования восприятия и памяти. М., 1981. С. 92-117.
27. Михалевская М. Б. Порог и пороговая зона // Сенсорные и сенсомоторные процессы. М., 1973. С. 54-60.
28. Михалевская М. Б., Скотникова И. Г. Метод подравнивания: зависимость меры чувствительности от сенсорной задачи // Вестн. Московского ун-та. 1978. № 1. С. 46-56.
29. Никандров В. В. Классические методы психофизики. СПб., 1991. С. 20.
30. Никандров В. В. Наблюдение и эксперимент в психологии. СПб., 2001.
31. Никандров В. В. Неэмпирические методы психологии. СПб., 2003.
32. Никандров В. В. Психомоторика человека. СПб., 2004.
33. Никандров В. В. Специфика опознавания звездного неба в условиях космического полета. ВИНТИ, 1992. Инв. № 985.
34. Никандров В. В. Экспериментальная психология. СПб., 2003. С. 23.
35. Никандров В. В., Волчек О. Д. Ранжирование созвездий небесной сферы по успешности опознавания. ВИНТИ, инв. № 1974. С. 91.
36. Основы сенсорной физиологии / Под ред. Р. Шмидта. М., 1987.
37. Прогноз речевой деятельности. М., 1974.
38. Процесс социального исследования. М., 1975.
39. Пьерон А. Психофизика // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. Вып. I-II. М., 1966. С. 241-313.
40. Решлен М. Измерение в психологии // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. Вып. I-II. М., 1966. С. 195-238.
41. Рутман Э. М. Возможности применения усредненных вызванных потенциалов в психофизике // Проблемы психофизики. М., 1974. С. 65-106.
42. Скотникова И. Г. Стратегии испытуемых в методе средней ошибки и результаты исполнения // Психофизические исследования восприятия и памяти. М., 1981. С. 199-206.
43. Статистическое измерение качественных характеристик. М., 1972.
44. Стивенс С. С. Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология. Т. 1. М., 1960. С. 19-89.
45. Стивенс С. С. Существует ли квантовый порог? // Теория связи в сенсорных системах. М., 1964. С. 493-495.
46. Суппес Д., Зинес Дж. Основы теории измерений // Психологические измерения. М., 1967. С. 9-110.
47. Суходольский Г. В. Основы математической статистики для психологов, Л., 1972.
48. Терстон Л. Л. Психофизический анализ // Проблемы и методы психофизики (хрестоматия). М., 1974. С. 33-55.
49. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М., 1964.
50. Хиган Дж. Теория обнаружения сигналов и анализ рабочих характеристик. М., 1983.
51. Худяков А. И., Зарочетцев К. Д. Обобщенный образ как предмет психофизики. СПб., 2000.
52. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. М., 1981.
53. Челпанов Г. И. Введение в экспериментальную психологию. М., 1915; 1918.
54. Шошоль Р. Время реакции // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. Вып. I—II. М., 1966. С. 314-374.
55. Шпагонова Н. Г. Сравнительное исследование психофизических методов при различении длительности световых стимулов // Психологический журнал. 1986. Т. 7. № 6. С. 122-126.
56. Энген Т. Психофизика-I. Различение и обнаружение // Проблемы и методы психофизики. М., 1974. С. 103-173.
57. *Bekesy G. Experiments in hearing. N.Y., 1960.*

58. *Blackwell H. R.* Psychophysical thresholds: experimental studies of methods of measurement // University of Michigan: Engineering Research Institute. Bulletin №36. 1953.
59. *Cattell J. Mck.* The time of perception as a measure of differences in intensity // Philos. Stud. 1902. Vol. 19. P. 63-68.
60. *Cohn J.* Experimentelle Untersuchungen uber die Gefiihlsbetonungen der Farben, Hellig-Ketein und ihrer Kombinationen // Philos. Stud. 1894. Vol. 10. S. 562-603.
61. *Delbeuf J.* Etude psychologique. Recherches theoretiques et experimentales sur la mesure des senlummr et fatigue. Brassel, 1873.
62. *Fechner. G. T.* Elemente der Psychophysic. Leipzig, 1860; 2 Aufl. Leipzig, 1889; 3 Aufl. Leipzig, 1907.
63. *Gilford J.* Psychometric methods. N. Y., 1936.
64. *Merkel J.* Die AbhangigkeitzwischenReis und Empfmdung//Philos. Stud. 1888. № 14. P. 494-541; 1889. № 5. P. 245-291.
65. *Midler G.* Zur Grundlegung der Psychophysik. Berlin, 1878.
66. *Milnsterberg H.* Bcitrage zur experimenttellcn Psychologic. Freiburg, 1890.
67. *Plateau J.* Sur la mesure des sensations physiques et sur la loi qui lie l'intensite de ces sensations a l'intensite de la cause existente // Bull. A ad. Rog. Sci. Belg. 1872. T. 33. P. 376-388.
68. *Saffir M.* A comparative study of scales constructed by three psychophysical methods//Psychometrica. 1937. P. 179-198.
69. *Stevens S. S.* Cross-modality validation of subjective scales for loudness, vibration and electric shock // J. Exp. Psychol. 1959. Vol. 57. № 4. P. 201-209.
70. *Stevens S. S.* Sensory scales of taste intensity // Percept a. Psychophys. 1969. Vol. 6(5). P. 302-308.
71. *Stevens S, Morgan C., Volkman J.* Theory of the neural quantum in the discrimination of loudness and pitch // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54.
72. *Tanner W., Swets J.* A decision-making theory of visual detection // Psychological Review. 1954. Vol. 61.
73. *Thurstone L. L.* A law of comparative jugdgment // Psychol. Rev. 1927. Vol. 34. P. 273-286.
74. *Thurstone L. L., Chave E. J.* The measurement of attitudes. Chicago, 1929.
75. *Torgerson W. S.* Theory and methods of scaling. N.Y., 1958.
76. *Urban F.* The method of constant stimuli and its generalisations // Psychol. Rev. 1910. Vol. 17.