

**Психология ощущений и восприятия.  
Хрестоматия по психологии. М., 1999. С.  
242-249**

**С.В. Кравков**

**ПОРОГИ ОЩУЩЕНИЯ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ <sup>1</sup>**

Различные афферентные системы, дающие нам сведения о состоянии окружающего нас внешнего мира или о состоянии нашего собственного тела, могут быть, очевидно, более или менее чувствительными к отображаемым ими явлениям, т. е. могут отображать эти явления с большей или меньшей точностью. Встает, таким образом, вопрос о различной чувствительности наших рецепторов в тех или иных условиях.

Под чувствительностью того или иного рецептора в психофизиологии можно понимать совершенно то же, что понимается под чувствительностью того или иного измерительного прибора в физике. Если мы оцениваем один гальванометр как более чувствительный по сравнению с другим, это значит, что данный гальванометр способен дать отклонение стрелки в ответ на меньший ток, чем второй гальванометр. Чувствительность того или иного органа чувств мы подобным же образом измеряем тем минимальным раздражителем, который в данных условиях оказывается способным вызывать ощущение. Такой минимальный раздражитель, вызывающий ощущение, носит название *абсолютного порога ощущения*.

Называя чувствительность буквой  $E$ , а величину порогового раздражителя буквой  $r_0$ , мы имеем, таким образом, равенство  $E = 1/r_0$ . Иными словами, чем меньше порог, тем больше чувствительность. Но посредством наших органов чувств мы можем не только констатировать наличие того или иного раздражителя, но и различать раздражители по их силе и качеству.

Подобная различительная чувствительность наших рецепторов, так же как и абсолютная чувствительность их, есть ве-

личина, меняющаяся в зависимости от очень многих условий. Однако для каждого данных условий мы можем и ее характеризовать количественно, измерить. Это осуществляется путем определения величины разностного порога ощущения, т. е. той минимальной разницы в раздражителях, которая нами ощущается. Чем разностный порог больше, тем различительная чувствительность меньше, и наоборот. Если обозначить различительную чувствительность буквой  $E_r$ , а абсолютную величину разностного порога через  $\Delta r$ , то можно сказать, что

$E_r = 1 / \Delta r / r = r / \Delta r$ , где  $r$  — величина того свойства раздражителя, по отношению к которой производится оценка, а  $\Delta r$  — то минимальное изменение этой величины, которое необходимо для возникновения у нас ощущения едва заметной разницы. Пороговые раздражители являются, таким образом, теми величинами, которые характеризуют чувствительность той или иной нашей афферентной системы в данных условиях.

Необходимо, однако, заметить здесь, что повышение чувствительности иногда сказывается не понижением порогов, а обострением субъективной реакции на пороговое раздражение.

Такой случай мы имеем, например, в условиях протопатической кожной чувствительности. В отличие от обычного, данного нами выше определения термина чувствительности, здесь можно говорить о «гиперпатии», как то и предлагает делать Л. А. Орбели.

Изучение количественных связей между изменениями раздражителей и соответствующими им изменениями наших ощущений со времени Фехнера [1] (1860) носит название психофизики. В психофизике разработан ряд методов определения порогов.

Г. Э. Мюллер [2] различает следующие три главных метода: метод установки (по Фехнеру, метод средней ошибки), метод границы (по Вундту, метод минимальных изменений) и метод постоянных раздражителей (по Фехнеру, метод истинных и ложных случаев).

*Метод установки или метод средней ошибки* состоит в том, что испытуемый субъект сам изменяет интенсивность раздражителя, то увеличивая, то уменьшая ее, до тех пор, пока не получит едва заметного ощущения вообще (при определе-

нии абсолютного порога) или ощущения, равного по силе некоторому другому заданному (при определении разностного порога).

Каждая отдельная установка дает обычно значения, несколько отличающиеся друг от друга, скажем  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  и т. д. Средняя арифметическая этих значений будет  $a_m = \Sigma a / n$ , где  $n$  — число сделанных определений. Эта величина  $a_m$  и рассматривается как величина раздражителя, соответствующая абсолютному порогу, или же как величина, субъективно соответствующая раздражителю, данному как норма. Сумма разностей между величиной  $a_m$  и отдельными значениями  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  разностей, равных соответственно  $d_1 = a_1 - a_m, d_2 = a_2 - a_m, \dots, d_n = a_n - a_m$ , деленная на число сделанных установок, дает величину среднего уклонения или средней ошибки  $E = \Sigma d / n$ . При этом величины  $d$  берутся без учета их знака. Среднее уклонение, или средняя ошибка, есть одна из мер точности установок, производимых наблюдателем. Фехнер считал возможным думать, что величина средней ошибки является прямо пропорциональной разностному порогу. С последним трудно согласиться.

Как справедливо многими указывалось, величина средней ошибки, устанавливаемой по данному методу, зависит и от манеры устанавливания наблюдателем искомой величины, т. е. от многих обстоятельств, стоящих с величиной самого порога в достаточно сложной связи.

*Метод границы, или метод минимальных изменений*, предусматривает определение искомой величины (абсолютного или разностного порога) путем предъявления испытуемому лицу последовательного ряда раздражителей, постепенно, минимальными и равными ступенями, возрастающей и убывающей интенсивности. При этом один раз раздражения предъявляются по убывающей интенсивности их, меняясь от ощущения явно заметного, а другой раз — по возрастающей — от неощущаемого. Если речь идет о нахождении абсолютного порога, то определяются две величины: 1) величина раздражителя, впервые ощущаемая испытуемым лицом при применении ряда раздражителей возрастающей интенсивности, и 2) величина раздражителя, впервые им не ощущаемая, — при обратном, убывающем по интенсивности порядке раздражителей.

Средняя арифметическая из этих величин и принимается за истинное значение абсолютного порога. Как легко понять, точность подобных определений будет тем больше, чем меньше те ступени, по которым мы изменяем силу предъявляемых раздражителей. Они должны быть по возможности малыми, откуда и само название метода. При определении разностного порога методом минимальных изменений находят уже не две, а четыре величины. Именно в случае нисходящего ряда раздражителей, идя от «заметно большего», находят то значение раздражителя  $r_0'$ , при котором наш изменяемый раздражитель «перестает казаться большим» по сравнению с раздражителем постоянным. Продолжая уменьшать интенсивность переменного раздражителя далее, доходят до момента, когда изменяемый раздражитель впервые «начинает казаться меньше» постоянного раздражителя, с которым производится сравнение. Такое значение переменного раздражителя можно назвать  $r_u'$ . Затем, идя уже восходящим порядком, т. е. давая последовательно все более и более сильные раздражения, отправляясь вначале от «заметно меньшего», определяют значения раздражителей, при которых переменный раздражитель «перестает казаться меньше» постоянного (значение  $r_u''$ ) и, наконец, такое значение переменного раздражителя, при котором он «начинает казаться больше» постоянного (значение  $r_0''$ )...

На основании полученных таким путем данных находят

$$r_0 = \frac{r_0' + r_0''}{2} \quad \text{и} \quad r_u = \frac{r_u' + r_u''}{2} \quad \text{и определяют затем верхний разностный порог } \Delta r_0 = \Delta r_0' - N \text{ и нижний разностный порог } \Delta r_u = N - r_u.$$

Средним разностным порогом будет соответственно величина  $\Delta r = (\Delta r_0 + \Delta r_u) / 2$ , вычисление которой оправдано в случае, когда  $\Delta r_0$  и  $\Delta r_u$  близки друг к другу.

Третий главный психофизический метод, как было сказано выше, — это метод *постоянных раздражений или метод истинных и ложных случаев*. При пользовании этим методом определение искомых величин абсолютного или разностного порога производится уже не столь прямым образом, как посредством двух вышеописанных методов, но лишь на основании статистической обработки достаточно большого числа показаний испы-

туемого. Метод состоит в следующем. Раздражители различной интенсивности предъявляются испытуемому в беспорядочной последовательности. Если дело идет об определении разностного порога, раздражители эти предъявляются, чередуясь с нормальным. От испытуемого требуется при этом оценить, кажется ли ему переменный раздражитель больше нормального или меньше его или лее кажется равным раздражителю нормальному. В случае определения абсолютного порога испытуемый просто должен говорить, ощущает он или не ощущает предъявляемое ему раздражение. Сама величина порога вычисляется в результате подсчета правильных и ложных ответов, данных испытуемым при многократной оценке предъявлявшихся ему в беспорядке раздражителей разной интенсивности. Значение этих раздражителей или же разность ( $D$ ) между ними и каким-либо раздражителем, являющимся нормальным, через небольшие равные ступени откладываются по абсциссе; по ординате же

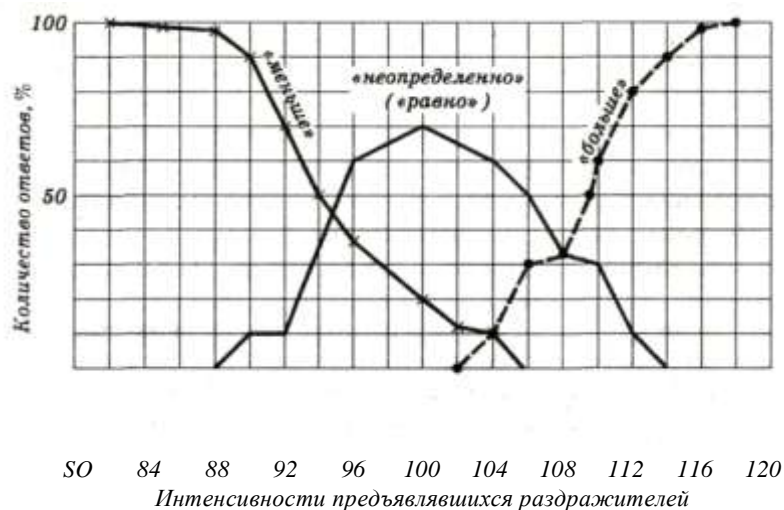


Рис. 1. Графическое изображение результатов измерения разностных порогов по методу постоянных раздражений. В качестве нормального служило раздражение, равное 100.

откладываются частоты ответов, данных испытуемым, — ответов правильных, ложных и неопределенных. На рис. 1 показана в качестве примера запись результатов измерения разностных порогов по методу постоянных раздражителей. При этом берут не абсолютное количество таких ответов, полученных для различных раздражителей, а их относительное количество по отно-

шению к общему числу всех оценок данного раздражителя. Оценки неопределенные (т.е. такие, в которых испытуемый затрудняется сказать, больше или меньше нормального данный раздражитель) Фехнером причислялись поровну к оценкам правильным и к оценкам ложным. Пороговому значению  $S$  в таком случае соответствует такое значение  $D$ , на которое падает одинаковое количество оценок правильных и ложных, т.е. значение  $D$ , оценивающееся правильно в 50% всех предъявлений. Допуская, что наши оценки, даваемые раздражителям в зависимости от величины этих последних, подчиняются закону Гаусса, Фехнер приходит к выводу, что относительное количество правильных ответов «больше»  $r/n$  - (где  $r$  есть число правильных ответов, а  $n$  — общее количество ответов) зависит от величины  $D$  (т.е. разности данного раздражителя с нормальным) следующим образом:

$$r/n = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{t^2} e^{-t^2} dt$$

В этой формуле  $t = h \cdot D$ , где  $h$  - мера точности, а  $e$  - основание логарифмов Непера. Фехнером даются специальные, так называемые фундаментальные таблицы к методу истинных и ложных случаев. В этих таблицах для разных значений  $r/n$  вычислены соответствующие им значения  $t$ , что позволяет, зная  $r/n$  и  $D$ , находить  $h$ . Последнюю же величину Фехнер и рассматривает как искомую меру чувствительности.

$h$  является показателем крутизны психометрической кривой — кривой, отображающей зависимость относительного количества ответов одного типа (например, ответов «Больше») от интенсивности раздражителя. Ясно, что чем круче психометрическая кривая, тем острее разностная чувствительность (прим. ред.).

Г. Э. Мюллер и отличие от Фехнера считает необходимым посредством метода истинных и ложных случаев определять не только меру точности  $h$ , но и самую величину разностного порога  $S$ .

Для вычисления ее были предложены различные способы. Мы укажем здесь на следующие формулы. При определении верхнего разностного порога, т.е. разностного порога в сторону более сильного раздражителя,

$$S_0 = (D_0 + i/2) - (\Sigma g \cdot i)/n,$$

где  $S_0$  — величина раздражителя, соответствующая верхнему разностному порогу;

$D_0$  — максимальная величина интенсивности переменного раздражителя (при этой интенсивности все ответы испытуемого должны быть правильными);

$i$  — величина постоянного интервала между интенсивностями предъявляемых в беспорядке переменных раздражителей;

$\Sigma g$  — сумма всех ответов «больше» («сильнее»);

$n$  — общее число всех ответов, получаемых от испытуемого для каждой отдельной величины переменного раздражителя (число это для каждого из переменных раздражителей должно быть одинаковым).

При определении нижнего разностного порога (т.е. разностного порога в сторону более слабого раздражителя)

$$S_u = (D_u - i/2) + (\Sigma k \cdot i)/n,$$

где  $S_u$  — величина раздражителя, соответствующая этому порогу;

$D_u$  — минимальная величина интенсивности применявшегося переменного раздражителя, при которой все ответы испытуемого должны быть правильными;

$\Sigma k$  — сумма всех ответов «меньше» («слабее»).

Разность между величинами  $S_0$  и  $S_u$  будет характеризовать ту область переменных раздражителей, которая вызывает у испытуемого оценки «равны» («одинаковы»):

Предлагаемый Г. Э. Мюллером способ определения величины разностного порога  $S$  свободен от допущения о нормальности психометрической кривой (*прим. ред.*).

$$S_0 - S_u = (\Sigma q \cdot i)/n,$$

где  $\Sigma q$  — сумма всех ответов «равны». Верхний разностный порог будет, очевидно, равен  $S_0 - N$ , где  $N$  — величина нормального раздражителя, а нижний разностный порог будет равняться соответственно  $S_u - N$ .

Вышеприведенные формулы вытекают из рассмотрения идеальных прямоугольников, к которым могут быть приведены площади, очерчиваемые кривыми частоты ответов «меньше», «равны» и «больше», даваемыми в эксперименте, проведенном по методу постоянных раздражений.

Для вычисления посредством этих формул не разностного, а абсолютного порога надо лишь собрать и подсчитать ответы «нет», «неопределенно» и «есть» (вместо ответов «меньше», «равны» и «больше») [3].

#### Литература

1. *Fechner G.* Elemente der Psychophysik. Zwei Teile. Leipzig, 1860.
2. *Muller G.* Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Wiesbaden, 1904.
3. *Pauli R.* Psychologisches Praktikum, 2. Jena, 1923, § 2.