

# Экспериментальные исследования

УДК 159.938.2  
ББК Ю935.15

## ПЕРЦЕПТИВНАЯ ГРУППИРОВКА И НЕОСОЗНАВАЕМОЕ ВОСПРИЯТИЕ

Г.В. Иванов

Предлагается гипотеза, рассматривающая субъективные образы, размещенные в субъективном (сенсорном, семантическом) пространстве как состоящие из позитивного и негативного внимания. Вводятся предположения о закономерности управляющей количеством внимания в образе физического стимула и о закономерности, определяющей движение образов в субъективном пространстве. Рассматривается метод неосознаваемого ввода, основанный на явлении перцептивной группировки. Представляются результаты эксперимента на время реакции, доказывающие работоспособность метода, и являющиеся свидетельством в пользу истинности предложенных закономерностей.

*Ключевые слова:* сенсорное пространство, перцептивная группировка, время реакции, неосознаваемый ввод.

### 1. Теоретические основания исследования

#### 1.1. Язык описания психического и гипотеза о закономерностях динамики субъективных образов

1. Психика традиционно математически описывается субъективным пространством (СП), оси которого – субъективные признаки образов, например: тусклый – яркий, большой – маленький, хороший – плохой, умный – глупый [6]. Отдельные образы описываются точками в этом пространстве.

С другой стороны, известно, что внимание бывает позитивным (то, что более осознаваемо) и негативным (то, что менее осознаваемо).

2. Предлагается использовать для описания внутреннего мира наблюдателя понятие пространства с мерой. Пространство с мерой – это пространство, каждой области которого можно поставить в соответствие число [4]. Это число  $m$  описывает количество внимания, находящегося в данной области пространства. Отрицательное  $m$  соответствует негативному вниманию, нуль – нулевому вниманию, положительное число – позитивному вниманию<sup>1</sup>.

$$m \in (-\infty; +\infty). \quad (1)$$

3. Определим психологическую силу как понятие, обозначающее перемещение части внимания (позитивного или негативного) в субъективном пространстве на некоторое расстояние за некоторое объективное время.

Обозначим силу числовым значением. Если расстояние между переживанием и некоторым другим переживанием увеличивается, будем рассматривать это как «отталкивание» и обозначать соответствующую психологическую силу отрицательным числом. Если расстояние между переживанием и другим переживанием уменьшается, то это может рассматриваться как «притяжение» и позволяет обозначать соответствующую психологическую силу положительным числом. Если расстояние между рассматриваемыми переживаниями не изменяется, обозначим соответствующую силу нулем.

4. Предположим, что позитивное внимание в субъективном пространстве притягивает позитивное внимание. Негативное внимание отталкивает позитивное внимание. Иначе говоря, психологическая сила, возникающая при взаимодействии образов, монотонно возрастает (от отрицательных значений к положительным) при возрастании количества внимания во взаимодействующих образах.

$$F_{m_1, m_2} = f_1(m_1; m_2; 1/m_3), \quad (2)$$

<sup>1</sup> Строго говоря, мера определяется в учебниках математики как неотрицательное число. То, что я использую понятие меры, – терминологическая вольность.

где  $m_1$  и  $m_2$  – количество внимания во взаимодействующих образах;

$m_3$  – количество негативного внимания в области субъективного пространства, разделяющей эти 2 образа;

$1/m_3$  – принятая форма записи переменной убывающей при возрастании  $m_3$ ;

$f_1$  – монотонно возрастающая функция.

5. Вышесказанное касается взаимодействия областей СП.

Предполагается, что в СП действует также вторая закономерность. Чем выше мера внимания в области СП, тем меньше величина, которую мы назовем *сопротивлением*. Сопротивление также может быть положительным, нулевым и отрицательным. Количество внимания в области СП в момент времени  $t+1$  равно количеству внимания в момент  $t$  плюс сопротивление внимания в момент  $t$ . Соответственно, области с высоким количеством внимания имеют тенденцию к его понижению (большое по модулю отрицательное сопротивление). Области с низким количеством внимания имеют тенденцию к его повышению (положительное сопротивление).

### 1.2. Описание формирования образа

В момент включения стимула к вниманию  $m_{\text{исходное}}$ , из которого состоит образ, соответствующий предъявленному стимулу (след памяти), прибавляется величина  $\Delta t$ . Накапливаясь или накопившись,  $\Delta t$  суммируется с величиной  $m_{\text{исходное}}$  (т. е. с количеством внимания, которое уже было в образе этого стимула до предъявления стимула). Дополнительное прибавление внимания к величине  $m_{\text{исходное}} + \Delta t$  зависит от притяжения в образ стимула внимания из других образов. Если человеку дана инструкция по предъявлении каждого стимула нажимать на кнопку (так называемая простая реакция), нажатие на кнопку происходит по накоплению в образе стимула величины внимания до некоторого критического значения  $m_{\text{пороговое}}$ . Таким образом, процесс восприятия состоит из двух этапов: этапа накопления  $\Delta t$  и этапа притяжения внимания из других образов в образ стимула.

Подобную динамику имеет модель, сформулированная Р. Холлом [9], который предположил, что время простой реакции (ВР) складывается из 2 компонентов:

1. Показательно распределенного компонента с математическим ожиданием менее 100 мс.

2. Нормально распределенного компонента (о характеристиках распределений см. [8]).

Обратим внимание на то, что процессы, осуществляющиеся во время нормально распределенного компонента, начинаются в модели сразу же после окончания процессов, идущих во время 1-го компонента (последовательная модель). Величины времен компонентов полагаются статистически независимыми друг от друга.

Модель имеет три параметра: математическое ожидание времени показательного компонента, математическое ожидание времени нормального компонента, дисперсия нормального компонента.

$$H(t) \cong \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{b}{c}}^{\frac{t-b}{c}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy - \left[ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{b}{c}}^{\frac{t-b}{c}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right] e^{-\frac{t-b}{c} + \frac{c^2}{2a^2}} - \quad (3)$$

формула Хола для кумулятивного распределения времени реакции,

где  $a$  – мат. ожидание времени процесса с показательным распределением;

$b$  – мат. ожидание процесса с нормальным распределением;

$c$  – стандартное отклонение процесса с нормальным распределением времени протекания.

Заметим, что эта формула не выводима классическими методами анализа и очевидно должна выводиться с использованием понятия производящей функции.

Р. Холл получил хорошее согласие своей модели с распределениями времени реакции на чистые тоны [9]. При этом изменение интервала между сигналом «внимание» и пусковым стимулом к реакции (собственно тоном) влияло на среднее время нормального компонента, оставляя показательный компонент без изменений. При реагировании на околпороговые по яркости зрительные стимулы яркость стимула, наоборот, влияла на время показательного компонента, оставляя нормальный компонент без изменений. Все это позволяет отождествлять показательный компонент ВР со временем накопления  $\Delta t$ . Соответст-

венно, нормальный компонент в этом случае – время притяжения внимания в образ стимула.

Тогда функция вероятности завершения процесса кумуляции внимания ( $\Delta t$ ) к моменту  $t$  от  $t$  будет иметь вид

$$F(t, \theta) = 1 - e^{-\theta t}. \quad (4)$$

Эта функция может быть интерпретирована так: внешний стимул создает поступление в психику постоянного количества внимания в единицу времени, но чем больше внимания накапливается в субъективном образе, тем больше по модулю величина сопротивления и тем медленнее идет дальнейшее накопление внимания.

### 2. Экспериментальная проверка

#### 2.1. Описание работы по синтезу стимулов

Вышеописанные теоретические соображения были использованы при конструировании собственного метода неосознаваемого ввода. Методический принцип состоял в предъявлении человеку слов в таком виде, чтобы смысл этих слов не осознавался. В частном случае исследования метод основан на том, что черные точки в зрительном поле притягиваются друг к другу [10, 3], что является проявлением формулы (2).

#### *Описание программы синтеза стимулов*

Первоначально с помощью компьютерной программы был сконструирован алфавит из русских букв. В каждой букве каждый выделенный вручную элемент (палочка или полукруг) раскрашен в свой цвет. Участки соединения элементов раскрашены в черный. Каждый участок соединения состоит из 7 черных пикселей. Каждая буква состоит всего из 90 пикселей (это обеспечивает одинаковую величину  $\Delta t$  для каждой буквы). Буквы сконструированы так, чтобы при 7-пиксельном участке соединения обеспечить максимально возможное расстояние между элементами разных цветов. Начертание буквы выполнено в прямоугольнике шириной и высотой 24 и 37 пикселей соответственно, причем каждая буква занимает максимальную площадь внутри этого прямоугольника. Кроме того, лист, на котором расположена буква, имеет дополнительное пространство, по 10 пикселей с каждой стороны буквы. В целом общий размер буквы после геометрического преобразования не может превышать площадь 44 на 57 пикселей. Для успешного прочтения

осознаваемых и малоосознаваемых слов буквы, составляющие эти слова, должны быть расположены в одну строку, без переносов. Исползованный размер буквы-текстуры позволяет на одной строке при разрешении 1024 × 768 пикселей разместить слово или короткую фразу максимум из 20 символов. Такая максимальная длина слова представляется достаточной для целей психосемантического исследования. Строка-стимул длиной 1024 пикселя соответствует размеру стимула на сетчатке испытуемого – примерно 18 угловых градусов. При интерпретации этого факта необходимо учитывать микродвижения глаз, а также то, что попадание крайних областей проксимального стимула ближе к периферии сетчатки может только усилить разынтеграционные эфффекты.

Цвет позволяет компьютерной программе различать разные элементы букв, осуществляя их преобразование так, чтобы в образе итоговой текстуры (в которой все точки черного цвета) перцептивная группировка осуществлялась за счет расстояний между точками.

Разынтеграция состоит из 4 этапов. На первом этапе каждая нечерная точка исходной буквы, являющаяся элементом, а не участком соединения элементов, превращается в 2 точки. Одна из этих точек сдвинута относительно исходной точки в случайном направлении на случайное расстояние. Другая сдвинута на случайное расстояние в направлении, на 180 градусов противоположном сдвигу первой точки. Точки-«потомки» имеют тот же цвет, что и «прародитель» (т. е. «прародитель» как бы делится пополам). Назовем такую операцию с двумя точками «шагом». Проверяется соответствие условию, обозначенному ниже, как (1). Если условие не выполнено, алгоритм компьютерной программы возвращается к началу шага и пытается выполнить его с новыми значениями случайных переменных. Если суммарное время, затраченное на все шаги (как удачные попытки, так и неудачные), превышает 60 с, программа начинает этап заново, так как текстура в фазовом пространстве возможных текстур может попасть в область, в которой условие (1) не выполняется и из этой области не удастся выйти ни при каких значениях случайных переменных (например, после правильного преобразования 65 точек из 90 никакие преобразования 66-й точки не сделают для ее двух потомков условие (1) выполненным). Однако в реальной практике такие варианты встречаются

очень редко, в среднем время выполнения первого этапа составляло несколько секунд. Верхний предел случайного расстояния между точками равен 6 пикселям. На этом и последующих этапах порядок, в котором преобразуются исходные точки и, соответственно, их цвет, носит случайный характер (то есть преобразование может осуществляться сначала для точки из левой верхней области, потом из области середины буквы, потом из нижней области и т. д., может преобразовываться сначала красная, потом зеленая, потом синяя точки и т. д.).

На втором этапе компьютерная программа пытается по-новому осуществить сдвиг (обе точки-«потомки» как бы возвращаются на место точки-«прародителя» и отлетают от этого места повторно, по-новому).

Проверяется соответствие условиям, описываемым ниже, как условие (1)–(4).

Если попытки осуществления шага занимают более секунды, программа переходит к следующей исходной точке (и следующей паре), оставляя эту пару без изменения.

Полученные на выходе второго этапа координаты точек вновь подвергаются преобразованиям второго этапа. Результат вновь подвергается этим преобразованиям и так множество раз. Верхний предел случайного сдвига при первых прогонах подчиняется формуле: новый верхний предел = старый верхний предел + 3. Такой подход обеспечивает возможность формирования из точек одного цвета примерно линейно-компактного облака при отсутствии отдельных точек или отдельных совокупностей (анклавов), обособленных от основного облака точек своего цвета областями, где расположены точки другого цвета (метафорически говоря, красная точка не может «перепрыгнуть» на территорию синих точек, поскольку ее удерживает короткий «поводок» верхнего предела случайного расстояния). В дальнейшем, когда благодаря условию (3) точки одного цвета распределяются по территории, которую им удалось занять, и препятствуют проникновению точки чужого цвета на эту территорию или через эту территорию далее, верхний предел случайного сдвига становится равным 100 (без учета условий (1)–(4) любая пара точек может попасть в любые места).

После каждого прогона второго этапа запускается подпроцедура коррекции. Благодаря происходящей после каждого (и, следовательно, после последнего) шага проверке ус-

ловия (2) для всех цветных точек, каждая точка, не совпадающая с условием (2), метится. Подпроцедура коррекции повторяет шаги разынтеграции таких точек, проверяя их на соответствие условиям (1) и (2). Это обеспечивает минимизацию ошибок по этим условиям. В дальнейшем, при итоговых прогонах второго этапа, подпрограмма коррекции уже не вызывается, так как число ошибок минимизировано и итоговые прогоны должны обеспечить соблюдение условий (3) и (4), нарушившееся вследствие работы подпрограммы коррекции.

На третьем этапе цветные точки оставляются без изменения и начинается преобразование черных точек. Каждая черная точка заменяется на 2 черные точки, сдвигающиеся в случайных направлениях на случайные расстояния (при этом симметричность углов не соблюдается). Еще до всех и всяческих преобразований каждая черная точка исходной буквы с помощью специальных подпрограмм получает набор индексов (на языке геометрии марок), отражающих, какие черные точки входят в 7-пиксельный участок соединения, в который входит данная черная точка; элементы каких цветов прилегают к данной семипиксельной совокупности.

Пара черных точек, потомков конкретной точки, наследует ее список марок. Черные точки после каждого шага проверяются на соответствие условию (2), при том, что «своими» считаются и точки цветов, входящих в список марок, и черные точки данного семипикселья; а «чужими» – все остальные. Время, затрачиваемое на одну попытку 3-го этапа составляет 60 с.

После этого программа приступает к 4-му этапу – итерационному пересдвигу черных точек.

При пересдвиге на каждую пару накладываются условия:

– симметричности угла (угол сдвига точки 2 от исходного местоположения равен углу сдвига точки 1 + 180 градусов);

– расстояния до своей черной точки (расстояние до потомка черной точки из своего семипикселья) должно составлять менее 6 пикселей;

– скалярная разница психологических сил для данной черной точки после шага итерации должна быть меньше, чем до выполнения шага. Разница психологических сил – это значе-

ние  $\sum_{i=1}^n (1/\text{расстояние})$ , (где расстояние – это

дистанция между данной черной точкой и цветной точкой из соседнего облака, и суммирование ведется по цветным точкам соседнего облака) минус сумма величин  $1/\text{расстояние}$  для облака точек, произошедших из другого, соседнего элемента (другого цвета). Процедура пересдвига для черных точек выполняется на этом этапе неоднократно.

На пятом этапе все точки текстуры перекрашиваются в черный цвет. Дополнительно вычисляется некоторое приближение к сенсорному образу путем замены каждой точки итоговой текстуры гауссовым распределением со значением среднеквадратичного отклонения, равным 3 (что представляется наиболее удобным для последующего анализа).

### *Список условий*

*Условие (1).* Шаг признается удачным, если расстояние от точки-потомка до ближайшей нечерной точки своего цвета меньше, чем сумма расстояния до ближайшей нечерной точки чужого цвета +1 пиксель. Это условие обеспечивает непересечение облаков цветных точек, порожденных элементами разного цвета.

*Условие (2).* Шаг признается удачным, если сумма величин  $1/(\text{расстояние до точки своего цвета})$  больше для точек своего цвета, находящихся на расстоянии меньше 6 пикселей от рассматриваемой точки-потомка, чем сумма величин  $1/(\text{расстояние до чужого нечерного}) + \text{ПАРАМЕТР}$  для нечерных точек чужого цвета, находящихся на расстоянии меньше 6 пикселей от рассматриваемой точки-потомка. Суммирования ведутся по точкам своего цвета и чужим нечерным точкам для первой и второй суммы соответственно. Величина  $1/(\text{расстояние})$  рассматривается как величина психологической силы притяжения внимания из образов точек (см. формульное выражение 2 в начале статьи). Это условие обеспечивает соблюдение принципа, гласящего, что для каждой точки притяжение точек своего цвета больше, чем притяжение точек чужого цвета (целые в перцептивном поле в понимании К. Левина). ПАРАМЕТР задает преобладание степени взаимодействия точек внутри одной перцептивной группы по сравнению со взаимодействием между точками разных перцептивных групп (чем его значение больше, тем больше обособленность группы). Если указанные условия выполняются для двух точек-потомков определенной точки, то на соответствие им проверяются все остальные точки стимула. Перед каждым ша-

гом итерации все точки также проверяются на соответствие указанным условиям и фиксируется число несовпадений точек текстуры с этими условиями. Если число несовпадений после шага итерации не больше, чем число несовпадений до шага итерации, условия (1) и (2) для данной пары точек признаются выполненными, иначе невыполненными. Условия признаются невыполненными также, если вокруг точки на расстоянии до 6 пикселей нет ни одной точки такого же цвета. Это необходимо как гарантия выполнения условия линейной компактности.

*Условие (3).* Измеряется число небелых точек вокруг точки-потомка, находящихся на расстоянии меньше 6 пикселей от нее (число пикселей всех цветов, белых, черных, цветных, находящихся на расстоянии меньше 6 пикселей от рассматриваемой точки). Рассчитывается отношение этого числа к площади пространства вокруг точки-потомка, и тем самым определяется плотность всех точек вокруг точки-потомка [4]. Плотности для 2 точек-потомков суммируются и сравниваются с аналогичной суммой плотностей, рассчитанной для состояния этих точек до шага итерации. Если значение характеристики новой плотности меньше полученного на предыдущем шаге, то условие (3) считается выполненным. Выполнение условия (3) обеспечивает максимальную площадь текстуры и максимальную равномерность распределения точек.

*Условие (4).* Измеряются плотности точек своего цвета вокруг каждой из двух точек-потомков. Сумма этих плотностей для двух точек умножается на отношение  $A/B$ , где  $A$  – сумма кратчайших расстояний от точек-потомков до элемента своего цвета (до ближайшей точки элемента, а не до точки-прародителя), рассчитанных после шага разынтеграции;

$B$  – такие же данные, полученные до шага разынтеграции. Полученная в результате такого алгоритма величина сравнивается с неизменной суммой плотностей, рассчитанной до шага разынтеграции. Если полученная величина меньше неизменной суммы плотностей, условие считается выполненным. Если обе точки-потомка располагаются на исходной линии, условие не проверяется. Выполнение условия (4) обеспечивает плавность изменения плотности точек в текстуре, особенно в зоне расположения исходного элемента.

Пример полученных описанным образом стимулов представлен на рис. 1.

Дополнительно, кроме букв русского алфавита, был сконструирован символ «полузаглушка», представляющий собой левую или правую половину символа # (которые являются равнозначными в силу симметричности символа). Такая форма символа приблизительно в равной степени протяженна в вертикальном и горизонтальном направлениях (относительно ограниченной плоскости, на которой расположен символ). Всего были разынтегрированы 40 экземпляров этого символа по приведенному выше алгоритму с ПАРАМЕТРОМ, равным 1, и большим числом итераций, что снижает для этого символа вероятность выделения фигуры на фоне.

## 2.2. Процедура хронометрического эксперимента

Была написана компьютерная программа (Семантометр.exe), позволяющая в ответ на введение в специальное диалоговое окно слова сформировать соответствующий ему набор стимулов, представляющий собой текстуры, собранные из разынтегрированных букв русского алфавита. К каждому слову слева и справа добавлялись суффикс и приставка, составленные из текстур, полученных из «полузаглушек». Такая процедура позволила выровнять длину всех стимулов, обеспечить независимость энергии в единицу времени, излучаемой стимулом, от количества букв в слове. Текстуры-буквы разделены

промежутками в 6 пикселей, текстуры полузаглушки – промежутками в 4 пикселя. Буква-текстура и полузаглушка-текстура разделены 5 пикселями.

Полученные стимулы предъявлялись на экране монитора кратковременно до 0,5 с. Испытуемый был инструктирован нажимать на левую кнопку мыши максимально быстро, как только увидит на экране черные точки. Время на ответ (оно же время максимальной экспозиции, ВМЭ) исключает возможность произвольной модуляции времени простой реакции. С другой стороны, длительность ВМЭ более чем достаточна для осуществления простой сенсомоторной реакции, какой бы низкой ни была перцептивная готовность к восприятию данного стимула [1]. Это теоретически должно приводить к возникновению опозданий лишь вследствие случайных причин (отвлечение внимания и т. д.) и, следовательно, равновероятности появления опоздания на любое слово. Кроме того, кратковременность предъявления стимула должна обеспечивать евклидовый вариант метрики сенсорного пространства, т. е. сенсорное расстояние между образами двух точек определяется по значению корня квадратного из суммы квадратов расхождений координат по субъективной длине и субъективной ширине.

Текстуры буквы строились именно для восприятия, описываемого евклидовым сенсорным пространством. Если проинструктированный испытуемый успевал нажать левую

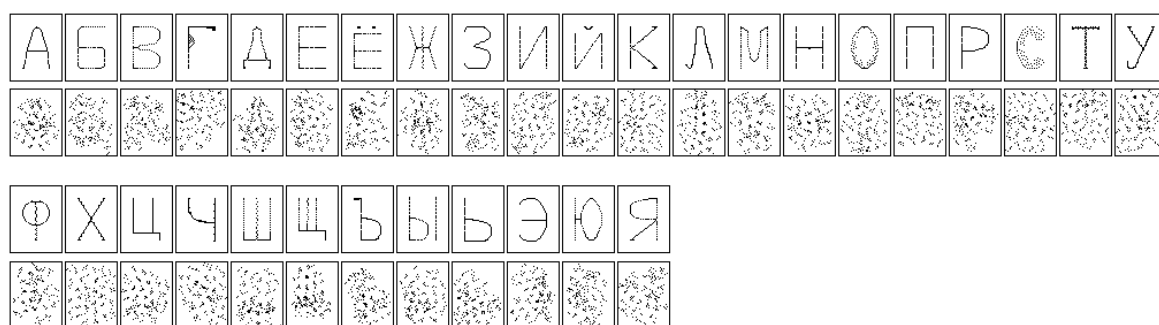


Рис. 1. Пример алфавита, преобразованного для меньшего осознания: первая строка – исходные буквы. Вторая строка – буквы в том виде, в котором они предъявляются испытуемому. Параметр алфавита равен 1 (максимально неосознаваемый)

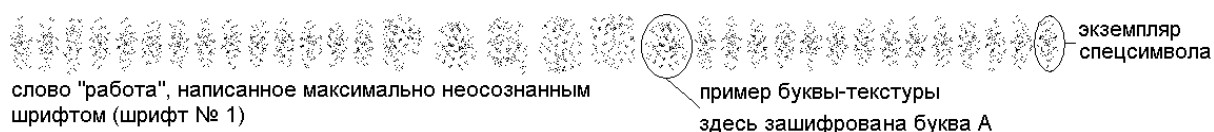


Рис. 2. Пример слова-стимула, использованного в эксперименте

кнопку мыши до окончания полусекундного интервала, стимул маскировался серым прямоугольником большей площади.

После маскирования стимула (500 мс) экран монитора оставался белым в течении 300–1000 мс до предъявления следующего стимула. Стимульный набор предъявлялся в случайном порядке (с целью стохатизации прайминг-эффектов). По окончании предъявления всех слов из набора производилось повторное предъявление набора по одному слову. Всего набор стимулов (и, следовательно, каждое слово в нем) предъявлялся 100 раз. При опоздании реакции на слово, следующее предъявляемое слово извлекалось из непредъявленной части текущего рандомизированно перемешанного набора стимулов, а слово, на которое испытуемый опоздал среагировать, подставлялось на его место в еще непредъявленной части набора.

В случае преждевременного нажатия кнопки мыши (до предъявления стимула) на экран выводилось табло со словом «РАНО!». Если испытуемый не успевал нажать кнопку за отведенные полсекунды, выводилось табло «ПОЗДНО!». Такие предупреждения были написаны обычными черными буквами на сером фоне и легко осознавались. После секундной экспозиции любое предупреждение также маскировалось серым прямоугольником. Время реакции регистрировалось написанной автором статьи ассемблерной подпрограммой (файлы ring0.sys и myio.dll) в real-time-режиме с ошибкой завышения не более 5 мс (установить меньшую величину ошибки не позволяет аппаратная дискретность PS/2 мыши)<sup>2</sup>.

### *Основная гипотеза исследования*

Восприятие разынтегрированных букв происходит согласно выражению (2). Точки, составляющие одну букву, при восприятии стимула «притягиваются» друг к другу. В результате этого формируется малоосознаваемый образ данной буквы. Следовательно, должен возникать малоосознаваемый образ слова, написанного разынтегрированным шрифтом. Каждое из использованных слов обладает собственным смыслом.

<sup>2</sup> См. Несвижский В. Программирование аппаратных средств в Windows. СПб.: БХВ, 2004; Пирогов В. Ассемблер для Windows. СПб.; БХВ, 2007.

Следовательно, несмотря на то, что смыслы использованных в эксперименте слов напрямую не должны осознаваться, такие смыслы могут неосознанно восприниматься. Следовательно, у каждого из испытуемых время второго этапа модели Р. Хола должно быть различным для разных слов.

### *Описание хода эксперимента*

В пилотной серии исследования участвовали 5 студентов-добровольцев. Использовался алфавит с ПАРАМЕТРОМ = 3. Некоторые испытуемые осознавали смысл предъявляемых слов (15 названий учебных предметов и бессмысленный слог), а некоторые – нет. Поэтому в основном эксперименте при работе с каждым испытуемым было использовано несколько алфавитов (с ПАРАМЕТРОМ= 1; 2; 3 или с использованием легко осознаваемых букв, условно ПАРАМЕТР = 4). Алфавиты испытывались последовательно, от наиболее неосознаваемого к самому осознаваемому алфавиту. В основной серии эксперимента приняли участие 6 инженеров. В качестве стимулов использовались слова, относящиеся к общепроизводственному словарю («работа», «зарплата» и т. д., всего 15 слов и бессмысленный слог). Четверо из шести испытуемых не осознали смысла слов, предъявленных при градациях ПАРАМЕТРА, равных 1, 2, 3. У двух испытуемых при градации ПАРАМЕТРА=1 смысл стимула полностью не осознавался, а на градациях 2 и 3 появились сомнения. Следовательно, алфавит с градацией 1 наилучшим образом подходит для его использования в не достигающем осознания (неосознаваемом) вводе<sup>3</sup>.

### **2.3. Анализ времени реакции**

Известно, что распределение времени простой реакции человека имеет положительную асимметрию (его пик сдвинут влево) и не аппроксимируется нормальным распределением.

В рамках этого исследования была написана компьютерная программа «Ана-

<sup>3</sup> Для дополнительной проверки этого предположения был проведен эксперимент на 7 военнослужащих срочной службы (предъявляемые слова относились к военному быту). Использовался алфавит с градацией 1. При этом ни один испытуемый не осознал того, что ему предъявляются какие-либо слова. Однако результаты по времени реакции были аналогичными полученным в основном эксперименте.

лизVR.exe», позволяющая сравнивать выборку длительностей времени реакции на каждое слово с предсказаниями трех математических моделей:

1. Модель Хола.

2. Параллельная модель. Аналогична модели Хола (имеются 2 процесса с показательным и нормальным распределениями времен протекания), но предполагается, что процессы протекают одновременно.

3. Модель Зайцева-Скорика [2]. Содержит 2 параметра – моду распределения VR и параметр разброса. Функция распределения имеет вид

$$f = \frac{\lambda}{a} \exp\left[-\exp\left(\frac{b-x}{a}\right) + \frac{b-x}{a}\right], \quad (5)$$

где  $f$  – частота;  $x$  – время реакции;  $\lambda$  – ширина класса разбиения;  $b$  – мода;  $a$  – показатель разброса.

Функция выведена авторами на чисто статистических основаниях.

Программа «АнализVR.exe» подбирает для каждого слова параметры моделей, минимизирующие рассогласование между ними и экспериментом (по критерию Хи-квадрат).

Анализ осуществляется следующим образом. Выборка значений времени реакции на каждое слово группируется в 10 интервалов, каждый от 0 до  $t$ , где значение  $t$  для каждого интервала свое, рассчитанное на основании того, что в первый интервал попадает 10 % значений выборки, а в каждый последующий на 10 % больше, чем в предыдущий. Для полученных таким образом 10 значений  $t$  вычисляется теоретическая кумулятивная гистограмма для каждой из описанных выше моделей при определенных значениях параметров. Из каждого столбца полученной теоретической гистограммы вычитается величина стоящего перед ним столбца (за исключением первого столбца, который остается без изменений). Таким образом, получается теоретическая дифференциальная гистограмма. Она сравнивается с дифференциальной гистограммой, каждый столбец которой равен 10 % (экспериментальной). При сравнении гистограмм вычисляется критерий согласия Хи-квадрат. Для каждой модели процедура повторяется при всех возможных комбинациях значений параметров. Вначале перебираются комбинации, где параметры заданы с точностью до сотой доли секунды, и из них выбирается та, что обладает наименьшим значением критерия Хи-квадрат. Затем перебираются

комбинации параметров, заданных с точностью до миллисекунды и лежащих в окрестности найденного ранее вектора приближенных значений, также с определением комбинации, обладающей наименьшим значением этого критерия. По значению критерия Хи-квадрат и числу свободных параметров можно определить вероятность случайности отклонения данных от модели (с учетом подбора параметров).

Группировка в интервалы равной вероятности минимизирует влияние «выбросов» (необычно больших и необычно малых значений VR, вызванных посторонними причинами) на значения параметров.

Группировка также позволяет использовать критерий Хи-квадрат и является неплохим вариантом для выбора с помощью этого критерия теоретической модели в наилучшей мере, чем другие модели, отвечающей экспериментальным данным. Программа «АнализVR.exe» вычисляет для найденных параметров последовательной модели Хола значимость изменения среднего времени второго компонента в зависимости от того, какое слово предъявлялось при проведении однофакторного дисперсионного анализа. Кроме того, эта программа с помощью F-критерия вычисляет число значимых различий дисперсий значений времени второго компонента, вызванных неодинаковостью слов.

#### 2.4. Результаты исследования

*Пилотный эксперимент (с участием 5 студентов).* Из полученных 80 эмпирических распределений 71 (89 % выборки) согласовывались с моделью Хола (вероятность случайного отличия экспериментальных данных от модели меньше 5 %), а 9 – не согласовывались.

В эксперименте с использованием разных градаций осознания смыслов стимулов 88 % распределений VR на стимулы с малоосознаваемым содержанием (градации ПАРАМЕТРА: 1, 2 и 3) согласовывались с моделью Хола. С этой же моделью согласовывались также и 92 % распределений VR на более доступные осознанию стимулы (градация ПАРАМЕТРА 4). У нескольких испытуемых при доступном осознанию вводе модель аппроксимировала 100 % распределений.

Параллельная модель описывала экспериментальные данные значительно хуже, сумма значений критерия Хи-квадрат по всем



## Экспериментальные исследования

словам для одной процедуры всегда была выше.

Число случаев, при которых двухпараметрическая модель Зайцева-Скорика не отвечает данным, было значимо больше, чем число случаев, при которых модель Хола не отвечает экспериментальным данным ( $p < 0,01$  по  $\phi^*$ -критерию). Таким образом, модель Хола лучше всего описывает полученные в эксперименте данные.

Время этапа накопления внимания ( $\Delta t$ ) различается в каждой процедуре при переходе от слова к слову. Средние показатели времени второго этапа также статистически значимо различаются в каждой из 20 процедур (диапазон значений  $F$ -критерия дисперсионного анализа от 10 до 15 при  $p < 0,001$ ).

Число значимых различий в дисперсиях показателей времени второго этапа ( $p < 0,02$ , двухсторонняя альтернатива) составляет несколько десятков случаев для каждой процедуры (при предъявлении как доступных, так и менее доступных осознанию стимулов), что также многократно превышает случайный уровень.

*Полученные результаты подтверждают гипотезу – при малых градациях разынтеграции стимулов их содержание не осознается (точнее малоосознаваемо, при условии принятия положения о том, что шкала измерения осознанности имеет непрерывный характер), но тем не менее воспринимается и семантически обрабатывается.*

Корреляции между числом букв в слове (и, следовательно, пространственной частотой соответствующей точечной решетки) и любым из 3 параметров распределения ВР (средним временем первого этапа (кумуляции), средним временем второго этапа (концентрации), стандартным отклонением времени 2-го этапа) имеют значение меньше 0,1 по модулю и статистически незначимо отличаются от нуля. Следовательно, различия в значениях времени второго этапа обусловлены преимущественно семантикой слов.

Обращает на себя внимание следующий факт – суммы средних значений времени первого и второго этапа при переходе от слова к слову (фактически – среднеарифметические значения ВР) между собой статистически значимо не различаются, в то время как значения времени второго этапа от слова к слову различаются высокозначимо.

### *Влияние степени осознания на компоненты ВР*

Среднее по всем словам время этапа накопления внимания ( $\Delta t$ ) статистически значимо меньше в случае осознаваемой градации, чем при первой затрудненной для осознания градации (U-Манна-Уитни,  $p < 0,001$ ). Таким образом, время накопления внимания (1-й этап ВР) в целом снижается при уменьшении степени разынтеграции стимула (увеличении доступности их осознания).

Время второго этапа при переходе от малоосознаваемых алфавитов (ПАРАМЕТРЫ=1, 2) к осознаваемому (ПАРАМЕТР=4) у некоторых испытуемых увеличивается, а у некоторых – уменьшается. Предварительная интерпретация этого факта – изменение времени обработки по мере перехода к более доступным осознанию стимулам зависит от субъективного отношения испытуемого к словам-стимулам. Если слова для испытуемого значимы (каждое слово связано с другими словами множеством ассоциативных связей), то каждое такое слово при доступном осознании предъявлении вызывает ассоциативное припоминание связанных с ним других слов, что удлиняет второй компонент ВР. При затрудненном для осознания предъявлении ассоциативное припоминание выражено гораздо слабее и большого удлинения времени не происходит [7]. Для других испытуемых слова субъективно не значимы и удлинения времени принятия решения от перехода к осознаваемым стимулам не происходит.

Двухфакторный дисперсионный анализ (факторная матрица вида «градация разынтеграции×слово») показал, что время 2-го этапа значимо зависит от взаимодействия этих факторов ( $p < 0,01$  для каждого испытуемого). Влияние фактора слова на время принятия решения зависит от того, шрифтом какой степени разынтеграции это слово написано. Этот результат сохраняется даже при рассмотрении только «неосознаваемых» градаций (рис. 3).

### **Выводы**

Смысл разынтегрированных вербальных стимулов влияет на компоненты времени реакции. Следовательно, предложенный метод ввода стимулов с разным уровнем осознанности является работоспособным. Полученные в исследовании результаты обосновывают правильность выражения  $F_{m_1, m_2} = f_1(m_1; m_2; 1/m_3)$ ,

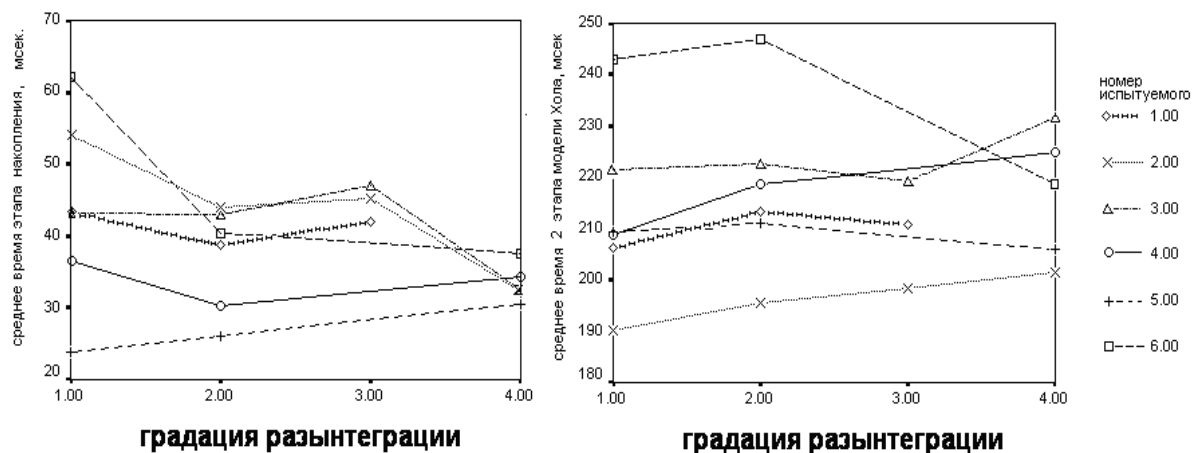


Рис. 3. Зависимость среднего времени этапа накопления  $\Delta t$  (левый график) и этапа принятия решения (правый график) от градации разынтеграции

положенного в основу данного метода. Соответствие распределений ВР модели Хола не противоречит допущению о сопротивлении формированию образа.

Следовательно, основные допущения о притяжении-отталкивании внимания и о сопротивлении при формировании образа представляются перспективными для их дальнейшего уточнения. Такие уточненные допущения могут быть в дальнейшем использованы для превращения предложенного эксперимента в метод психодиагностики, позволяющий строить субъективное семантическое пространство по произвольным параметрам реакций на стимулы с различной степенью осознания их смысла (объективный метод).

Необходимо отметить сходство феномена притяжения-отталкивания с павловскими понятиями концентрации и иррадиации (притяжение-отталкивание обуславливает концентрацию и иррадиацию) [5]. Сопротивление формированию образа может быть отождествлено с понятием взаимной индукции, так что его, возможно, правильнее называть самоиндукцией.

#### Литература

1. Бойко, Е.И. *Время реакции человека / Е.И. Бойко // Механизмы умственной деятельности. – М.: МПСИ, НПО «МОДЭК», 2002.*
2. Зайцев, В.И. *Математическое описание распределения времени реакции /*

*В.И. Зайцев, Ю.А. Скорик // Физиология человека. – 2002. – № 2.*

3. Иванов, Г.В. *Исследование группировки и интеграции в восприятии / Г.В. Иванов // Материалы IV съезда Российского психологического общества: тез. докл. – М.; Ростов н/Д.: КРЕДО, 2007.*

4. Мекке, Й. *Введение в стохастическую геометрию / Й. Мекке, Д. Штойан // Введение в стохастическую геометрию / Р.В. Амбарцумян, Й. Мекке, Д. Штойан. – М.: Наука, 1989.*

5. Павлов, И.П. *Лекции о работе больших полушарий головного мозга / И.П. Павлов. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1951.*

6. Петренко, В.Ф. *Основы психосемантики / В.Ф. Петренко. – СПб.: Питер, 2005.*

7. Смирнов, И.В. *Компьютерный психо-семантический анализ и психокоррекция на неосознаваемом уровне / И.В. Смирнов, А.Л. Журавлев, Е.В. Безносюк. – М.: Издательская группа «Прогресс» – «Культура», 1995.*

8. Тюрин, Ю.Н. *Анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. – М.: ИНФРА-М, 2003.*

9. Хол, Р. *Зависимость гипотетических компонент времени реакции от продолжительности подготовительного периода / Р. Хол // Инженерная психология за рубежом: сб. / под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер. – М.: Прогресс, 1967.*

10. Шиффман, Х. *Ощущение и восприятие / Х. Шиффман. – СПб.: Питер, 2003.*

**Иванов Георгий Валентинович**, аспирант психолого-педагогического факультета, РГПУ им. Герцена, г. Санкт-Петербург, georgedoma@yandex.ru

---

## PERCEPTUAL GROUPING AND UNCONSCIOUSNESS PERCEPTION

*G.V. Ivanov*

We propose hypothesis in which subjective representation spaced in subjective (sensory, semantic) space are considered as consisted from positive and negative attention. We propose suggestion about law operating attention quantity in stimulus representation, and suggest about law defined representation motion in subjective space. We consider the method of unconscious information input based on the perceptual grouping phenomena. Results of experiment for reaction time are proving evidence of a method effectiveness, and become the certificate in favor of the validity of the supposed laws are represented.

*Keywords: perceptual space, perceptual grouping, reaction time, unconscious perception.*

**Georgy V. Ivanov**, postgraduate student of psycho-pedagogical faculty of the Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg, georgedoma@yandex.ru

*Поступила в редакцию 11 марта 2013 г.*