

ГЛАВА 2

Психофизика

Теперь мы уже знаем, что физическая энергия из окружающей среды трансформируется, или конвертируется, в электрохимические импульсы, которые воздействуют на нервную систему, вследствие чего и возникают такие психологические явления, как ощущение и восприятие. В данной главе мы продолжим анализ этого процесса и представим читателям такой важный инструмент изучения ощущения и восприятия, как психофизика. Психофизика — это наука о количественных зависимостях между внешней стимуляцией (физическим параметром) и ощущением (психологическим параметром).

Мы рассмотрим некоторые фундаментальные достижения и проблемы психофизики, такие, например, как обнаружение очень слабых сигналов, или пороговые уровни стимуляции. Например, насколько тихим может быть звук, чтобы его услышать? Насколько слабым — прикосновение, чтобы его почувствовать? Насколько тонким — запах, чтобы его уловить? Насколько приглушенным — свет, чтобы его увидеть? В общем виде вопрос, связанный с обнаружением, или порогом, звучит так: какое минимальное количество энергии способно с помощью данной сенсорной системы вызвать ощущение? С ним непосредственно связан и другой психофизический вопрос о дифференциальном пороге (пороге различения), или о минимальной разнице в интенсивности сигналов: какова минимальная разница между стимулами, которая может быть обнаружена? Чтобы ответить на этот вопрос, мы познакомимся с традиционными психофизическими методами. Мы также рассмотрим и альтернативный подход, известный под названием теория обнаружения сигнала (ТОС), который подвергает сомнению саму идею порога чувствительности, и обсудим возможные перцептивные последствия сублиминального восприятия.

В данной главе будут также обсуждены способы количественной оценки (ощущения) сенсорного опыта и предпринята попытка ответить на принципиальный вопрос психофизики: как изменение внешней стимуляции влияет на ощущение или восприятие? Иными словами, как изменяется ощущение или восприятие при изменении физического параметра и как эти изменения связаны между собой? Нетрудно представить себе, что эта связь отнюдь не проста. Задумайтесь о тех проблемах, которые стоят перед психофизикой. Несмотря на то что характерные признаки внешней среды — звуки, свет, химическую энергию и давление — можно легко измерить и оценить количественно, ощущение и восприятие носят личный характер, они невидимы и трудно поддаются измерению. Однако, как станет ясно

из дальнейшего изложения, некоторые приемы и методы психофизики позволили установить связь между внешней средой и ее психологическими эффектами.

Многие дискуссионные вопросы и проблемы психофизики принадлежат к числу старейших в психологии. Исторически количественная оценка сенсорного опыта нередко была связана с такими принципиальными психофизическими вопросами, как природа и смысл сознательного опыта или извечная загадка взаимосвязи души и тела (в общем смысле известная как проблема душа—тело). Несмотря на то что эти дискуссионные вопросы выходят за рамки наших конкретных интересов, не вызывает сомнения, что предмет изучения психофизики имеет исключительно важное значение для понимания природы ощущений и восприятия. Причина этого заключается в том, что психофизика пытается связать изменения в нашем внутреннем ментальном опыте — ощущении и восприятии — с изменениями, происходящими в окружающей среде, и оценить эту связь количественно. В начале главы мы расскажем о распознавании (обнаружении) сигнала и измерении порога.

Обнаружение сигнала и абсолютный порог

Фундаментальной экспериментальной проблемой, которую приходится решать при изучении взаимосвязи некоторых особенностей внешних раздражителей и сенсорного опыта, является обнаружение слабых сигналов. Какой должна быть минимальная интенсивность сигнала, чтобы его можно было обнаружить? Иными словами, сколь интенсивным должен быть раздражитель, чтобы наблюдатель смог надежно отличить его присутствие от его отсутствия? Понятно, что ни один организм не способен реагировать на все проявления разных форм физической энергии во всем их возможном диапазоне (многообразии). Чтобы вызвать нейронную активность, необходимую для появления ощущения, потенциальный сигнал должен быть достаточно интенсивным (и продолжительным).

Таблица 2.1

Порог чувствительности. Некоторые примерные значения

Ощущение	Порог обнаружения
Зрение	Пламя свечи, видимое в темную, ясную ночь на расстоянии 30 миль ¹
Слух	Тиканье часов в тишине на расстоянии 20 футов ²
Вкус	Одна чайная ложка сахара на два галлона (около 7,6 л) воды
Запах	Одна капля духов в воздухе, заполняющем трехкомнатную квартиру
Прикосновение	Крыло пчелы, упавшее на спину с высоты 0,4 дюйма ³

Примечание: эти значения порогов приведены только в качестве иллюстраций прежде всего для того, чтобы продемонстрировать исключительную чувствительность человека к очень слабым внешним раздражителям. Некоторые из приведенных данных основаны на экстраполяции и на допущениях, приемлемых исключительно для идеальных условий, и их очень трудно проверить или воспроизвести. Задумайтесь, например, о такой житейской проблеме, как поиск тикающих часов. *Источник:* Galanter (1962).

¹ 1 миля — 1,609 км.

² 1 фут — 0,3048 м.

³ 1 дюйм — 2,54 см.

Минимальный стимул (сигнал), который возможно обнаружить, называется **абсолютным порогом**, или **абсолютным лименом** (*limen* по-латыни означает «порог»). Как правило, пороговые значения раздражителей соответствуют примерно предельному уровню абсолютной чувствительности организма. Если стимул слишком слаб и не вызывает надежной ответной реакции, то его называют **подпороговым**, или **субпороговым**. Стимул, интенсивность которого превосходит пороговое значение, называется **надпороговым**. Некоторые приблизительные пороговые значения представлены в табл. 2.1 (однако они приводятся в такой форме, что их не следует воспринимать слишком серьезно). Более детальная и точная информация для некоторых ощущений будет представлена в соответствующих главах. Совершенно очевидно, что разным изученным сенсорным системам свойственны разные минимально различимые стимулы, абсолютные величины которых зависят как от условий стимуляции, так и от индивидуальных особенностей наблюдателей.

Само понятие абсолютного порога предполагает наличие точного значения, или определенной точки на шкале интенсивности энергии, при достижении которого(ой) стимул сразу же становится воспринимаемым, и наблюдатель отвечает: «Да, я принял сигнал». Следовательно, сигнал, интенсивность которого на одну единицу меньше, не будет распознан. Если это утверждение справедливо, то связь между абсолютным порогом и интенсивностью стимула может быть выражена некой гипотетической кривой, представленной на рис. 2.1.

Этот рисунок показывает, что наблюдатель начнет воспринимать стимул только после того, как интенсивность последнего достигнет определенного уровня (на рисунке это четыре единицы); сигналы, уровень интенсивности которых равен четырем единицам или превышает их, будут распознаваться всегда. Так, при определении слухового порога звук либо будет слышен, либо будет полная тишина. Однако такое случается редко. Результаты лабораторных исследований чаще описываются S-образными кривыми, такими, например, как кривая, представленная на рис. 2.2, что заставляет предположить отсутствие зафиксированной, или абсолютной, величины (интенсивности) стимула, отделяющей уровни интенсивности,

Рис. 2.1. Гипотетическая кривая, иллюстрирующая зависимость абсолютного порога от интенсивности стимула

На ординате отложено количество эпизодов (в процентах), в которых наблюдатель принял сигнал и ответил «Да». Как следует из рисунка, пороговая величина равна четырем единицам измерения стимула. Теоретически стимулы, интенсивность которых менее четырех единиц, не распознаются, а сигналы, интенсивность которых равна четырем единицам или более, воспринимаются в 100 % случаев



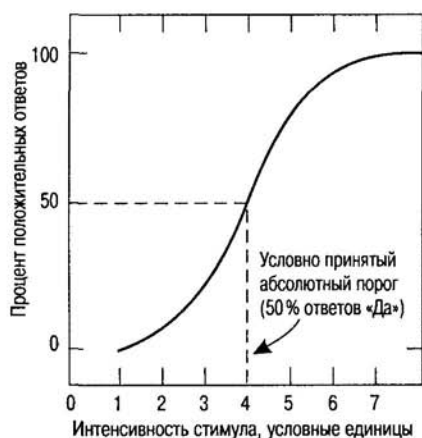


Рис. 2.2. Типичная эмпирическая пороговая функция
Для удобства абсолютный порог определен как интенсивность, при которой стимул распознается в 50 % случаев

которые никогда не вызывают ответной реакции, от тех, которые всегда вызывают ее. (Более подробно этот вопрос будет рассмотрен в следующем подразделе.)

В качестве способа аппроксимации порогового значения психологи воспользовались статистикой. Для удобства принято, что абсолютный порог соответствует такой интенсивности или величине стимула, которая в ходе экспериментов дает 50 % положительных ответов, т. е. некой конкретной величине, распознаваемой в 50 % случаев. Определенное таким образом пороговое значение выделено на рис. 2.2 штриховыми линиями.

Психофизические методы

Методы, традиционно используемые при определении абсолютного порога, были разработаны Густавом Теодором Фехнером (1801–1887), физиком и философом, который считается основоположником психофизики. Основным научным интересом Фехнера было изучение взаимосвязи между физической стимуляцией и ментальным опытом (сенсорной реакцией на нее). Чтобы изучить проблему распознавания сигналов, он разработал ряд методов количественной оценки абсолютного порога (свои результаты Фехнер изложил в работе «Элементы психофизики», опубликованной в 1860 г.).

Метод границ (метод минимального изменения). Одним из простейших методов является метод, названный **методом границ**, или **методом минимального изменения**. Например, чтобы определить абсолютный порог обнаружения света, мы можем начать с достаточно яркого, наверняка воспринимаемого испытуемым света (сигнала) и затем постепенно, каждый раз на определенную величину уменьшать его интенсивность с помощью реостата до тех пор, пока испытуемый не скажет, что свет больше не виден. Затем мы регистрируем этот уровень интенсивности и продолжаем эксперимент, используя тот же реостат, но теперь уже постепенно увеличивая интенсивность света до тех пор, пока наблюдатель не скажет, что свет виден. После нескольких серий опытов по *уменьшению* и *увеличению* интенсивности света рассчитывается средняя интенсивность, соответствующая точке перехода от невоспринимаемого света к воспринимаемому. Иными словами, мы определяем чис-

ленное значение абсолютного порога, полагая его равным средней интенсивности сигналов, соответствующих тем моментам, когда наблюдатель достигает «предела» или когда его ответ служит отправной точкой для уменьшения или увеличения интенсивности света. Эта средняя величина является статистически определенным значением порога для данного наблюдателя при стандартных условиях тестирования. Пример использования метода границ представлен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Применение метода границ для определения порога обнаружения
визуального сигнала**

Интенсивность света, условные единицы	Ответ наблюдателя					
	Серии					
	1	2	3	4	5	6
10	Да					
9	Да		Да			
8	Да	Да	Да		Да	
7	Да	Нет	Да	Да	Да	Да
6	Нет	Нет	Да	Нет	Да	Нет
5		Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
4				Нет		Нет
3						Нет
2						
1						
Предельное значение	6,5	7,5	5,5	6,5	5,5	6,5

Примечание: в таблице представлены результаты трех серий опытов, в которых сигнал уменьшался, и результаты трех серий опытов, в которых он возрастал. Ответ «Да» означает, что в данном опыте сигнал был обнаружен, ответ «Нет» свидетельствует о том, что он не был обнаружен. Цифры в нижней строке — предельное значение интенсивности сигнала в данной серии, при которой происходит переход от обнаружения к необнаружению и наоборот. Типичным для данного метода является некоторое изменение предельного значения от серии к серии, которое в данном примере колеблется от 5,5 до 7,5. Пороговое значение определяется как среднее арифметическое значений, найденных в каждой серии, т. е. $(6,5 + 7,5 + 5,5 + 6,5 + 5,5 + 6,5)/6 = 6,333$. Следовательно, порог обнаружения света равен 6,333 единицы освещенности.

Будучи весьма полезным, метод границ, однако, может быть источником разного рода предвзятости (необъективности, субъективных оценок) и ошибок. Одним из недостатков этого простого по исполнению метода является то, что, как правило, изменение интенсивности стимула (увеличение или уменьшение) происходит упорядоченно и ритмично. А это значит, что после серии опытов равномерные изменения интенсивности стимула в известной мере становятся для наблюдателя предсказуемыми. Следовательно, ожидания наблюдателя, связанные с тем, что каждый последующий стимул становится более интенсивным или менее интенсивным, могут сделать его ответ необъективным. Вторым источником необъективности может стать ошибка, связанная с *привыканием*, тенденция продолжать отвечать «Да» в опытах с уменьшением интенсивности и «Нет» в опытах с ее уве-

личением. Иными словами, наблюдатели дают одни и те же ответы в последовательно проводимых опытах данной серии, потому что они «привыкают» к определенному ответу и продолжают отвечать именно так даже тогда, когда порог уже достигнут. Чтобы исключить и этот, и аналогичные ему источники необъективности и ошибок, сейчас широко используют модификации метода границ. В соответствии с одной из них, называемой *методом лестницы* (*staircase method*) (Cornsweet, 1962), экспериментатор вначале предъявляет сигнал, интенсивность которого ниже предполагаемого порога чувствительности, и, получив ответ «Нет», увеличивает ее до тех пор, пока наблюдатель не обнаружит стимула, т. е. до получения ответа «Да». Как только вместо ответа «Нет» начинает звучать ответ «Да», экспериментатор меняет направление изменения интенсивности. Теперь он уменьшает интенсивность стимула до тех пор, пока ответ снова не изменится, т. е. когда наблюдатель отвечает «Нет», снова начнется увеличение интенсивности. В типичном эксперименте, основанном на «методе лестницы», порог рассчитывается как среднее всех значений интенсивности, при которых ответы испытуемого изменялись. Часто используются и другие варианты этого метода.

Метод постоянных раздражителей также является одним из методов определения абсолютного порога. Он требует проведения серии экспериментов с принудительным выбором. Определенное число стимулов разной интенсивности, изменяющейся в относительно широком интервале, в случайном порядке поочередно и многократно предъявляется испытуемому. При каждом предъявлении стимула наблюдатель должен дать либо утвердительный ответ, если сигнал принят, либо отрицательный, если сигнал не принят. Для стимула каждой интенсивности рассчитывается процент случаев (эпизодов), в которых он был зафиксирован. Интенсивность стимула, обнаруженного в 50 % случаев, обычно принимается в качестве меры абсолютного порога. Хотя метод постоянных раздражителей не только трудоемкий, но и достаточно сложный, он все же дает наиболее стабильные и точные значения абсолютных порогов чувствительности.

Процедура уравнивания стимулов (метод средней ошибки). Особенностью этого метода является то, что *интенсивность стимула контролируется наблюдателем*, т. е. наблюдатель должен довести интенсивность до *едва распознаваемого уровня*, который признается пороговым. Хотя это прямой и быстрый метод, он, как правило, дает наименее точные данные. Его основной недостаток — плохая воспроизводимость результатов, причина которой, возможно, заключается в том, что разные наблюдатели выполняют стандартные процедуры с разной точностью и аккуратностью.

Теория обнаружения сигнала (ТОС)

В экспериментально найденных значениях абсолютного порога, представленных на рис. 2.2, есть стимулы определенной интенсивности, которые наблюдатель иногда обнаруживает, а иногда — нет. Иными словами, стимулы *одной и той же* интенсивности порой фиксируются, а порой — нет. Это изменение распознаваемости стимулов одной и той же интенсивности красноречиво свидетельствует об изменении величины порога во времени. Подобный вывод — серьезный вызов традици-

онному представлению о сенсорном пороге как о проявлении (воплощении) принципа «все или ничего», а именно утверждению о том, что точная величина интенсивности отличает распознаваемые стимулы от тех, которые нельзя распознать.

Чтобы понять эту проблему порога, следует вспомнить, что во многих житейских ситуациях мы зачастую не уверены в том, перешли ли порог чувствительности, т. е. правильно ли восприняли слабый или пограничный сигнал. Мы сталкиваемся с многочисленными ситуациями, связанными с внешними раздражителями, которые — если говорить о вызываемых этими раздражителями ощущениях — неоднозначны, но, как правило, принимаем в отношении них правильные решения. Разве мы действительно слышим телефонный звонок, когда косим траву на лужайке, или стук в дверь, стоя под душем? И правда ли, что мы видим неяркую звезду в ночном небе?

В качестве примера такой неопределенной (неоднозначной) ситуации представьте себе, что вы в одиночестве с нетерпением ждете возвращения подруги. Вы знаете, что сигналом, возвещающим ее возвращение, станут шаги на лестнице. С точки зрения психофизики это означает, что вы будете прислушиваться к определенному звуку — к звуку шагов. Поскольку этот звук возникнет за пределами комнаты, он будет слабым, слышимым на фоне других постоянных звуков — уличного шума и шума, доносящегося из других комнат. В подобной ситуации вы либо можете услышать звук шагов, когда он действительно раздастся, либо вам покажется, что вы его слышите, когда никого не будет поблизости. Разумеется, вы стараетесь создать некий сенсорный образ звука шагов. Вы также пытаетесь разобраться в разных звуках — в тех, которые вы действительно слышите, и в тех, которые вам кажутся. Вполне может случиться, что когда действительно раздастся звук шагов, вы не услышите его, но может быть и по-другому: вы будете уверены, что слышите шаги, — возможно, потому, что вам очень хочется их услышать, — однако то, что вы приняли за звук шагов, будет всего лишь частью звукового фона, создаваемого улицей.

Этот пример показывает, что особенности восприятия слабых раздражителей, создают вполне определенные проблемы для традиционных представлений о пороге чувствительности. Основаны ли наши выводы исключительно на действии раздражителей или на них влияют наши психологические *установки*? В этом разделе представлен подход к оценкам ситуаций, в которых наша предрасположенность к принятию определенных решений создается некими психологическими факторами, такими, которые не принимаются во внимание традиционными представлениями о пороге чувствительности.

Чувствительность и искажение ответа

Поскольку порог восприятия — величина постоянная, и особенно ярко это проявляется в случае слабых или пограничных раздражителей, в обнаружении слабых раздражителей (**сигналов**, как их принято называть в данном контексте) помимо способности наблюдателя к обнаружению, или **чувствительности**, могут иметь значение и другие факторы. К ним относятся и уровень внимания наблюдателя в ходе эксперимента, и мотивация выполнения задания, связанного с обнаружением сигналов, и ожидание присутствия последних, и другие аналогичные **несенсорные**

факторы, которые в совокупности принято называть **искажением ответа** и которые могут влиять на вывод наблюдателя относительно присутствия или отсутствия сигнала. Иными словами, когда, выполняя задание, связанное с обнаружением сигнала постоянной интенсивности, наблюдатель отвечает то «Да», то «Нет», мы не можем с уверенностью сказать, связано ли это с некими изменениями его чувствительности или это всего лишь результат влияния на ответ таких несенсорных факторов, как нестабильность внимания или мотивации. Иногда наблюдатели даже говорят, что обнаруживают сигнал, хотя на самом деле вовсе не уверены в этом.

Обнаружение сигнала и шум

Почему обнаружение слабого сигнала дает такие нестабильные результаты? Что является источником подобной нестабильности? Рассмотрим, что происходит с сенсорной системой при воздействии на нее слабого внешнего раздражителя, такого, например, как тусклый свет или негромкий звук. Если раздражитель достаточно интенсивен, в сенсорных рецепторах на нейронном уровне могут возникнуть потенциалы действия, способные повлиять на нейронную активность мозга. Эта активность сигнализирует нервной системе наблюдателя, что появились свет или звук. Однако даже при полном отсутствии внешних раздражителей и для сенсорных систем, и для мозга характерна непрерывная спонтанная нейронная активность. Эта спонтанная сенсорно-нейронная активность частично является результатом неупорядоченного возникновения потенциалов действия; ее сравнивают с шумовым фоном в радиоприемнике или со «снегом» на телевизионном экране и считают некой формой постороннего фонового **шума** (*Ш*) в сенсорной системе. (Следовательно, в данном контексте слово *шум* никоим образом не связано со слухом.) Помимо спонтанной сенсорно-нейронной активности нейронный шум может также включать непредсказуемые, случайные последствия усталости и влияние таких несенсорных причин искажений ответа, как уровень колебания внимания наблюдателя или его мотивации выполнения задания, связанного с обнаружением сигнала.

Хотя этот шум и не является частью внешнего раздражителя, или сигнала, который нужно обнаружить, возникая в неоднозначной (неопределенной) ситуации, он способен существенно повлиять на обнаружение слабого сигнала. В типичном эксперименте по обнаружению сигнала при каждом его предъявлении наблюдатель пытается понять, являются ли испытываемые им ощущения только результатом воздействия фонового шума (*Ш*) или на фоне этого шума он воспринимает и сигнал (т. е. он воспринимает сигнал + шум, *СШ*).

Кривые распределения сенсорных эффектов (сенсорного влияния) шума на сенсорную систему наблюдателя представлены на рис. 2.3.

Знакомая колоколообразная кривая (рис. 2.3, *а*) показывает, что уровень сенсорной активности, являющейся результатом одного только шума в сенсорной системе, изменяется весьма существенно. На абсциссе представлен уровень сенсорной активности (от низкой до средней и высокой), на ординате — частота возникновения разных уровней сенсорной активности (от «редко» до «часто») Иногда *уровень*

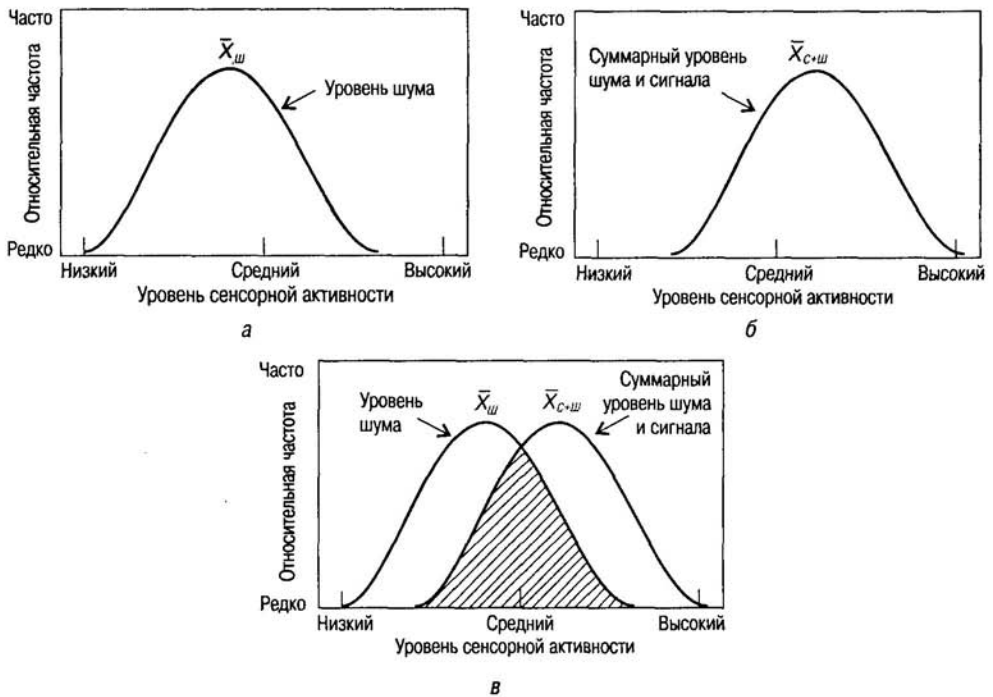


Рис. 2.3. а – распределение уровней сенсорной активности, вызванной воздействием на сенсорную систему только одного фоновых шума $\mathcal{H}$. Изменение уровней варьируется в интервале «редко» – «часто». Наиболее часто возникающий уровень сенсорной активности – средний, и ему соответствует участок кривой вокруг средней точки X . б – распределение уровней сенсорной активности, вызванной $\mathcal{C}\mathcal{H}$. Соответствует условиям, при которых ко всем значениям $\mathcal{H}$, представленным на а, добавлен сигнал. в – распределение уровней сенсорной активности, вызванной распределением $\mathcal{H}$ и $\mathcal{C}$. Средний сенсорно-нейронный эффект $\mathcal{H}$ выше, чем средний эффект $\mathcal{H}$ благодаря наложению эффекта $\mathcal{C}\mathcal{H}$ на эффект $\mathcal{H}$. Однако сенсорные эффекты одного $\mathcal{H}$ и $\mathcal{C}\mathcal{H}$ перекрываются и вместе производят некие сенсорные эффекты, которые представлены заштрихованным участком и которые могут быть следствием распределения либо $\mathcal{H}$, либо $\mathcal{C}\mathcal{H}$

шума минимален, иногда – максимален, однако чаще всего его интенсивность находится на среднем уровне, который обозначен $X_{\mathcal{H}}$. Если же внешнее событие (т. е. звук или свет) стимулирует сенсорный рецептор, то в результате этого возникает сенсорная активность (*сигнал*), которая добавляется к действию фонового шума. Более конкретно эта мысль может быть сформулирована следующим образом: если сигнал, имеющий *постоянную* интенсивность, накладывается на все возможные уровни произвольно изменяющегося фонового шума, суммарное влияние шума и сигнала ($\mathcal{C}\mathcal{H}$) на сенсорную активность подчиняется закону нормального распределения и описывается колоколообразной кривой, представленной на рис. 2.3, б.

Так же как и в случае действия одного лишь фонового шума, уровень сенсорной активности $\mathcal{C}\mathcal{H}$ тоже изменяется; иногда он высок, иногда – нет, но чаще находится на среднем уровне (точка $X_{\mathcal{C}+\mathcal{H}}$ на рис. 2.3, б), который – и это очевидно – выше среднего уровня сенсорной активности, вызываемой одним фоновым шумом (точка $X_{\mathcal{H}}$ на рис. 2.3, а) смещена вправо по отношению к точке $X_{\mathcal{H}}$ на рис. 2.3, а).

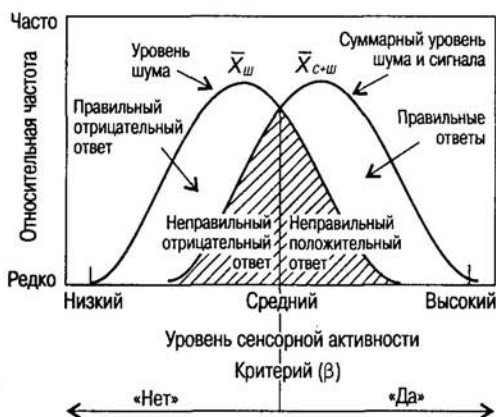


Рис. 2.4. Частота сенсорных эффектов, производимых *Ш* и *СШ*, и значение критерия, разработанного наблюдателем

На абсциссе представлена гипотетическая «точка принятия решения», или значение критерия (β), при котором наблюдатель решает, ответить ли ему «Да» или «Нет» на вопрос о присутствии сигнала в данном эксперименте. Критерий может иметь любое значение. В данном гипотетическом случае все сигналы, влияние которых лежит ниже критериального сенсорного уровня (т. е. слева от критерия), останутся необнаруженными; все сигналы, влияние которых лежит выше уровня сенсорного критерия (т. е. справа от критерия), будут распознаны, и будет дан положительный ответ. Для гипотетического критерия также указаны участки, соответствующие правильным и неправильным ответам

Однако, как следует из рис. 2.3, *в*, сенсорные эффекты *Ш* и *СШ* перекрываются. Иными словами, они вместе влияют на сенсорную систему таким образом, что при попытке определить, присутствует ли слабый сигнал, наблюдатель должен решить, является ли данный конкретный уровень активности его сенсорной системы реакцией только на *Ш* — на нерелевантный эксперименту фон — или же на *СШ*.

Критерий. Задание, выполняемое наблюдателем в типичном эксперименте, связанном с обнаружением сигнала, заключается в том, чтобы определить, является ли испытываемое им ощущение, определяемое уровнем сенсорной активности, результатом действия сигнала (*СШ*) или только одного шума (*Ш*). Согласно теории обнаружения стимула (ТОС), наблюдатели, решая вопрос о том, присутствует сигнал или нет, вырабатывают для себя некий «проходной балл», или внутренний критерий (обычно обозначаемый греческой буквой β) результирующей сенсорной активности. Один такой критериальный уровень представлен на абсциссе рис. 2.4.

В соответствии с критерием наблюдатель ответит «Да» (подтверждая присутствие сигнала), если уровень сенсорной активности, представленной на абсциссе, превышает эту точку, и «Нет» (отрицая присутствие сигнала), если сенсорный эффект ниже ее. В обоих случаях наблюдатель может ошибиться. Он может ответить утвердительно, когда на самом деле сенсорный эффект является лишь результатом воздействия одного только шума *Ш* (на рисунке это **неправильный положительный ответ**). Аналогичным образом наблюдатель может ответить, что сигнала нет, хотя на самом деле он присутствует (**неправильный отрицательный ответ**). Это происходит потому, что, как следует из рис. 2.3, *в*, сенсорные эффекты *СШ* и *Ш*

перекрываются, лишая наблюдателя возможности выбрать сенсорный критерий, позволяющий правильно реагировать на *каждое* предъявление сигнала. Фактически форма участка, образующегося за счет перекрывания кривых распределения *СШ* и *Ш* на рис. 2.3, в и 2.4, свидетельствует о том, что в некоторых экспериментах по *СШ* (когда сигнал действительно присутствует) сенсорное влияние на наблюдателя может быть меньше, чем сенсорное влияние одного только шума.

Матрица результатов. Как было сказано при описании рис. 2.4, в любом конкретном эксперименте по обнаружению сигнала наблюдатель должен решить, является ли сенсорная активность результатом действия *СШ* или *Ш*, и его решение зависит от критерия, на который он в данный момент ориентируется. Если уровень сенсорной активности ниже его критерия, наблюдатель ответит «Нет»; если уровень сенсорной активности превышает критерий — будет дан положительный ответ.

Как следует из данных табл. 2.3, возможны четыре варианта этих ответов. **Попадание** — это положительный ответ и правильное обнаружение сигнала; **ложная тревога** — это положительный ответ при отсутствии сигнала; **промах** — это отрицательный ответ, данный тогда, когда сигнал предъявлен, и, наконец, **правильное отрицание** — это отрицательный ответ в тот момент, когда сигнала нет. Как показано на рис. 2.4, ложные тревоги и промахи — это ошибки, возникающие вследствие перекрывания кривых распределения сенсорных эффектов *СШ* и *Ш* и их связи с критерием, установленным наблюдателем для принятия решения о том, присутствует сигнал или нет.

Таблица 2.3

Экспериментальное обнаружение сигнала. Матрица сигнал—ответ для наблюдателя, отвечающего «Да» или «Нет» на каждое предъявление сигнала

		Альтернативы ответов	
		«Да, сигнал присутствует»	«Нет, сигнал отсутствует»
Альтернативы сигналов	Сигнал + шум	Вероятность положительного ответа, когда сигнал присутствует Попадание	Вероятность отрицательного ответа, когда сигнал присутствует Промах
	Шум	Вероятность положительного ответа, когда сигнал отсутствует Ложная тревога	Вероятность отрицательного ответа, когда сигнал отсутствует Правильное отрицание

Влияние критериев: ожидания и мотивация. В соответствии с ТОС способность обнаруживать слабые сигналы изменяется во времени, поскольку на поведение наблюдателя влияют несколько относительно не зависящих друг от друга факторов. Один из них — это изменение уровня шума в самой сенсорной системе. Иными словами, сенсорные эффекты за счет изменения фонового шума или от постоянного сигнала в сочетании с изменяющимся фоновым шумом в период времени между двумя предъявлениями пограничных сигналов вызывают изменения способности обнаруживать их. (Это утверждение иллюстрируется колоколообразными кривыми, представленными на рис. 2.3.)

Второй фактор, влияющий на поведение наблюдателя, — его *ожидания*, связанные с присутствием сигнала. В отличие от традиционных психофизических методов, в которых сигнал предъявляется при *каждой* попытке (в *каждом* эпизоде), в эксперименте по обнаружению сигнала вероятность того, что он будет предъявлен в данный момент, может изменяться. Изменение частоты предъявления сигнала создает условия для *несенсорного искажения ответа*—*ожидания*, — которое влияет на уровень выбираемого наблюдателем критерия β , и возникновение подобной ситуации в ходе эксперимента вполне возможно.

Иными словами, на ожидание появления сигнала в определенный момент эксперимента можно повлиять, варьируя вероятность, или частоту, с которой сигнал предъявляется наблюдателю. Если сигнал предъявляется практически на всех этапах эксперимента, наблюдатель может почти всегда ждать его появления. В результате он выберет относительно необременительный для себя критерий (на рис. 2.4 это сдвиг критерия влево). Следствием этого становится тенденция давать положительный ответ даже при отсутствии сигнала. В подобной ситуации вероятность попаданий весьма велика, но благодаря ожиданиям наблюдателя и вероятность ложных тревог будет выше, чем она была бы, не имея наблюдатель подобных ожиданий. Напротив, если сигнал предъявляется редко, у наблюдателя появляется тенденция (склонность) давать отрицательные ответы, и он отвечает «Нет» даже тогда, когда сигнал присутствует (на рис. 2.4 это сдвиг критерия вправо). В этом случае результатом будет уменьшение числа ложных тревог, но большее число промахов.

В табл. 2.4 представлены относительные количества разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 90 % случаев и отсутствовал в 10 % случаев. (Обратите внимание на то, что эпизоды, в которых сигнал отсутствует, в экспериментах по обнаружению сигнала обычно называются *ловушками* (*эпизодами-ловушками*).)

В табл. 2.5 представлены относительные количества разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 10 % эпизодов и отсутствовал в 90 % эпизодов.

Результаты предъявления *одного и того же* сигнала свидетельствуют о том, что одно лишь изменение соотношения сигналов и ловушек существенно влияет на ожидания, а следовательно, и на поведение наблюдателя: соотношение попаданий и ложных тревог систематически изменяется. Иными словами, изменения в соотношении попаданий и ложных тревог можно связать с изменениями критерия β ,

Таблица 2.4

Соотношение разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 90 % эпизодов и отсутствовал в 10 % эпизодов

		Ответ	
		Да	Нет
Сигнал	Присутствует	0,95	0,05
	Отсутствует	0,78	0,22

Таблица 2.5

Относительное количество разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 10 % эпизодов и отсутствовал в 90 % эпизодов

		Ответ	
		Да	Нет
Сигнал	Присутствует	0,28	0,72
	Отсутствует	0,04	0,96

с которым наблюдатель подходит к соотношению предъявлений сигнала и ловушек (в данном случае — благодаря ожиданию). Разница между соотношениями ответов, представленными в табл. 2.4 и 2.5, свидетельствует о том, что изменение обнаружения постоянного сигнала происходит даже тогда, когда его интенсивность не изменяется. А это значит, что в данном случае изменение поведения наблюдателя является следствием изменения его *ожиданий*, связанных с появлением сигнала, а не изменений самого сигнала.

Второй несенсорной причиной искажения ответа, оказывающей влияние на уровень критерия β , является *мотивация* получения конкретного результата, например заинтересованность наблюдателя в последствиях его ответа. Так, если у наблюдателя есть серьезные основания обнаружить сигнал и постараться ни в коем случае не пропустить его, он, скорее всего, сообщая о сигнале, снизит уровень критерия β ; при этом у него возрастет количество ответов «Да» и попаданий (речь снова идет о смещении критерия на рис. 2.4 влево). Увеличение утвердительных ответов приведет и к увеличению числа ложных тревог. С другой стороны, использование более жесткого, консервативного критерия (что соответствует сдвигу критерия на рис. 2.4 вправо) увеличивает количество ответов «Нет». И хотя подобная стратегия дает меньше ложных тревог, она также уменьшает и количество попаданий.

Эксперимент, в котором критерий β становится объектом сознательного манипулирования, показывает, как мотивация наблюдателя может влиять на соотношение попаданий и ложных тревог.

Представьте себе, что вы — наблюдатель, участвующий в следующем эксперименте по обнаружению сигнала. Вам предстоит услышать или не услышать некий слабый звук и в зависимости от того, присутствует сигнал или нет, ответить «Да» или «Нет». Более того, ваш ответ имеет и определенные финансовые последствия, определяемые следующими вариантами оплаты.

1. За каждое попадание вы получаете 1 доллар. В этом случае вы будете стремиться каждый раз отвечать «Да», даже если сомневаетесь в том, что слышали сигнал.
2. За каждое попадание вы получаете 1 доллар, но одновременно каждая ложная тревога облагается штрафом в 50 центов. Вы по-прежнему будете стремиться дать утвердительный ответ даже при отсутствии уверенности, но все-таки эта готовность будет несколько ниже, чем при условиях, которые описаны в п. 1 и при которых вас не штрафовали за ложную тревогу.
3. В отличие от условий оплаты п. 1 и 2 вы получаете по 50 центов за каждую удачу, но вас также и штрафуют на 1 доллар за каждую ложную тревогу. У вас появится тенденция отвечать осторожно и давать утвердительный ответ только при полной уверенности.

Обобщенные данные о некоторых экспериментально найденных соотношениях попаданий и ложных тревог для этих трех вариантов оплаты представлены в табл. 2.6.

То, что мы описали, есть изменение критерия β и аналогичное изменение пропорции попаданий и ложных тревог, соответствующее оплате труда. В зависимости от того, что именно ждет наблюдателя, — награда или штраф — один и тот же сигнал

Соотношение попаданий и ложных тревог для трех вариантов оплаты

Варианты оплаты	Соотношение ответов наблюдателя	
	Попадания	Ложные тревоги
1. Один доллар за попадание	0,95	0,95
2. Один доллар за попадание и 50-центовый штраф за ложную тревогу	0,85	0,70
3. 50 центов за попадание и штраф в размере 1 доллара за ложную тревогу	0,40	0,10

может вызвать как положительный, так и отрицательный ответ, и характер ответа не зависит от чувствительности наблюдателя к сигналу. Следовательно, даже при выполнении такого относительно простого психофизического задания, как принятие решения о том, присутствует или отсутствует слабый сигнал, на поведение наблюдателя существенно влияют несенсорные факторы, т. е. искажение ответа. Это делает понятным отсутствие абсолютного, легко определяемого значения порога. Более вероятно, что наблюдатель примет такой критерий ответа, который одновременно учитывал бы и интенсивность сигнала, и такие переменные несенсорного характера, как мотивация выполнения задания и ожидание появления сигнала.

Кривые рабочей характеристики приемника (РХП)

ТОС исходит из того, что нельзя определить величину абсолютного порога. Однако можно одновременно оценить и *чувствительность* наблюдателя по отношению к предъявляемому сигналу, и уровень его критерия β . Информация о влиянии этих двух параметров на обнаружение сигнала может быть получена из анализа связи между относительным количеством попаданий и относительным количеством ложных тревог, которое, как мы видели, зависит от критерия. Обычно для этого на ординате откладывают относительное количество попаданий (положительных ответов на активность *СИ*), а на абсциссе — относительное количество ложных тревог (положительных ответов при отсутствии сигнала). Получающиеся при этом кривые, названные рабочими характеристиками приемника (РХП)¹, иллюстрируют связь между относительными количествами попаданий и ложных тревог при постоянной интенсивности сигнала. (Пример РХП, построение которой описано ниже, представлен на рис. 2.5.)

Термин РХП возник из представлений о том, что подобная кривая измеряет и описывает чувствительность наблюдателя при обнаружении сигнала. Рассмотрим, как РХП может описывать чувствительность наблюдателя по отношению к сигналу, интенсивность которого поддерживается на постоянном уровне.

Данные табл. 2.7 показывают, как вероятность сигнала влияет на относительное количество попаданий и ложных тревог в таком гипотетическом эксперименте, в котором интенсивность сигнала поддерживается на постоянном уровне. (Некото-

¹ В иностранной литературе — ROC-кривые (*receiver-operating characteristic*), но в нашу литературу вошло как РХП, что представляется оправданным. — *Примеч. науч. ред.*

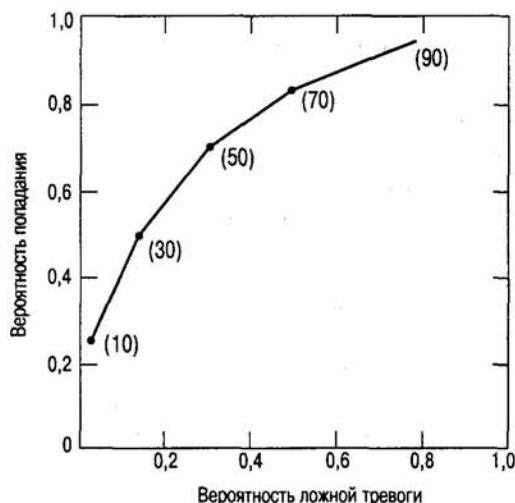


Рис. 2.5. РХП, для построения которой использованы данные табл. 2.7

На ординате отложена вероятность попаданий, на абсциссе — вероятность ложных тревог. Каждая точка данной кривой соответствует разным количествам попаданий и ложных тревог для разных вероятностей предъявления сигнала (проценты в скобках). (Обратите внимание на то, что все точки хорошо ложатся на кривую)

рые данные взяты из табл. 2.4 и 2.5.) Следовательно, если в эпизодах эксперимента по обнаружению сигнала последний почти всегда присутствует, наблюдатель демонстрирует тенденцию к увеличению вероятности положительных ответов. В результате увеличивается относительное количество попаданий (в данном примере оно равно 0,95), и соответственно увеличивается количество ложных тревог (0,78). Напротив, если сигнал предъявляется только в 10 % эпизодов (т. е. если 90 % эпизодов — ловушки), то при *той же самой интенсивности сигнала* относительное количество попаданий равно 0,28, а количество ложных тревог — 0,04. Если сигнал предъявляется редко — он действительно присутствует в 10 % эпизодов, — наблюдатель демонстрирует тенденцию к отрицательным ответам. В итоге при весьма небольшом относительном количестве ложных тревог (0,04) относительное коли-

Таблица 2.7

Соотношение попаданий и ложных тревог для разных условий предъявления сигнала (гипотетические данные)

Процент эпизодов, в которых был предъявлен сигнал	Соотношение	
	попаданий	ложных тревог
90	0,95	0,78
70	0,85	0,50
50	0,70	0,30
30	0,50	0,15
10	0,28	0,04

Примечание: эти данные получены в опытах, проведенных с сигналом, интенсивность которого оставалась постоянной. Следовательно, различия в пропорциях попаданий и ложных тревог отражают различия в критериях β , являющиеся результатом изменения соотношения эпизодов, в которых сигнал подавался, и эпизодов — ловушек (от 10 до 90 %) в ходе проведения многих опытов.

чество удач тоже сравнительно невелико (0,28). На рис. 2.5 приводится РХП, построенная на основании этих данных. Заслуживает внимания, например, то, что наибольшее значение соответствует предъявлению сигнала в 90 % эпизодов. Обратившись к таблице, мы увидим, что количество удач, отложенное на ординате, составляет 0,95, а количество ложных тревог, отложенное на абсциссе, — 0,78. Если представить графически все данные табл. 2.7, обнаруживается определенная тенденция: точки ложатся на симметричную кривую, имеющую наклон влево. Если провести дополнительные эксперименты с использованием сигнала *той же интенсивности*, но с большей вероятностью ловушек, чем те, что представлены на рис. 2.5, соотношения попаданий и ложных тревог в них будет, без сомнения, отличаться от приведенного в табл. 2.7, отражая влияние смещения критерия β , но если их соответствующим образом обработать, они лягут на кривую рис. 2.5. Следовательно, конкретная РХП отражает способность наблюдателя обнаруживать сигнал определенной интенсивности, а это значит, что чувствительность наблюдателя постоянна во всех ее точках. Интенсивность сигнала и способность наблюдателя обнаруживать его не изменяются. А вот что действительно изменяется вследствие изменения уровня критерия наблюдателя β , так это соотношение попаданий и ложных тревог.

Мы старались привлечь внимание читателя к тому, что точки на кривой рис. 2.5 соответствуют сигналу постоянной интенсивности. Когда интенсивность сигнала увеличивается, его обнаружение облегчается; более интенсивному сигналу соответствует другая кривая. То же самое может быть сказано и о более слабом сигнале — ему тоже соответствует своя кривая. (Примеры разных РХП представлены на рис. 2.6.) Следовательно, РХП показывает, как изменение уровня критерия β наблюдателя (в данном случае — под влиянием изменения ожидания сигнала) влияет на соотношение попаданий и ложных тревог при постоянной интенсивности сигнала. Каждая РХП иллюстрирует влияние d' — чувствительности наблюдателя к сигналу постоянной интенсивности — *плюс* влияние уровня его критерия β .

Чувствительность: величина d' . На рис. 2.7 для наглядности представлены основные, принципиальные особенности РХП, показывающие, как ее кривизна отра-

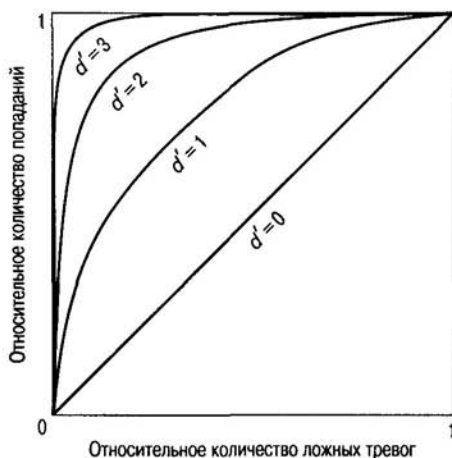


Рис. 2.6. РХП для трех сигналов различной распознаваемости

На абсциссе — относительное количество ложных тревог, на ординате — относительное количество попаданий. Каждая кривая соответствует определенному уровню чувствительности к восприятию сигнала данной интенсивности. (Величина d' — количественное выражение чувствительности наблюдателя, описанной в тексте)



Рис. 2.7. Принципиальные особенности РХП

Лежащая под углом 45° диагональ искажения ответа соответствует случайному поведению наблюдателя, при котором количество попаданий равно количеству ложных тревог

жает чувствительность наблюдателя к сигналу и искажение его ответа, или влияющие критерия (см. рис. 2.6). Выше уже отмечалось, что при увеличении интенсивности сигнал становится более распознаваемым и увеличивается наклон кривой влево. Чем слабее сигнал, тем ближе кривая к диагонали, лежащей под углом 45° . (Диагональ соответствует случайному поведению испытуемого, при котором количество попаданий и ложных тревог одинаково.) Иными словами, отклонение РХП влево от диагонали зависит исключительно от интенсивности сигнала и не зависит от искажения ответов испытуемого.

Степень наклона, или кривизна РХП, может быть рассчитана из соотношения попаданий и ложных тревог и является мерой чувствительности наблюдателя к сигналу определенной интенсивности (d'). На практике величину d' определяют как линейное расстояние данной РХП от диагонали. На рис. 2.6 приведены РХП для значений d' , изменяющихся от 0 до 3. Чем выше d' (и чем более изогнута кривая), тем выше количество попаданий и тем меньше количество ложных тревог. Следовательно, чем выше значение d' , тем более чувствителен наблюдатель к действию сигнала данной интенсивности и тем более распознаваем сам сигнал. Если пользоваться графическими терминами, то степень искривления РХП является мерой чувствительности испытуемого к сигналу, имеющему постоянную интенсивность. Разные значения d' разных людей (при условии, что речь идет о сигнале постоянной интенсивности) отражают их разную чувствительность к данному сигналу.

Описание способа расчета d' выходит за рамки данной книги. Однако важно понимать, что d' является мерой чувствительности наблюдателя к интенсивности сигнала, не зависящей от его критерия β , или искажения ответа. Для наглядности эта мысль может быть проиллюстрирована графическим изображением сенсорных эффектов, на основании которых построены РХП, представленные на рис. 2.6. Обратите внимание на то, что d' представляет собой линейное расстояние между двумя сенсорными распределениями, о которых шла речь в начале обсуждения ТОС, а именно распределений *Ш* и *СШ* (см. рис. 2.8). По мере увеличения интенсивности

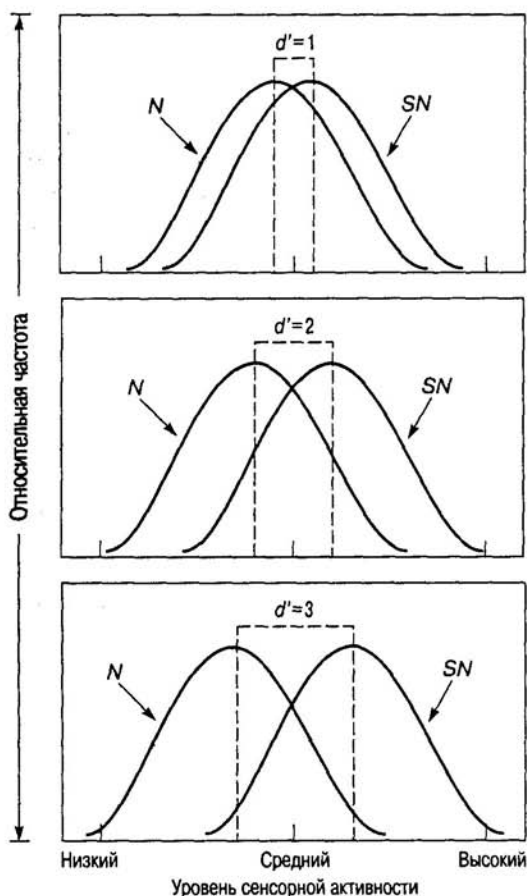


Рис. 2.8. Кривые распределения *Ш* и *СШ* для трех РХП, представленных на рис. 2.7. Значение d' изменяется в зависимости от смещения распределения *СШ* относительно распределения *Ш* и равно расстоянию между средними значениями *Ш* и *СШ*. Для $d'=0$ кривые распределения *СШ* и *Ш* полностью совпадают. Следовательно, величина d' характеризует интенсивность сигнала и чувствительность к нему наблюдателя, не зависящую от искажения ответа

сигнала кривая распределения *СШ* смещается вправо от кривой распределения *Ш*. Напротив, если интенсивность сигнала мала, кривые распределений *Ш* и *СШ* располагаются очень близко друг к другу. Так, если $d'=1$, кривые распределений *Ш* и *СШ* сравнительно близко примыкают друг к другу; сигнал относительно слаб, и поэтому его обнаружение затруднено. (Случайно оказалось, что для данных табл. 2.7, использованных при построении рис. 2.5, $d'=1$). Напротив, при $d'=3$ сигнал сравнительно интенсивен и его влияние на сенсорную систему весьма легко отделить от влияния шума. Следовательно, при увеличении интенсивности сигнала распределение *СШ* смещается еще дальше от распределения *Ш*, что приводит к увеличению значения d' . Иными словами, высокая величина d' свидетельствует о том, что сигнал интенсивен и/или что наблюдатель чувствителен к данному конкретному сигналу. А это значит, что d' является мерой чувствительности к сигналу, не зависящей от таких несенсорных факторов, как ожидания наблюдателя и другие подходы к принятию решений. Подводя некоторый итог, можно сказать: d' отражает возможность обнаружить сигнал данной интенсивности, что определяется исключительно чувствительностью наблюдателя.

Насколько релевантна эта информация? Мы начали с проблемы определения абсолютного порога, но для этого мы познакомились с психофизическим методом, который представляется весьма сложным и громоздким. Относительно обнаружения слабых сигналов в ТОС прежде всего отмечается, что даже простые, вполне заурядные эксперименты, такие как решение вопроса о наличии сигнала, вовсе не так точны, как мы думаем. Более того, ТОС позволяет исследователю делать то, чего не позволяет традиционный подход к порогам: оценивать влияние несенсорных искажающих факторов (критерия β) на принятие решений наблюдателем в ходе эксперимента по обнаружению сигнала. Как мы видели, решение наблюдателя о наличии или отсутствии сигнала зависит от его предыдущего опыта, который он приносит в выполнение задания, а также от его ожиданий, мотивации, внимания и, возможно, от других несенсорных психологических факторов. Может быть, самой сильной стороной ТОС является то, что она позволяет нам отделить сенсорную способность наблюдателя, имеющего дело с пограничным сигналом, от несенсорных искажений его ответа и оценить ее.

Все сказанное выше свидетельствует о том, что не существует одного-единственного, абсолютного стимула с минимальной обнаруживаемой — пороговой — величиной. Однако это вовсе не значит, что само понятие порога ощущений должно быть отброшено за ненадобностью. Более правильным будет признание того факта, что общее понятие порога включает в себя и описывает отношение величин, восприятие которых зависит от различных несенсорных внешних факторов и индивидуальных особенностей наблюдателя. На самом деле порог как статистическое среднее — очень полезное понятие, имеющее чрезвычайно широкое применение. Он делает возможным важную аппроксимацию энергетического интервала и пределов сенсорной системы. Мы считаем, что необходим осторожный подход к интерпретации данных, характеризующих порог; они скорее представляют собой статистические приближения, дающие представление о средней величине и/или об интервале значений, нежели точные энергетические величины.

Прежде чем завершить обсуждение понятия порога и проблем, связанных с его определением, нам следует рассмотреть дискуссионное утверждение о том, что сигналы, интенсивность которых лежит ниже уровня несомненного обнаружения, так называемые *подпороговые*, сигналы (стимулы), способны влиять на поведение наблюдателя и что степень этого влияния можно измерить.

Подпороговое восприятие

Как уже отмечалось выше, существуют пограничные условия стимуляции — например, когда уровень интенсивности сигналов очень невысок или когда время их действия невелико, при которых они не вызывают несомненной ответной реакции. Тем не менее возникает вопрос — могут ли эти незамеченные индивидуумами сигналы оказывать не прямое, но измеряемое влияние на их поведение? Этот общий и спорный вопрос можно сформулировать и более конкретно: возможно ли наблюдать последствия влияния, которое оказывает на поведенческие параметры *подпороговая* (буквально — лежащая ниже порога) стимуляция? Можно ли каким-нибудь образом обнаружить материю иначе, чем на уровне сознания? Иными слова-

ание установки на восприятие смысла тестового слова (стимульного материала, тест-объекта) эффективно лишь в том случае, если последнее появляется не позднее чем через 0,1 с после первого.

Таким образом, результаты изучения подпороговых семантических установок свидетельствуют о том, что стимул, о котором наблюдатель даже не подозревает, может влиять на его перцептивную активность (см.: Marcel, 1983). (Однако обратите внимание на то, что статус метода подпороговых семантических установок в известной мере дискуссионен (см.: Bernstein et al., 1989).)

Изложенное выше свидетельствует о том, что слабый, пограничный — подпороговый — сигнал может быть воспринят и зарегистрирован сенсорной системой и закодирован на уровне подсознания. Однако нет экспериментальных доказательств того, что подпороговое сенсорное стимулирование и сопровождающее его нейронное кодирование оказывают существенное воздействие на мысли и представления человека, способны заметно повлиять на его поведение или изменить его (Vokey & Read, 1985; Smith & Rodgers, 1994). Иными словами, доказательство существования подпорогового восприятия само по себе еще не означает, что при помощи подпороговых сигналов можно манипулировать людьми или заставлять их делать что-либо. Следовательно, высказываемые время от времени мысли о том, что рекламодатели способны навязывать покупателям ненужные товары, с научной точки зрения несостоятельны. Однако этот дискуссионный вопрос привлек внимание к различию между такими простыми процессами, как обнаружение и распознавание сигнала в лабораторных условиях, и более сложными реакциями, к которым относятся совершение покупки или выражение предпочтений.

Прежде чем завершить обсуждение подпорогового восприятия, приведем наводящее на размышления высказывание Диксона о его происхождении и роли:

Можно поспорить с теми, кто считает, что оно (подпороговое восприятие) не является результатом эволюции. С эволюцией мозга, создавшей основу для сознательного восприятия, должен был эволюционировать и контрольный механизм, посредством которого эта новая система с ограниченными возможностями могла быть использована максимально эффективно. Теоретически этот контроль мог реализоваться двояко — либо за счет жесткого ограничения периферической сенсорной активности, либо за счет изменяющихся ограничений на проникновение в сознание. Очевидно, что с эволюционной точки зрения первая из этих альтернатив была менее ценной для выживания (Dixon, 1971, p. 321).

Дифференциальный порог (порог различения)

Дифференциальный порог, или порог различения — это минимальная разница между двумя сигналами, необходимая для того, чтобы они были восприняты как разные сигналы. Иными словами, это мера наименьшей обнаруживаемой разницы между двумя сигналами. Она преимущественно отвечает на следующий вопрос психофизики: насколько должны отличаться друг от друга два сигнала — предположим, два веса, два цвета, два звука или две текстуры, чтобы они были восприняты как разные раздражители?

На практике дифференциальный порог, так же как и абсолютный порог, описанный в начале данной главы, — это статистически определяемый параметр —

разница между величинами двух сигналов, как правило, сравнимых и стандартных, обнаруживаемая в 50 % случаев. Например, если два звука одинаковой или примерно одинаковой громкости следуют без перерыва один за другим, обычно слушатель не замечает разницы между ними. Однако если начать постепенно увеличивать разницу между двумя звуками, мы достигнем такой разницы в громкости, при которой в 50 % случаев она будет зафиксирована слушателем и найдет свое отражение в его ответе. Величина этой разницы интенсивностей и является дифференциальным порогом. (Если испытуемому запрещается отвечать, что два сигнала кажутся одинаковыми по величине, то в качестве статистического критерия дифференциального порога принимается различие стимулов, которое может быть обнаружено в 75 % случаев.) Следовательно, дифференциальный порог — это степень изменения физического сигнала, необходимая для того, чтобы вызвать **едва различимую разницу** в ощущениях (**ЕРР**). Например, если величина физического сигнала — предположим, звука, равна 100 единицам, и для того, чтобы разница в сигналах была обнаружена, ее нужно увеличить до 110, дифференциальный порог, соответствующий 1 ЕРР, равен 10 единицам (т. е. 110 минус 100).

Дифференциальный порог представляет собой меру способности наблюдателя отличить друг от друга два сигнала разной интенсивности и в качестве таковой измеряется в физических единицах. В отличие от него ЕРР — результирующая психологическая единица; она является единицей измерения субъективного опыта, или сенсорной величиной.

Закон (отношение) Вебера

Изучение дифференциального порога занимает заметное место в истории измерения ощущений (психофизики). В 1834 г. Эрнст Вебер, немецкий психолог, изучал способность наблюдателей выполнять задания, связанные с необходимостью различать сигналы. Он определил, что количественные изменения сигнала — увеличение или уменьшение его интенсивности, необходимое для того, чтобы второй сигнал был воспринят как отличный от первого, — пропорциональны абсолютной величине сигнала. Иными словами, он заметил, что определение разницы между интенсивностями двух сигналов — вопрос скорее относительного восприятия, нежели абсолютного. Так, Вебер нашел, что добавление одной свечи к шестидесяти горящим свечам приводит к обнаруживаемому увеличению яркости, а добавление одной свечи к ста двадцати горящим свечам — нет. Для достижения ЕРР при ста двадцати свечах нужны как минимум две свечи. Продолжив разбирать этот пример, мы найдем, что для заметного увеличения освещенности при трехстах горящих свечах понадобятся пять или больше свечей, если горят шестьсот свечей — десять и т. д.

Следовательно, вывод, к которому Вебер пришел более ста пятидесяти лет тому назад, заключается в следующем: чтобы два сигнала — независимо от их абсолютной величины или интенсивности — можно было отличить друг от друга, разница между ними должна быть *пропорциональна* их абсолютной величине. Интуиция подсказывает, что этот общий принцип относительности сенсорного опыта — зависимость обнаружения разницы между сигналами от их абсолютной величины, действительно имеет смысл. Так, хотя две капли воды будут без труда обнаружены, если их добавят к содержимому маленькой пробирки, те же самые две капли, ско-

рее всего, не вызовут никакого сенсорного эффекта, если их добавят к галлону воды. Точно так же мы легко обнаружим разницу между одним фунтом и двумя, но разницу между пятьюдесятью одним фунтом и пятьюдесятью двумя фунтами уловим с трудом, хотя разница между этими парами весов одна и та же — один фунт.

Мы рассказали о фундаментальном принципе относительной чувствительности (чувствительности), известном как **закон, или отношение, Вебера**, который(ое) выражается следующей формулой:

$$\Delta I/I = k,$$

где I — интенсивность сигнала, соответствующая порогу чувствительности, ΔI — величина дифференциального порога, или инкремент интенсивности, который, будучи добавлен к интенсивности сигнала I , вызывает ЕРР (т. е. инкремент изменения чувствительности), и k — константа, зависящая от того, чувствительность какой сенсорной системы определяется.

Это уравнение свидетельствует о том, что отношение (k) минимально обнаруживаемого инкремента интенсивности (ΔI) (в бесконечном ряду разных значений интенсивности) к интенсивности исходного сигнала (I) постоянно. Следовательно, закон Вебера отражает соотношение, в соответствии с которым должна измениться интенсивность стимула, чтобы это изменение можно было обнаружить (чтобы оно вызвало ЕРР), а k — константа для сигналов определенного рода, таких как яркость, громкость и вес. В примере с яркостью свечей значение ΔI для 60, 120, 300 и 600 зажженных свечей будет равно 1, 2, 5 и 10, и отношения Вебера будут соответственно равны $1/60$, $2/120$, $5/300$ и $10/600$, т. е. все они равны между собой и равны $1/60$. Следовательно, в общем виде, определение значения k — это определение соотношения интенсивности сигналов, вызывающего ЕРР.

В табл. 2.8 представлены типичные отношения Вебера для разных сенсорных систем.

Таблица 2.8

Типичные отношения Вебера для разных сенсорных систем

Параметр	Отношение Вебера
Вкус (соль)	0,083
Яркость	0,079
Громкость	0,048
Вибрация (ощущаемая кончиками пальцев)	0,036
Длина линии	0,029
Тяжесть	0,020
Электрический ток	0,013

Примечание: для упрощения отношения Вебера выражаются десятичными дробями. Например, «тяжесть», 0,020, выраженная в виде отношения, равна $1/50$ (или 2%). Чем меньше отношение Вебера, тем меньше изменение интенсивности сигнала, воспринимаемое как ЕРР. *Источник:* Teghtsoonian (1971).

Обратите внимание на то, что отношение Вебера изменяется в широких пределах: для соленого вкуса оно высоко и равно 0,083 (8,3%), а для электрического тока — всего лишь 0,013 (1,3%). В случае ощущения веса отношение Вебера равно

0,02, или $\frac{2}{100}$, а это значит, что для получения ЕРР необходимо увеличить исходный вес на 2 %. Следовательно, чтобы разница стала ощутимой, к стограммовому весу нужно добавить 2 г, к двухсотграммовому — 4 г, а к килограммовому — 20 г.

Величина отношения Вебера характеризует общую чувствительность данной сенсорной системы к сигналам разной интенсивности. Вспомните, что чем меньше отношение, тем меньше едва различимая разница между сигналами, следовательно, тем больше чувствительность к разнице в интенсивности сигналов. Данные, представленные в табл. 2.8, свидетельствуют о том, что люди менее чувствительны к разнице во вкусовых ощущениях и в освещенности (изменение — 8,3 % и 7,9 %) и наиболее чувствительны к разнице электрических разрядах и тяжести (изменение 1,3 % и 2 % соответственно).

Насколько точным показателем является отношение Вебера? Вообще оно достаточно валидно для сигналов, интенсивность которых варьирует в широких пределах, включая большинство из тех сигналов, с которыми мы сталкиваемся в повседневности, однако для очень слабых и очень интенсивных сигналов оно уже значительно менее валидно, и последнее утверждение справедливо для всех сенсорных систем. Мы полагаем, что в широком интервале средних значений интенсивности отношение Вебера является полезным критерием способности различать два сигнала. Однако оно имеет не только чисто прикладное значение; закон Вебера сыграл важную роль в измерении ощущений и является одним из самых широких эмпирических обобщений в истории экспериментальной психологии. Более того, он явился основой для количественной оценки связи между физическим раздражителем и сенсорным опытом (ощущением), и в первую очередь — для анализа, выполненного Г. Т. Фехнером.

Закон Фехнера

В 1860 г. Густав Теодор Фехнер опубликовал свой труд «Элементы психофизики» (G. N. Fechner, *The Elements of Psychophysics*) — работу, которой было суждено оказать огромное влияние на количественную оценку ощущений и восприятия. Основная мысль Фехнера заключалась в том, что между ментальным опытом — ощущением — и физическим раздражителем существует количественная связь. Он пытался вывести формулу, связывающую эти две величины, разработав численную шкалу ощущений, характеризующую данную сенсорную систему. Работа Фехнера завершилась созданием важного уравнения, отражающего зависимость интенсивности ощущения от величины физического сигнала. Он предположил, что дифференциальный порог (ΔI), вызывающий ЕРР, может быть использован в качестве стандартной единицы измерения для величины субъективного ощущения. (Вспомните, что дифференциальный порог характеризует дифференциальное изменение интенсивности раздражителя, соответствующее ЕРР.) Фехнер попытался создать шкалу, связывающую субъективный опыт — ощущения — (в единицах ЕРР) с изменениями интенсивности сигнала (в единицах ΔI). Он начал с предположения, что для данной сенсорной системы все ЕРР являются субъективно равными единицами ощущения. Это значит, что субъективные впечатления о разнице между двумя сигналами, отделенными друг от друга одной ЕРР, одинаковы для двух сигналов

любой интенсивности. Следовательно, если взять два сигнала, расположенных на участке низкой интенсивности шкалы интенсивности и отделенных друг от друга одной ЕРР, ощущение разницы между ними будет точно таким же, как ощущение от разницы между двумя сигналами, расположенными на той же шкале на участке высокой интенсивности и тоже разделенными одной ЕРР. Иными словами, в соответствии с представлениями Фехнера каждая ЕРР независимо от места расположения на шкале интенсивности равна любой другой ЕРР.

Вспомните, что в соответствии с отношением Вебера данная ЕРР увеличивается пропорционально увеличению интенсивности сигнала (т. е. поскольку $\Delta I/I$ – константа, по мере увеличения I соответственно должна увеличиваться и ΔI). Это значит, что если базовая интенсивность низка, дифференциал, необходимый для того, чтобы возникла ЕРР, соответствует ей и тоже мал. Напротив, если начальная интенсивность высока, дифференциал, необходимый для возникновения ЕРР, относительно велик. Иными словами, в начале шкалы интенсивности два сигнала, разделенные одной ЕРР, будут располагаться рядом и их интенсивности будут различаться мало, в конце шкалы два сигнала, разделенные одной ЕРР, будут весьма существенно отличаться друг от друга по интенсивности. Эта взаимосвязь между ощущением и стимуляцией графически представлена на рис. 2.9.

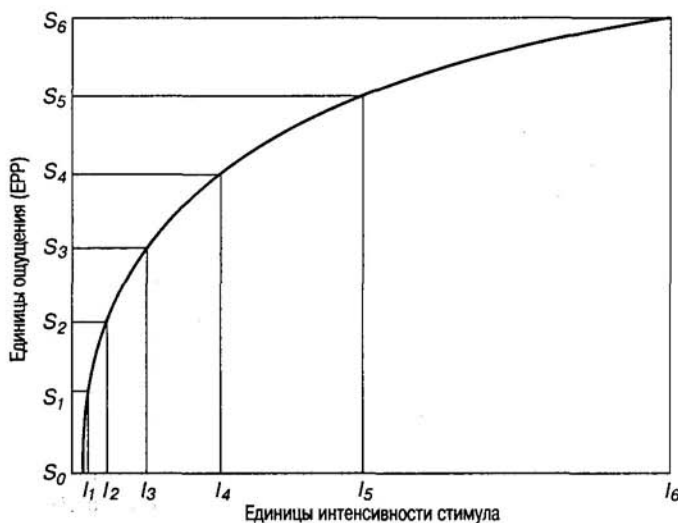


Рис. 2.9. Связь между ощущением и стимуляцией, как ее трактует закон Фехнера

Обратите внимание на то, что по мере увеличения интенсивности сигнала для того, чтобы разницы между единицами измерения ощущений (S) оставались равными, требуется все более значительная разница между единицами измерения интенсивности (I). Иными словами, в то время как ощущение увеличивается равномерно (в арифметической прогрессии), соответствующее увеличение интенсивности сигнала происходит физически неравномерно, но пропорционально (в геометрической прогрессии). Связь между величинами, одна из которых изменяется в арифметической прогрессии, а вторая – в геометрической, выражается логарифмической функцией. Следовательно, $S = k \log I$. (Источник: J. P. Guilford, *Psechometric Methods*, New York: McGraw-Hill, 1954)

Если справедливо, что все ЕРР психологически равны, то из этого следует, что по мере равномерного увеличения шкалы ощущений (каждое последующее значение больше предыдущего на одну и ту же величину) расстояние между точками на шкале интенсивности сигнала увеличивается на неравные, но пропорциональные отрезки. Как следует из рис. 2.9, для получения соответствующего ощущения требуется все более и более интенсивный сигнал. Пользуясь количественными терминами, можно сказать, что в то время как количество единиц ощущения (т. е. ЕРР) возрастает в арифметической прогрессии (ордината), интенсивность сигналов возрастает в геометрической прогрессии (абсцисса).

Связь между двумя переменными, одна из которых изменяется в арифметической прогрессии (ощущение), а вторая — в геометрической (интенсивность сигнала), выражается логарифмическим уравнением. Связь между ощущением, изменяющимся в арифметической прогрессии, и интенсивностью, изменяющейся в геометрической прогрессии, выражается логарифмическим уравнением, известным под названием **закона Фехнера**. Иными словами, величина ощущения является логарифмической функцией сигнала, или

$$S = k \log I,$$

где S — величина ощущения, $\log I$ — логарифм физической интенсивности сигнала и k — константа, отражающая отношение Вебера для данного сенсорного параметра.

Эта логарифмическая зависимость показывает, что ощущение увеличивается медленнее, чем интенсивность сигнала; по мере увеличения интенсивности сигнала для достижения одного и того же сенсорного эффекта требуется все большая и большая его интенсивность. Иными словами, для достижения равных сенсорных эффектов требуются все более и более значительные увеличения интенсивности сигнала.

Насколько применим закон Фехнера для описания связи между ощущением и интенсивностью сигнала? Так же как и закон Вебера, на котором он основан, закон Фехнера достаточно надежен при многих условиях, но его действие ограничено, и он лучше всего служит для аппроксимации связи между величиной ощущения и интенсивностью сигнала. Основное допущение закона Фехнера о том, что все ЕРР равны, не бесспорно. Например, в соответствии с этим допущением звук, интенсивность которого на 20 ЕРР превышает абсолютный порог, должен быть в два раза громче того звука, интенсивность которого превышает звуковой порог на 10 ЕРР (ибо один содержит в два раза больше единиц ЕРР, чем другой). В действительности, однако, звук, интенсивность которого превышает порог на 20 ЕРР единиц, не в два раза, а гораздо громче того звука, интенсивность которого превышает порог на 10 ЕРР единиц. Следовательно, нельзя говорить о том, что эффект всех ЕРР для данного сенсорного параметра одинаков.

Степенной закон Стивенса

Фехнер создал психофизическую шкалу ощущений, основанную на дифференциальном пороге и постоянстве фракции Вебера для определенного сенсорного параметра. Спустя примерно сто лет С. С. Стивенс разработал другую психофизиче-

скую шкалу, основанную на иных допущениях. Стивенс предположил, что связь между величиной ощущения и интенсивностью сигнала не описывается логарифмической функцией. Одна из статей Стивенса, посвященная критическому анализу уравнения Фехнера, имела многозначительное название «Отдадим должное Фехнеру и отменим его закон» (Stevens, 1961a). Стивенс утверждал, что возможна непосредственная оценка ощущений, для этого нужно лишь использовать определенные методы, позволяющие наблюдателям «переводить» свои ощущения на язык чисел.

В соответствии с самым распространенным из этих методов, названных **методом определения величины**, наблюдателю предъявляют стандартный сигнал, называемый **модулем**, например свет или звук средней интенсивности, и просят присвоить ему численное значение, предположим, 10 или 100. Затем наблюдателю поочередно предъявляют в случайной последовательности разные сигналы, отличающиеся друг от друга только по одному параметру, допустим, по физической интенсивности. Каждому из этих сигналов наблюдатель присваивает численное значение, выражая тем самым свою оценку того, насколько этот сигнал отличается от стандартного (модуля). По существу, наблюдатель непосредственно определяет величину ощущения, вызываемого каждым сигналом, и присваивает ему численное значение. Рассмотрим в качестве примера эксперимент со звуками и модулем, которому присвоено значение 100. Если наблюдатель услышит звук, в два раза более громкий, нежели модуль, он присвоит ему число 200, если звук будет в два раза слабее — 50, если в четыре раза слабее — 25 и т. д. Иными словами, наблюдатель попытается связать зафиксированную им интенсивность каждого сигнала с тем числом, которое изначально было присвоено модулю. После выполнения задания физические интенсивности предъявленных наблюдателю сигналов можно сопоставить с присвоенными им численными значениями. Результатом такого сопоставления становится шкала громкости.

Используя подобные методы, Стивенс и его многочисленные последователи нашли уравнение, описывающее связь между величиной сигнала и величиной вызываемого им ощущения, названное степенным **законом**. В соответствии с этим законом величина сенсорного, или субъективного, ощущения возрастает пропорционально физической интенсивности сигнала, возведенной в степень. Иными словами, величина ощущения равна физической интенсивности, возведенной в степень:

$$S = k I^b,$$

где S — ощущение, k — константа (фактор шкалы, отражающий выбор единиц измерения параметра, вызывающего ощущения, например, дюймы, граммы, амперы), I — интенсивность стимула и b — показатель степени, в которую возводится интенсивность, постоянный для данного сенсорного параметра.

Необходимо подчеркнуть два обстоятельства: 1) экспонента уравнения (b) отражает связь между интенсивностью сигнала и величиной ощущения и 2) каждому сенсорному параметру — яркости, громкости и т. д. — соответствует своя собственная экспонента (b). Некоторые сенсорные параметры, подчиняющиеся степенному закону, и их экспоненты представлены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Типичные экспоненты (b) степенной функции, выражающей зависимость между стимуляцией и ощущением

Параметр	Измеренная экспонента (b)	Условия стимуляции
Громкость	0,6	Оба уха
Яркость	0,33	Маленький стимул в темноте
Запах	0,55	Кофе
Вкус	1,3	Сахароза
Вкус	0,8	Сахарип
Вкус	1,3	Соль
Температура	1,0	Охлаждение руки
Температура	1,6	Согревание руки
Вибрация	0,95	60 Гц (на палец)
Продолжительность	1,1	Белый шум
Давление на ладонь	1,1	Статическое усилие, приложенное к коже
Тяжесть	1,45	Поднятие тяжестей
Сжатие пальцев	1,7	Ручной динамометр
Электрический шок	3,5	Пропускание тока через пальцы
Шероховатость на ощупь	1,5	Поглаживание грубой ткани
Твердость на ощупь	0,8	Сжатие резины
Визуальное восприятие длины	1,0	Проекция линии

Источник: Stevens (1961b, 1970, 1975).

Следовательно, опираясь на степенной закон, можно доказать, что восприятие одних ощущений отличается от восприятия других в той же мере, в какой величина ощущения изменяется при изменении интенсивности сигналов. Например, при использовании метода определения величины для оценки длины линии экспонента в уравнении практически равна 1,00, и оно упрощается, превращаясь в $S = kI$. Это значит, что кажущаяся длина увеличивается прямо пропорционально физической длине. Подобная связь между ощущением (или физиологической величиной) и величиной сигнала графически может быть представлена прямой или кривой линией, которая описывается **степенной функцией**. Связь между ощущением и стимулированием, в случае когда речь идет, например, о восприятии длины, описывается прямой, выходящей из точки пересечения координат под углом 45° (рис. 2.10). Линейная зависимость означает, что линия длиной 10 дюймов кажется в два раза длиннее той, длина которой равна 5 дюймам, и в два раза короче той, длина которой — 20 дюймов. Для ощущения яркости в соответствии с данными, полученными методом прямого определения величины, экспонента равна примерно 0,33. Если зависимость между величиной сигнала и сенсорной, или психологической, величиной выразить графически так, как это сделано на рис. 2.10, получится вогнутая кривая. Это значит, что яркость (сенсорный параметр) увеличивается значительно медленнее, чем интенсивность света, т. е. имеет место *компрессия* (сжатие) сен-



Рис. 2.10. Степенные функции, выражающие связь между ощущением (психологической величиной) и интенсивностью сигнала (физической величиной)

Форма степенной функции определяется ее экспонентой: если экспонента больше 1, кривая выпуклая, если меньше 1 — вогнутая. Так, для электрического тока и яркости зависимости ощущений от интенсивности сигнала выражаются кривыми, имеющими разные формы, поскольку их экспоненты (b) равны 3,5 и 0,33 соответственно. Степенная функция для кажущейся длины — практически прямая линия, ибо ее экспонента близка к 1,00. Единицы, отложенные на координатных осях данного рисунка, — условные и выбраны произвольно, чтобы показать одновременно все возможные формы кривых. (Источник: S. S. Stevens, *Psychophysics of Sensory Function*, в кн.: W. A. Rosenblith (ed.), *Sensory Communication*, 1961)

сорного параметра, или параметра ответа. Так, чтобы увеличить в два раза ощущение яркости, требуется значительно большее, нежели двукратное, увеличение интенсивности источника света.

Экспериментальное подтверждение

Компрессия (сжатие) ответа

С помощью двух 60-ваттных лампочек очень легко доказать, что двукратное увеличение интенсивности источника света не приводит к двукратному увеличению ощущения яркости. В любой комнате, в которой нет других источников света, включите одну лампочку. Вы получите сигнал, интенсивность которого соответствует 60 ваттам. Не глядя непосредственно на лампочку, оцените яркость. Затем включите вторую. При этом физическая интенсивность света удвоится и станет соответствовать 120 ваттам. Однако ваши собственные ощущения будут отнюдь не в два раза сильнее. Иными словами, комната не будет казаться в два раза более освещенной, хотя интенсивность света увеличилась именно в два раза. Это и есть компрессия (сжатие) ответа. На самом деле для двукратного увеличения яркости требуется восьмикратное увеличение интенсивности источника света.

В отличие от яркости экспонента электрического шока, вызванного пропуском тока через палец, равна примерно 3,5, и, как следует из рис. 2. 10, его степенная функция описывается выпуклой кривой. Понятно, что даже несильный элект-

рический ток при соприкосновении с кончиком пальца вызывает заметный сенсорный эффект (разумеется, он также может вызвать и боль). В данном случае мы наблюдаем экспансию сенсорного параметра. Увеличение в два раза силы тока, пропускаемого через кончик пальца, вызывает более значительное, нежели двукратное, увеличение ощущения (оно увеличивается более чем в 10 раз). Это явление называется *экспансией ответа*.

Вообще, и кривизна степенной функции, и характер зависимости увеличения сенсорного параметра от интенсивности стимула зависят от экспоненты. Уравнение, экспонента которого близка к 1,00, описывается прямой линией. Если экспонента больше единицы, уравнение описывается выпуклой кривой, что соответствует экспансии ответа. Если экспонента меньше единицы, уравнение описывается вогнутой кривой, и наблюдается компрессия ответа. Однако удобство степенных функций заключается в том, что если на обеих координатных осях отложить логарифмы — на одной логарифм интенсивности сигнала, а на другой логарифм сенсорной, или психологической, величины (для этого обычно используется определенным образом разграфленная бумага) то появляются прямые линии, углы наклона которых (степень крутизны) равны экспонентам b . Иными словами, если вместо значений интенсивности сигнала и величины, характеризующей ощущения, отложить на координатных осях их логарифмы, кривизна линий, описывающих уравнения, исчезает, а углы наклона прямых линий соответствуют значениям экспо-

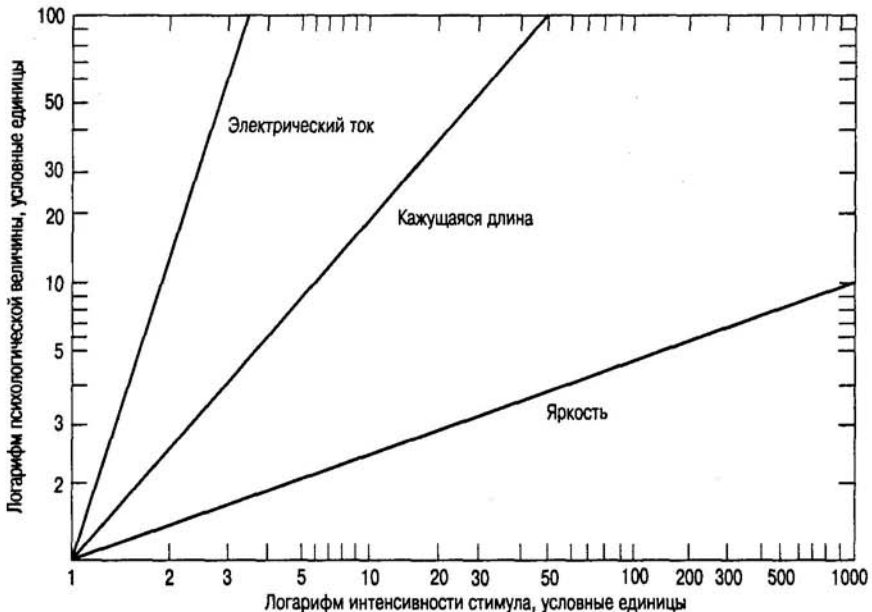


Рис. 2.11. Степенные функции, отложенные в логарифмических координатах

Будучи представленными в логарифмических координатах, кривые рис. 2.10 превращаются в прямые линии. Угол наклона прямой равен экспоненте степенного уравнения, описывающего силу ощущения (психологическую величину) (Источник: S. S. Stevens, *Psychophysics of Sensory Function*, в кн.: W. A. Rosenblith (ed.), *Sensory Communication*, 1961)

нент в уравнении Стивенса. Именно поэтому, как следует из рис. 2.11, на котором кривые рис. 2.10 представлены в координатах $\log - \log$, различия в кривизне превращаются в разные углы наклона. В координатах $\log - \log$ высокая экспонента ощущения, вызываемого электрическим током, дает угол наклона, превышающий 45° , экспонента яркости — острый угол, который менее 45° , а линейная функция для кажущейся длины прямой идет под углом 45° , и ее наклон равен 1,00.

Степенной закон Стивенса доказал свою полезность для психологии, поскольку практически любой сенсорный параметр — в тех пределах, в которых наблюдатели могут надежно присвоить численные значения своим субъективным впечатлениям, или ощущениям, — может быть легко шкалирован. Число сторонников степенного закона, согласных с тем, что он является валидным отражением связи между субъективным опытом (ощущением) и физической интенсивностью, растет.

Относительность психофизических выводов

Любой сигнал редко воспринимается изолированно; исключение, возможно, составляют лишь специально созданные, определенные лабораторные условия. А это значит, что на восприятие сигнала могут влиять и связи, существующие между ним и его контекстом, или фоном. Например, центральная горизонтальная линия, представленная на рис. 2.12, *а*, кажется немного короче, чем та, что изображена на рис. 2.12, *б*, но физически эти две линии равны между собой. Они расположены таким образом, что их равенство должно было бы быть очевидным, однако центральная линия рис. 2.12, *б* все же кажется длиннее. Квадраты, ограничивающие обе центральные линии, влияют на восприятие их длины и приводят к его искажению. А это значит, что нельзя ни пренебрегать *контекстом* — влиянием на восприятие сигнала обстановки, предшествующей ему или создающейся впоследствии, ни недооценивать это влияние. (Исчерпывающее описание этой проблемы общего характера читатель найдет в Nelson, 1964.)

Сказанное выше отражает общий принцип восприятия, а именно: восприятие сигналов зависит не только от непосредственной сенсорной информации, которую они несут в себе, такой, например, как размер, форма, положение в пространстве и цвет, но также и от контекста, в котором они возникают. Иными словами, на восприятие конкретного сигнала влияют все фоновые раздражители, включая те, что предшествовали ему, а в некоторых случаях и те, что возникли после него.

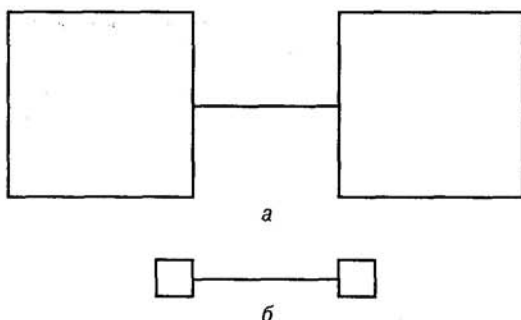


Рис. 2.12. Влияние контекста на кажущуюся длину

Центральные линии *а* и *б* равны, но благодаря особенностям контекста — разновеликим квадратам, ограничивающим их, — линия *б* кажется длиннее. (Это явление называется иллюзией Болдуина)

Интересно отметить, что это явление характерно не только для людей. Известно, например, что контекст и эффект контрастов влияют и на некоторые формы практического поведения крыс (Flaherty, 1982; Flaherty & Grigson, 1988). Одной из впечатляющих форм проявления подобной относительности следует признать *последствия негативного контраста*. Так, одна группа крыс в течение какого-то времени получала щедрое вознаграждение (сильно подслащенную воду), а затем была лишена его и стала получать менее сладкую воду. Животные, чье вознаграждение было уменьшено, начали вести себя менее активно, чем те, которые входили в контрольную группу и всегда получали только не очень сладкую воду. Следовательно, *контраст* между двумя уровнями вознаграждения для «наказанной» группы животных усилил эффект от уменьшения содержания сахара в воде, что и привело к изменению поведения. Все дело в том, что после очень сладкого раствора менее сладкий показался им еще менее сладким, чем был в действительности.

Выводы

В этой главе изложены некоторые из принципиальных дискуссионных вопросов *психофизики*, изучающей связь между физической стимуляцией и субъективным опытом (ощущением). С этой целью были описаны концепции абсолютного и дифференциального порогов, включая и общие методы их определения. Абсолютный порог (или абсолютный лимен) был определен как минимальное количество энергии, необходимое для того, чтобы сигнал можно было обнаружить. Однако само существование абсолютного порога было поставлено под сомнение, ибо множество факторов делают несостоятельным понятие единственной, неизменной величины обнаруживаемого сигнала.

Идея абсолютного порога была подвергнута критике и при обсуждении теории обнаружения сигнала (ТОС). ТОС обращает основное внимание на то, что когда наблюдатель оказывается перед необходимостью обнаружить пограничный или очень слабый сигнал, на его решение относительно того, присутствует этот сигнал или нет, влияет ряд таких несенсорных факторов, как внимание, ожидания и мотивация, и они способны исказить его ответ. Мы рассказали также и о том, что ТОС позволяет выделить и оценить влияние на поведение наблюдателя двух факторов — сенсорной способности и психологических параметров несенсорного характера.

В этой главе также было рассмотрено и противоречивое понятие — подпороговое восприятие: обнаружение сигнала, величина которого лежит ниже уровня сознательного восприятия. Обсуждены результаты некоторых экспериментов, показавших, что стимуляция, непосредственно не обнаруживаемая наблюдателем, влияет на его поведение, и степень этого влияния можно измерить. Сформулирован вывод о том, что при некоторых условиях может быть достигнута сублиминальная стимуляция, регистрируемая наблюдателем, и что она может влиять на обнаружение, или распознавание, последующего сигнала.

Дифференциальный порог (порог различения) был определен как степень изменения в интенсивности сигнала, необходимая для того, чтобы можно было обнаружить разницу между двумя сигналами. Это определение привело нас к обсуж-

дению отношения (закона) Вебера, смысл которого заключается в том, что степень изменений в сигналах, необходимая для того, чтобы они были восприняты как разные, пропорциональна их интенсивности. Затем мы изложили суть работ Фехнера, явившихся дальнейшим развитием работ Вебера. Фехнер предложил уравнение, описывающее связь ощущения и стимуляции. Из этого уравнения следует, что величина ощущения пропорциональна логарифму физической интенсивности сигнала. Несмотря на то что общая валидность как отношения Вебера, так и особенно уравнения Фехнера подвергалась сомнению, они оказали заметное влияние на подход к измерениям в психофизике.

Альтернативой закону Фехнера в том, что касается измерения психологических параметров при помощи шкал, является степенной закон Стивенса. В соответствии с этим законом, для многих сенсорных и перцептивных явлений характерна степенная зависимость между стимулированием и ощущением, т. е. ощущение возрастает пропорционально стимулу, возведенному в степень. Подобное математическое выражение зависимости между ощущением и стимулированием было с успехом использовано в разных разделах психологии.

В конце главы мы отметили, что на оценку сигналов влияет окружающая обстановка. Выводы, к которым приходят при выполнении психофизических заданий, относительно и принимаются под влиянием контекста, в котором возникает сигнал. Общий перцептивный принцип заключается в том, что восприятие сигнала зависит не только от абсолютных, сиюминутных, факторов, но и от взаимосвязи сигнала с контекстом, в котором он появляется. Иными словами, восприятие сигнала во многом зависит от того, что ему предшествует, что следует за ним и что служит для него фоном.

Ключевые слова

Абсолютный порог (абсолютный лимен)	Надпороговое восприятие
Дифференциальный порог (порог различения)	Определение величины
Едва различимая разница (ЕРР)	Подпороговое восприятие
Закон (отношение) Вебера	Попадание
Закон Фехнера	Порог
Искажение ответа	Правильное отрицание
Кривые рабочей характеристики приемника (РХП)	Промах
Критерий β	Психофизика
Ложная тревога	Психофизические методы
Метод границ (метод минимальных изменений)	Семантическая установка
Метод постоянных раздражителей	Сигналы
Метод средней ошибки	Степенная функция
Модуль	Степенной закон
	Теория обнаружения сигнала (ТОС)
	Чувствительность
	Шум
	Эпизоды-ловушки