

## ПСИХОФИЗИКА ВОСПРИЯТИЯ ВРЕМЕНИ: ОБНАРУЖЕНИЕ НЕОДНОВРЕМЕННОСТИ СТИМУЛОВ

© 2007 г.

*Г.С. Шляхтин*

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

[vestnik\\_nngu@mail.ru](mailto:vestnik_nngu@mail.ru)

*Поступила в редакцию 27.04.2007*

Изучаются закономерности восприятия человеком одновременности событий в микроинтервалах времени. Результаты экспериментального исследования обсуждаются в рамках предложенной теоретической модели обнаружения разновременности с расщепленными критериями, разработанной в рамках теории статистических решений. Показано, что стандартные пороговые меры чувствительности являются в данной области неприменимыми, а выявленная дискретизация вызвана не особенностями протекания перцептивного процесса, а может быть обусловлена закономерностями принятия решений.

Восприятие времени, включающее в себя субъективное отражение топологических (неодновременность и последовательность) и метрических (длительность) характеристик событий внешней физической среды, является когнитивным элементом в структуре функциональной системы, обеспечивающей организацию психической активности во времени и адекватность поведения в целом [1, 4].

В отличие от восприятия (оценки) длительности, представляющей по сути дела процедуру количественного измерения и предполагающего использование понятия «мера», восприятие одновременности и порядка является решением иной задачи – задачи обнаружения и классификации, хотя и своеобразной. Соответственно, те психологические механизмы (и их модели), которые обеспечивают процесс ее решения, должны включать в себя элементы, позволяющие сформировать множество объектов классификации, критерии классификации, правила их применения и т.д.

Эти особенности процессов восприятия порядка и одновременности позволяют считать, что изучение механизмов этих процессов будет наиболее плодотворным в рамках психофизического подхода, обладающего адекватным понятийным и методическим аппаратом. Действительно, традиционно большая часть экспериментальных исследований в данной области относится к психофизике пороговых измерений – «психофизике I», как ее назвал Т. Энген [5], – определению порогов обнаружения порядка и одновременности, влиянию на эти пороги различных переменных.

Большинство подходов и моделей в рассматриваемой области могут быть отнесены

к одной из двух групп в зависимости от того, используется или нет в них принцип квантования времени в процессе получения оценки об одновременности, – к группе дискретных моделей или непрерывных моделей. Во многом такое положение сходно с ситуацией в отношении более общей проблемы, решаемой в психофизике с момента ее зарождения, – проблемы дискретности-непрерывности сенсорного ряда [2].

К дискретным могут быть отнесены модели перцептивного момента и модели переключения внимания. Первые из них опираются на предположение о прерывистости перцептивного процесса, когда он представляется в виде последовательности отдельных перцептивных актов, каждый из которых является полностью завершенным [7, 13]. Модели второго типа опираются на представление о существовании множества независимых сенсорных каналов и квантованного во времени времени доступа к ним со стороны последующих этапов переработки информации, определяемого как «переключение внимания» [6, 8–10]. К группе непрерывных моделей могут быть отнесены модель непрерывных перцептивных задержек [11], в которой реализовано представление о непрерывности перцептивного континуума и вариабельности перцептивной задержки, возникающей в сенсорно-перцептивной системе при формировании образа стимула, а также модель независимых каналов [12].

Психофизическая модель, в рамках которой будет осуществляться дальнейший теоретический анализ, представляет собой частный случай общей модели сенсорных процессов [3], однако обладает рядом отличительных особенностей, обусловленных спецификой объекта отражения. Переход к

задаче определения отношения во времени двух или более стимулов требует выделения в процессах принятия решения отдельного этапа, связанного с установлением разновременности и порядка следования стимулов. Так как выявление таких отношений может производиться только для уже обнаруженных стимулов, то процесс принятия решения об их разновременности или порядке должен следовать непосредственно за принятием решения о наличии стимулов (т.е. после их обнаружения).

Таким образом, в блоке принятия решения выделяются две части, одна из которых обеспечивает процесс обнаружения стимулов, а другая – процесс обнаружения отношений стимулов во времени. Процессы принятия решения приобретают определенную иерархическую структуру. Кроме оператора формирования сенсорного образа  $Q_{xX}$ , оператора принятия решения  $Q_{r/x}$  и оператора выбора ответной реакции  $Q_{R/r}$  возникают операторы второго уровня, задачей которых является получение решения об отношениях во времени между сенсорным событием  $x_n$  и предшествовавшим ему событием  $x_{n-1}$  (оператор  $Q_{x(n)/x(n-1)}$ ), и оператор формирования последовательности ответных реакций  $Q_{r(n)/r(n-1)}$ . Соответственно дополняется и линейное представление сенсорного процесса, которое приобретает следующий вид (рис. 1).

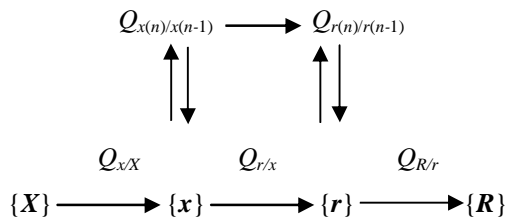


Рис. 1. Линейное представление сенсорного процесса ( $\{X\}$  – множество стимулов;  $\{x\}$  – множество сенсорных событий (образов);  $\{r\}$  – программа ответных реакций;  $\{R\}$  – множество ответных реакций)

Таким образом, в контексте излагаемого подхода структура механизмов обнаружения порядка и неодновременности будет включать в себя две основные части:

1) множество сенсорных каналов, представляемых  $Q_{xX}$  и  $Q_{r/x}$ , из которых первый является модально специфичным. Под сенсорным каналом понимается совокупность процессов формирования образа отдельного стимула и принятия решения об его обнаружении;

2) блок принятия решений, включающий операторы  $Q_{x(n)/x(n-1)}$  и  $Q_{r(n)/r(n-1)}$ . Функцией первого является определение временных отношений между сенсорными образами, поступающими на выход сенсорных каналов.

Сформулируем допущения, касающиеся характеристик основных элементов модели:

1. Операторы  $Q_{xX}$  и  $Q_{r/x}$  имеют стохастическую природу в том смысле, что время, необходимое сенсорной системе для формирования образа стимула и принятия решения об его обнаружении (перцептивная задержка  $t$ ), является в определенных пределах случайной величиной. При этом полагаем, что:

а) перцептивные задержки в сенсорных каналах независимы;

б) распределение плотностей вероятностей перцептивных задержек  $t_x$  и распределения плотности вероятности  $f(x)$ ,  $f(y)$  моментов времени  $t_x$  и  $t_y$ , отмечающих завершение процессов формирования образов, подчиняются нормальному закону и имеют равные дисперсии:  $D_x=D_y=D$ ;

в) интервал между математическими ожиданиями  $M_x$  и  $M_y$  распределений  $f(x)$  и  $f(y)$  равен интервалу времени между моментами  $t_x$  и  $t_y$ , в которые были предъявлены стимулы  $X$  и  $Y$ :  $M_{\Delta t} = M_y - M_x = t_y - t_x = \Delta t$ .

2. При принятии решения о порядке или разновременности испытуемый действует согласно правилам принятия статистических решений.

Решение задачи обнаружения неодновременности стимулов осуществляется путем сопоставления моментов завершения формирования образов этих стимулов  $t_x$  и  $t_y$ , а правило принятия решения выглядит следующим образом:

если  $\Delta t \overset{!}{\neq}$ , то  $R_1$  (Ответ: «Стимулы разновременны»);

если  $\Delta t \overset{=}{\approx}$ , то  $R_2$  (Ответ: «Стимулы одновременны»);

где  $\Delta t = t_y - t_x$ .

Величина  $\Delta t$  имеет распределение плотности вероятности  $f(\Delta t)$  с параметрами  $M_{\Delta t} = M_y - M_x$  и  $D_{\Delta t} = D_x + D_y$ . Положительными индексами обозначены распределения в области  $\Delta t > 0$ , отрицательными – области  $\Delta t < 0$ . Так как определение порядка стимулов во времени не входит в задачу, то в дальнейшем можно ограничиться рассмотрением только случаев, когда стимул  $X$  предъявляется первым или одновременно со стимулом  $Y$ , т.е. когда  $\Delta t = M_y - M_x > 0$ . В этом случае испытуемый должен отнести результат наблюдения (величину  $\Delta t$ ) к

одному из распределений – к  $f^0(\Delta t)$  или к  $f^k(\Delta t)$ . Если результат относится к  $f^0(\Delta t)$ , то стимулы считаются одновременными, если к  $f^k(\Delta t)$  – то разновременными.

Если наблюдатель стремится действовать оптимально, то он должен принимать такие решения, которые в итоге в наибольшей степени обеспечили бы правильность выполнения задачи по отношению ко всем возможным значениям  $\Delta t$ . С этой целью ему необходимо произвести оценку качества своей работы в соответствии с требованиями, содержащимися в инструкции: максимально точно обнаруживать состояние неодновременности стимулов  $X$  и  $Y$  на входе сенсорных каналов. Наиболее эффективно такая оценка, так же как и сама процедура принятия решения, осуществляется при использовании отношения правдоподобия  $I$ . Испытуемый определяет величину отношения правдоподобия  $I = f^k(\Delta t)/f^0(\Delta t)$  для всех значений  $\Delta t$  и в соответствии с принятой им стратегией (критерием эффективности) задает на множестве значений  $I$  некоторое пороговое значение отношения правдоподобия  $I_0$ . Соответственно правило принятия решения теперь будет выглядеть так:

$$\begin{aligned} &\text{если } I > I_0, \text{ то } R_1; \\ &\text{если } I < I_0, \text{ то } R_2. \end{aligned} \quad (1)$$

На оси  $\Delta t$  испытуемым фиксируется соответствующее  $I_0$  пороговое значение  $\Delta t_0$  (в дальнейшем эти значения  $\Delta t_0$  будем обозначать  $C_0$ ), причем, поскольку между  $C_0$  и  $I_0$  существует взаимно однозначное соответствие, то качество принимаемых решений не будет зависеть от того, на каких величинах они основываются – на  $I$  или на  $\Delta t$ , и, следовательно, правило принятия решения можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} &\text{если } \Delta t > C_0, \text{ то } R_1; \\ &\text{если } \Delta t < C_0, \text{ то } R_2. \end{aligned} \quad (2)$$

В том случае, если инструкция требует не двух категорий ответов, а большего их числа, испытуемый фиксирует соответствующее число  $I_0$  и  $C_0$ , и правило принятия решения состоит в определении того, какому именно критерию удовлетворяет величина  $\Delta t$ .

Важной особенностью процессов принятия решения о разновременности стимулов является то, что, даже если  $\Delta t - \Delta t > 0$ , величина  $\Delta t = t_y - t_x$  может быть меньше нуля, и наоборот. Это вынуждает испытуемого определять пороговые значения  $I_0$  в точках  $-C_0$ , расположенных в области  $\Delta t < 0$ , симметрично относительно  $\Delta t =$

0 имеющимся в области  $\Delta t > 0$  значениям  $C_0$ . В этих условиях правило решения (2) имеет явное преимущество перед правилом (1), поскольку абсолютные значения порогов принятия решения  $C_0$  одинаковы для области  $\Delta t > 0$  и  $\Delta t < 0$ , тогда как значения  $I_0$  для этих областей существенно различаются. Это означает, что возникает *расщепление критериев принятия решения*, и испытуемый, строго следуя требованиям инструкции, должен принимать решения, основываясь на величине  $|\Delta t|$ . Подобное расщепление критериев является следствием того, что в силу стохастичности перцептивных задержек при одном и том же значении межстимульного интервала между стимулами  $X$  и  $Y$  возможно существование двух равных по абсолютной величине, но противоположных по знаку значений  $\Delta t$ . Вероятность правильного обнаружения разновременности стимулов ( $P_{об}$ ) и вероятность ложной тревоги ( $P_{лм}$ ) будет, при переходе от  $\Delta t$  к величинам  $v = |\Delta t|$  и учитывая допущение 1б, определяться следующим образом:

$$P_{об} = \frac{1}{2p \cdot D_{\Delta t}} \times \int_{C_0}^{\infty} \exp\left[-\frac{(v - M_{\Delta t})^2}{2D_{\Delta t}}\right] \times \left[ \exp\left(-\frac{v \cdot M_{\Delta t}}{D_{\Delta t}}\right) + 1 \right] dv; \quad (3a)$$

$$P_{лм} = \sqrt{\frac{2}{p \cdot D_{\Delta t}}} \times \int_{C_0}^{+\infty} \exp\left[-\frac{v^2}{2D_{\Delta t}}\right] dv. \quad (3б)$$

Параметрическая система уравнений (3) описывает рабочую характеристику ( $PX$ ) испытуемого в задаче обнаружения неодновременности и может быть использована для расчета показателя чувствительности  $d\epsilon$ . Однако, поскольку  $PX$  в случае расщепленных критериев рассчитывается более сложным образом, чем в обычном случае, и даже в  $z$ -координатах не является линейной функцией, то в последующем будет использован приближенный метод оценки показателя чувствительности  $d\epsilon$

$$\bar{d}' = \sum_{n=1}^k \frac{d'_n}{k}, \quad (4)$$

где  $\bar{d}'$  – усредненное значение показателя чувствительности для данной  $PX$  в области  $-2,0 < Z_{об} < 2,0$  и  $-2,0 < Z_{лм} < 2,0$ ;  $d'_n$  – значение  $d\epsilon$  в  $n$ -й точке  $PX$ ;  $k$  – число разбиений  $PX$ .

### Экспериментальная часть

*Процедура.* Во время проведения экспериментов испытуемые находились в свето-

и звукоизолированной экспериментальной камере. Положение головы фиксировалось с помощью подголовника. Наблюдение за стимулами испытуемые вели бинокулярно.

**Стимульный материал.** Стимулами служили два точечных световых источника желто-зеленого цвета, располагавшихся в горизонтальной плоскости. Расстояние между стимулами 10 угловых градусов. Длительность вспышки – 1 мс. Отдельная проба включала предъявление двух таких световых стимулов, разделенных интервалом времени  $\Delta t$ .

**Испытуемые.** В экспериментах участвовало 18 человек в возрасте от 18 до 35 лет.

**Особенности методов.** При исследовании процессов обнаружения неодновременности левый стимул всегда предъявлялся первым, а правый – вторым. Исследование состояло из 3 экспериментальных серий.

В I серии использовался метод оценки. Испытуемым предъявлялось 400 проб – из них 200 проб с  $\Delta t = 0$  мс и 200 проб с  $\Delta t = 50$  мс. Пробы с разными значениями  $\Delta t$  чередовались в случайном порядке. Испытуемый должен был оценить в баллах от 0 до 5 степень своей уверенности в том, что предъявленные стимулы неодновременны.

Во II серии использовался метод «Да – Нет» (400 проб) с изменением априорных вероятностей предъявления проб с  $\Delta t = 0$ . В ненулевых пробах  $\Delta t$  было равно 30 или 40 мс. Использовались следующие значения априорных вероятностей: 0,25; 0,50; 0,75.

В III серии использовался метод оценки с четырьмя ненулевыми значениями  $\Delta t$ : 30 мс, 50 мс, 70 мс и 90 мс. Для каждого значения  $\Delta t$  проводился отдельный опыт с использованием той же процедуры, что и в I серии.

**Результаты.** В соответствии с процедурой обработки данных психофизического эксперимента по результатам всех трех серий были определены вероятности правильного обнаружения ( $P_{об}$ ) и ложных тревог ( $P_{лт}$ ), построены рабочие характеристики ( $PX$ ) испытуемых и рассчитаны согласно (4) показатели чувствительности, характеризующие временную разрешающую способность зрительной системы. Анализ  $PX$  показал, что в большинстве случаев точки одной  $PX$ , построенной в  $z$ -координатах, могут быть аппроксимированы прямой линией, параллельной диагонали (рис. 2).

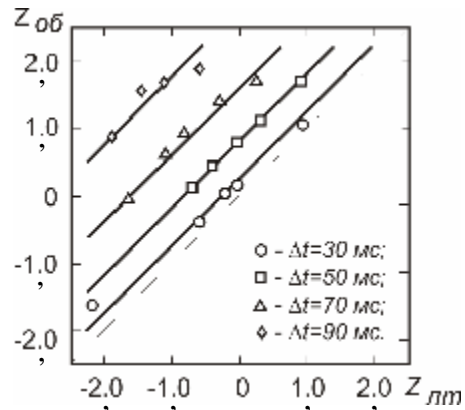


Рис. 2.  $PX$  испытуемого 11 в  $z$ -координатах, построенная по результатам III серии

Это свидетельствует о справедливости допущения 1а, требующего нормальности распределений  $f(x)$  и  $f(y)$  и равенства их дисперсий. Полученные показатели чувствительности  $d'$  для I и III серий приведены в табл. 1 и табл. 3, а значения  $P_{об}$  и  $P_{лт}$  в  $Z$ -единицах для II серии – в табл. 2.

Как видно из этих результатов, эффективность обнаружения ( $d'$ ) возрастает с увеличением интервала между стимулами  $\Delta t$ . Отмечается также значительная межиндивидуальная вариативность.

Анализ зависимости показателя  $d'$  от  $\Delta t$  по усредненным данным III серии обнаруживает, что если аппроксимировать эту зависимость линейной функцией, как это требует традиционная модель обнаружения с нерасщепленными критериями, то чувствительность сенсорной системы по отношению к временному интервалу  $\Delta t$  становится равной нулю при  $\Delta t < 20$  мс (см. рис. 3, пунктирная линия).

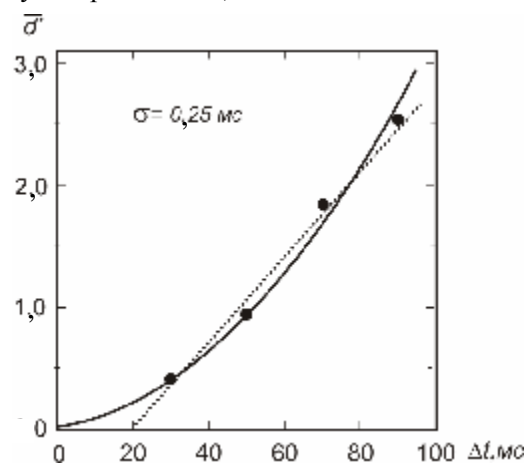


Рис. 3. Зависимость показателя чувствительности  $d'$  от  $\Delta t$

Данный факт может быть истолкован как наличие в сенсорной системе «мертвого времени», в течение которого все события воспринимаются как одновременные. Это, казалось бы, дает право говорить о существовании «перцептивного момента» или «временного кванта» [7, 10], равного по величине 20 мс. Однако, как было показано выше, более полной является модель с расщепленными критериями, а в ней зависимость  $d\zeta$  от  $\Delta t$  носит нелинейный характер. Аппроксимация экспериментальных данных функцией, рассчитанной на основании уравнений (3), дает хороший результат (рис. 3, сплошная линия) и позволяет не прибегать к гипотезе перцептивного момента.

Аппроксимация дала возможность количественно оценить величины стандартных отклонений  $s$  распределений  $f(x)$  и  $f(y)$ . Полученные величины стандартных отклонений для испытуемых III серии равны 19, 19, 21, 25, 17, 21 и 17 мс, а среднее значение по всей группе испытуемых равно 20 мс.

Зависимость  $P_{об}$  от  $\Delta t$  представляет собой обычные S-образные психометрические функции, рассчитываемые согласно уравнению (3а) при различных значениях  $C_0$  и  $s$ . На рис. 4б изображены полученные значения  $P_{об}$  для всех испытуемых III серии и аппроксимирующие психометрические функции. Поскольку использовалось 5 оценочных категорий, на

Таблица 1

Значения показателя чувствительности  $d\zeta$  по данным I серии (№ – номер испытуемого)

Испытуемый	1	2	3	4	6	7	9	10	11	13	14	15
$d\zeta$	1,05	1,00	1,01	0,64	0,65	0,36	1,59	0,26	0,76	1,10	0,70	0,17

Таблица 2

Показатели обнаружения разновременности ( $Z_{об}$ ) и ложных тревог ( $Z_{лт}$ ) при различных значениях априорных вероятностей ( $P_{апр}$ ) предъявления проб с  $Dt = 0$ , полученные во II серии

Испытуемые	$\Delta t$ , мс	$P_{апр}=0,25$		$P_{апр}=0,50$		$P_{апр}=0,75$	
		$Z_{лт}$	$Z_{об}$	$Z_{лт}$	$Z_{об}$	$Z_{лт}$	$Z_{об}$
3	50	-0,34	-0,23	-0,18	-0,12	0,41	0,52
5	40	0,86	0,21	-0,22	0,73	-0,06	0,85
8	50	-0,90	-0,15	-0,63	0,19	-0,18	0,35
10	40	-1,40	-0,92	-0,78	-0,25	-0,49	-0,07
13	30	-1,15	0,01	-0,59	0,64	0,60	0,98
17	30	-0,70	-0,34	-0,27	0,16	0,71	0,90
18	30	-0,77	-0,81	-0,15	0,09	0,60	0,61

Таблица 3

Усредненное по всем испытуемым значение показателя чувствительности  $d\zeta$  при различных  $Dt$  по данным III серии

$\Delta t$ , мс	30	50	70	90
Среднее значение $d\zeta$	0,41	0,97	1,86	2,54

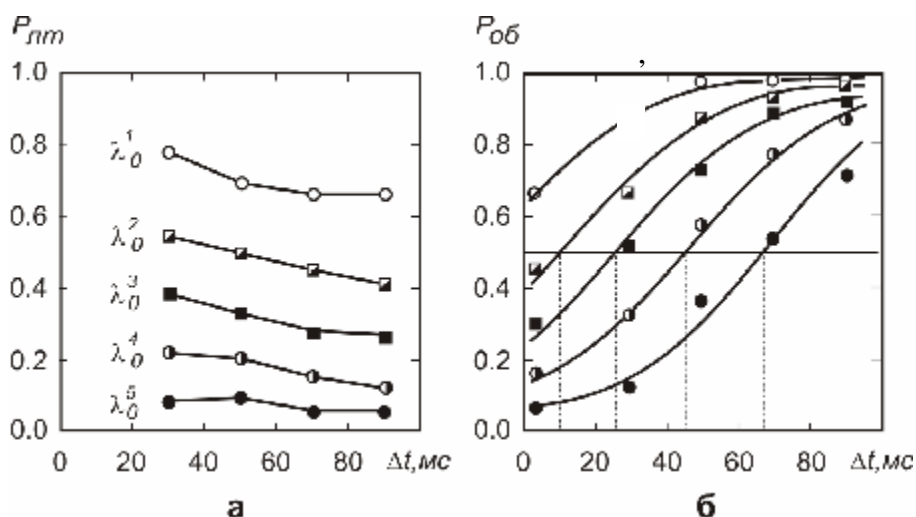


Рис. 4. Зависимость вероятности ложной тревоги (а) и вероятности правильного обнаружения разновременности (б) от  $\Delta t$  при различных значениях  $\lambda_0^i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ )

рисунке приведено 5 функций, рассчитанных для пяти значений  $C_0$ .

Обращает на себя внимание следующий примечательный факт. Если идти традиционным путем и взять в качестве меры временной чувствительности значение  $\Delta t$ , соответствующее фиксированной вероятности обнаружения (например,  $P_{об} = 0,5$ ) – т.е. «классический» порог, то окажется, что такой порог может принимать практически любые значения. Действительно, из рис. 4 видно, что при изменении порога принятия решения  $I_0$  порог обнаружения принимает значения 6 мс, 26 мс, 44 мс и 64 мс, а при  $I_0^1$  порог вообще оказывается меньше нуля. Такая «вариативность» порога достаточно объяснима с точки зрения предложенной модели, рассматривающей психометрическую кривую как результирующую функцию двух факторов – сенсорного и несенсорного. Сдвиги психометрической функции, полученные в эксперименте, как раз и объясняются изменениями несенсорного фактора – порога принятия решения ( $I_0$  или  $C_0$ ). Поэтому использование в качестве меры чувствительности величины традиционного порога не является адекватным в задаче обнаружения неодновременности.

При изложении теоретических положений модели был оставлен открытым вопрос о том, на основании каких величин принимается решение о неодновременности –  $I$  или  $\Delta t$ . Для решения этого вопроса обратимся к данным III серии.

Поскольку величины  $C$  определены на оси  $\Delta t$ , нормируем  $\Delta t$  по  $s$ :

$$\Delta t = \Delta t / s,$$

где  $s$  – стандартное отклонение распределений  $f(x, y)$ . Соответственно будем рассматривать и нормированные величины  $C_0$ . Зависимость  $C_0$  от  $\Delta t$  при различных значениях  $I_0$  приведена на рис. 5а. Как видно из рисунка 5а, при всех значениях  $I_0$  зависимости хорошо

аппроксимируются прямыми типа:

$$C_0 = 0,1\Delta t + b, \tag{5}$$

где  $b = -0,95; -0,35; 0,07; 0,47; 1,04$  для разных  $I_0$  соответственно, т.е. аппроксимирующие прямые параллельны.

Незначительное изменение величины  $C_0$  (в пределах нескольких миллисекунд) для одного и того же значения  $I_0$  свидетельствует о том, что испытуемый стремится придерживаться порогов принятия решения, фиксированных на оси  $\Delta t$ , а не в области отношения правдоподобия  $I$ . Т.е., поскольку величина  $\Delta t$  практически не влияет на значение  $C_0$ , пороги  $C_0^n$  можно считать привязанными к  $\Delta t = 0$ . Из этого следует, что в реальных условиях испытуемый стремится фиксировать вероятности ложных тревог, т.е., по сути дела, придерживается стратегии поведения, которая соответствует критерию оптимальности Неймана–Пирсона [3]. Это отражается и в факте незначительного изменения вероятности ложных тревог при возрастании  $\Delta t$  (см. рис. 4а). В полном соответствии с этими результатами находится также и динамика  $I$ . Так как значение отношения правдоподобия  $I$  в любой точке оси  $\Delta t$  определяется следующим выражением:

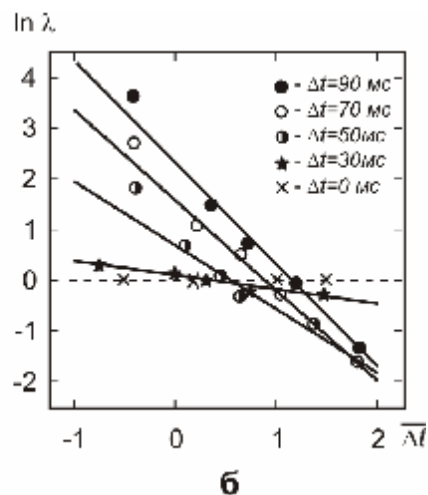
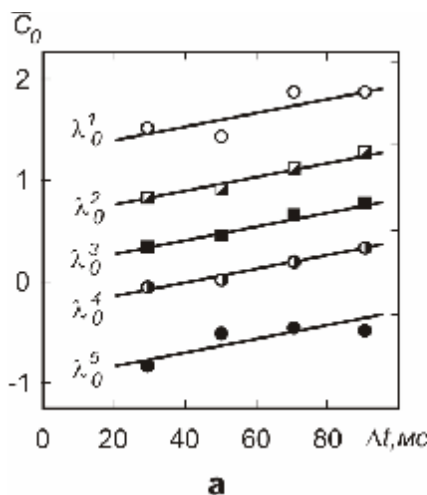
$$I = \exp\left[\frac{d' \cdot (d' - 2\bar{\Delta}t)}{2}\right], \tag{6}$$

где  $d\bar{c}$  – нормированное по  $s$  расстояние между математическими ожиданиями распределений  $f(\Delta t)$  и  $f(\Delta t)$ , то, прологарифмировав уравнение (6), после преобразований получаем

$$\ln I = d'\bar{\Delta}t + (d')^2 / 2. \tag{7}$$

Значения  $\ln I$  в точках  $C_0$  были рассчитаны по экспериментальным данным, а полученная зависимость  $\ln I$  от  $\Delta t$  приведена на рис. 5б.

Возвращаясь к анализу зависимости  $C_0$  от  $\Delta t$ , отметим одну интересную особенность, заключающуюся в том, что пороговые значения  $C_0^n$  располагаются на оси  $\Delta t$  весьма равномерно, т.е. разница между значениями  $C_0^n$  на оси  $\Delta t$



практически постоянна для всех значений  $\Delta t$ . Для использованных в III серии экспериментов значений  $\Delta t$  (30 мс, 50 мс, 70 мс и 90 мс) эта разница в среднем равна 0,54; 0,43; 0,54 и 0,54 соответственно. Если перевести эти величины из нормированных по  $S$  в обычные с учетом того, что, по нашим экспериментальным данным  $S = 20$  мс, то получим, что пороги принятия решения  $C_0^n$  расположены на оси  $\Delta t$  с интервалом 10,8 мс.

Подобная локализация критериев принятия решения на оси  $\Delta t$  позволяет вернуться к уже обсуждавшейся гипотезе о дискретности-непрерывности процесса различения разновременности. Если следовать дискретным моделям, то данный факт может быть интерпретирован как подтверждение существования «перцептивного момента» или «кванта субъективного времени» величиной 10 мс. Вместе с тем, как показано выше, для объяснения экспериментальных данных в рамках предложенной модели нет необходимости прибегать к дополнительному допущению о дискретности сенсорно-перцептивного процесса. Возможно, в данном случае следует говорить не о дискретности сенсорно-перцептивного процесса вообще (или процесса формирования образа в частности), а о его дискретности только в той его части, которая связана с процессами принятия решения. Такое предположение достаточно правдоподобно, если принять во внимание два момента: во-первых, достаточно обоснованную гипотезу о существовании некоего «центра» или «точки», в которой должны «встретиться» два сигнала, разновременность которых оценивается, и, во-вторых, примерно равную 10 мс величину периода рефрактерности нейрона, на протяжении которого нейрон после генерации последнего импульса оказывается невосприимчивым к приходящей импульсации. В таком контексте одним из возможных претендентов на звание такого «центра» может выступить отдельный нейрон или же нейрональный комплекс. Полученная нами величина шага (10,8 мс) в распределении порогов принятия решения приобретает тогда смысл предела временной дискретности процесса принятия решения, причем предела,

задаваемого сенсорно-перцептивной системе «извне» – со стороны характеристик нейрональной системы.

#### Список литературы и примечания

1. Барабанщиков, В.А. Восприятие и событие / В.А. Барабанщиков. – СПб.: Алетейя, 2002. – 512 с.
2. Бардин, К.В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы / К.В. Бардин. – М.: Наука, 1976. – 395 с.
3. Забродин, Ю.М. Особенности решения сенсорных задач человеком / Ю.М., Забродин Е.З. Фришман, Г.С. Шляхтин. – М.: Наука, 1980. – 198 с.
4. Шляхтин, Г.С. Системно-структурный подход к процессам восприятия времени / Г.С. Шляхтин // Вестник ННГУ. Серия: Социальные науки. Вып. 4. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. – С. 78–83.
5. Энген, Т. Психофизика I: Различение и обнаружение / Т. Энген // Проблемы и методы психофизики. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1964. Ч. 1. – С. 103–173.
6. Allan, L.G. Second guesses and the attention-switching model for successiveness discrimination / L.G. Allan // Percept. and Psychophys. – 1975. – Vol. 17, No 1. – P. 65–68.
7. Allport, D.A. Phenomenal simultaneity and a perceptual moment hypothesis / D.A. Allport // Brit. J. Psychol. – 1968. – Vol. 59. – P. 395–406.
8. Carver, R.A. Effects of amount of attention allocated to the location of stimulus pairs on perception of simultaneity / R.A. Carver, V. Brown // Percept. and Psychophys. – 1997. – Vol. 59, No 4. – P. 534–542.
9. Collier, G.L. Adding Drift to the Decomposition of Simple Isochronous Tapping: An Extension of the Wing-Kristofferson Model / G.L. Collier, R.T. Ogden // J. Exper. Psychol.: Human Perception and Performance. – 2004. – Vol. 30, No. 5. – P. 853–872.
10. Kristofferson A.B. Attention and psychophysical time / A.B. Kristofferson // Acta Psychologica. – 1967. – Vol. 27. – P. 92–100.
11. Rutschmann, R. Visual Perception of temporal order / R. Rutschmann / Kornblum S. (Ed.) // Attention and Performance IV. – N.Y.-L.: Acad.press, 1973. – P. 227–240.
12. Sternberg, S. The perception of temporal order: Fundamental issues and a general model / S. Sternberg, R.L. Knoll / S. Kornblum (Ed.) // Attention and performance IV. N.Y.-L.: Acad. Press, 1973. P. 248–261.
13. Stroud J. The fine structure of psychological time / J. Stroud / Quaster H. (Ed.) // Information theory in

## PSYCHOPHYSICS OF TIME PERCEPTION: DETECTION OF NONSIMULTANEITY OF STIMULI

G.S. Shlyakhtin

Human perception of nonsimultaneity of events at micro intervals is studied. The results of the experimental research are discussed, based on the theoretical model of nonsimultaneity detection with split criteria elaborated in statistical decision theory. It was demonstrated that the standard threshold sensitivity measures are inapplicable in this case and that the detected discretisation is caused by the regularities of decision-making rather than by the peculiarities of the perception process.

psychology. – N.Y.: Free Press, 1955. – P. 422–450.