

II

ИЗМЕРЕНИЯ, ПРОЦЕДУРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ИЗМЕРЕНИЕ ОЩУЩЕНИЙ

В. А. Антонец

Институт прикладной физики РАН
(Нижний Новгород)
ava@nant.ru

Рассматривается новый метод измерения в реальном масштабе времени количественных характеристик восприятия стимулов различной модальности, основанный на инструментальном контроле параметров моторной реакции человека.

Ключевые слова: стимул, ощущение, восприятие, психофизические исследования, инструментальный метод.

До настоящего времени было известно 2 метода измерения, позволяющие количественно характеризовать ощущения человека, вызываемые чувственными стимулами.

Первый метод, возникновение которого связано с работами Бугера (Bouguer, 1727) по восприятию человеком яркости светящихся объектов, а развитие – с работами Вебера, он основан на определении едва различимой разницы между стимулами. Многочисленными исследованиями показано, что в диапазоне величин стимулов, далеких от порогов восприятия и боли, отношение разницы величин едва различаемых стимулов ΔR к величине стимула R является приблизительно постоянной величиной K , т. е. $\Delta R/R = K$, значение которой зависит от модальности стимула (закон Бугера–Вебера).

Второй метод, созданный Стивенсом (Stevens, 1957), основан на открытой им способности человека давать устойчивую количественную оценку отношения силы ощущения S , возникающей при действии стимула R к силе ощущения S_0 , возникающей при действии образцового стимула R_0 (модуля). Им установлено, что в диапазоне величин стимулов далеких от порогов восприятия и боли приблизительно сохраняется соотношение $R/R_0 = (S/S_0)^\alpha$, где α – числовой показатель, зависящий от модальности ощущения.

Величины K и α измерены практически для всех модальностей ощущений и внесены в справочные руководства Общим для обоих этих способов измерения

количественных характеристик ощущения является необходимость осознания испытуемым этого ощущения и вербального выражения оценки его силы.

В докладе рассматривается разработанный нами новый метод измерения количественных характеристик ощущения, который не предполагает вербализации. Он основан на том простом факте, отмеченном еще Сеченовым (Сеченов, 1891), что человек использует ощущения в системе обратной связи для управления своими функциями, например движением. Следовательно, изучая зависимость инструментально измеряемой величины погрешности выполнения испытуемым задачи управления от величины стимула, используемого как сигнал управления, можно определить количественные характеристики сенсорных систем. При этом количественную зависимость погрешности решения задачи управления от величины физического параметра внешнего стимула используют как характеристику сенсорного анализатора.

В естественной ситуации этот метод легко реализуем для исследования ощущения тяжести, а также высоты и громкости тонального звука. Так, в (Антонец, Ковалёва, 1996) нами изучены флуктуационные микроколебания предплечья при удержании грузов различной величины и установлено постоянство отношения спектральной компоненты этих микроколебаний на частоте порядка 2 Гц к величине удерживаемого груза. В другой работе (Антонец и др., 2001) была установлена линейная зависимость между флуктуациями частоты голосового воспроизведения испытуемыми тонального звука и частотой этого звука. Оба эти результата напоминают закон Вебера.

В последующем (Антонец и др., 2009; Антонец и др., 2010) метод удалось распространить на ощущения других модальностей за счет того, что испытуемого включали в состав человеко-компьютерной системы, в которой зрительные и звуковые стимулы генерировались электронной системой (компьютером) и предъявлялись испытуемому. Ориентируясь на свои ощущения, он должен был в динамическом режиме управлять электронным устройством и воспроизводить предъявляемые экспериментатором стимулы с установленными параметрами. В частности, воспроизводить тональный звук определенной высоты и угол наклона отрезка прямой линии, отображаемого на экране. Такое управление осуществлялось рукой при помощи бесконтактного манипулятора путем произвольного (осмысленного) изменения испытуемым расстояния между координатной плоскостью и манипулятором, удерживаемым рукой. Принципиальным моментом в реализованной схеме опыта является отсутствие механической связи руки с каким-либо внешним координатным устройством, в отличие от того, как это делается в методиках подравнивания, когда используются ручки управления, способные сохранять стационарное положение. При отсутствии опоры рука постоянно совершает движения – как произвольные (тремор), так и произвольные, осмысленные (управление). Таким образом, достижение определенного равновесного положения руки, необходимого для воспроизведения требуемой частоты звука, требуемого угла наклона отрезка или требуемого параметра иного стимула, возможно только за счет постоянного управления ею. Рука постоянно совершает управляющие движения и, следовательно, интересующие нас ошибки в управлении.

На рисунке 1 приведена схема экспериментальной установки для воспроизведения тональных звуков. Результаты, полученные при управлении высотой тонального звука, совпали с результатами при голосовом воспроизведении тональных звуков.

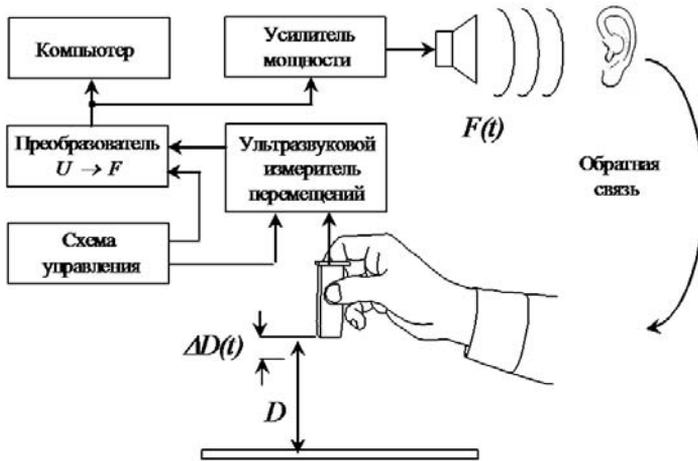


Рис. 1. Управление высотой тонального звука

Результаты по управлению угловой ориентацией отрезка прямой линии на экране компьютера позволили установить зависимость величины флуктуаций удерживаемого угла наклона от его величины. Затем эта зависимость была воспроизведена с помощью теоретической нейронно-сетевой модели. Это позволило на основе полученных экспериментальных данных идентифицировать параметры модели, в частности пороги возбуждения модельных нейронов, параметры межнейронных связей и минимальное количество нейронов первичного распознавателя. Таким образом была продемонстрирована работоспособность принципиально нового метода измерения характеристик ощущений.

Созданный метод открывает новые возможности для построения систем контроля состояния сенсорной сферы человека-оператора, решения задач синтеза человеко-машинных интерфейсов и построения систем «виртуальной реальности».

Литература

- Антонец В. А., Ковалёва Э. П. Оценка управления статическим напряжением скелетной мышцы по ее микродвижениям // Биофизика. Т. 41. №3. 1996. С. 711–717.
- Антонец В. А. и др. Количественная оценка восприятия частоты звуков слуховым анализатором // Сборник XI сессии Российского акустического общества. М., 2001. С. 180–183.
- Антонец В. А. и др. Количественная оценка восприятия человеком частоты тональных звуков // Биофизика. Т. 55. №1. 2010.
- Антонец В. А. и др. Идентификация параметров селективных модулей коры головного мозга человека по результатам измерения характеристик моторного отражения реакции на сенсорные стимулы // Тезисы. Российская конференция «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях». Н. Новгород. ИПФ РАН. 13–15 мая 2009. С. 12–13.
- Сеченов И. М. Физиология нервных центров. СПб., 1891.
- Bouguer P. Sur la meilleure méthode pour observer l'altitude des étoiles en mer et Sur la meilleure méthode pour observer la variation de la boussole en mer. Paris, 1727.
- Stevens S. S. On the psychophysical law // Psychol. Rev. 1957. №64. P. 153–181.