

**И. В. Едренкин**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ СТИМУЛАМИ**

В статье обсуждаются ограничения метода прямого оценивания различий при построении субъективных пространств различения стимулов. Предлагается новый метод, основанный на использовании «эффекта выскакивания» в зрительном поиске. Приводятся результаты его апробации и валидизации. В экспериментальном исследовании выявлено, что показатели эффективности зрительного поиска (время реакции и относительная частота ошибок) являются адекватными мерами различия между стимулами, монотонно связанными с субъективными оценками. Также обнаружено, что в задаче зрительного поиска ориентационные полосы различаются в трехмерном сферическом пространстве.

*Ключевые слова:* психофизика, зрительный поиск, эффект выскакивания, многомерное шкалирование, векторное кодирование.

Limitations of subjective estimation of differences method, which is used in modeling stimuli discrimination spaces, are discussed in the article. A new approach is suggested, that is based on using «pop-out effect» in visual search. The suggested method of measuring differences among stimuli is validated. The experiment shows that the efficiency of visual search (measured on its time and accuracy) is an adequate measure of differences among stimuli, which is correlated with subjective estimation of difference. It is shown that at visual search task oriented lines are discriminated in a three-dimensional spherical space.

*Key words:* psychophysics, visual search, pop-out effect, multidimensional scaling, vector encoding.

### **1. Проблема**

На возможности измерения различий между стимулами (межстимульных различий, МР) основаны многие методы современной психофизики (Гусев, Измайлов, Михалевская, 1997). Так, получение матрицы различий для некоторого множества стимулов и последующий ее анализ методом многомерного шкалирования (ММШ; *multidimensional scaling*) приводят к построению *n*-мерного субъективного пространства, в котором расстояния между стимулами соответствуют различиям в

---

**Едренкин Илья Владимирович** — студент 4-го курса ф-та психологии МГУ. *E-mail:* ilya.edrenkin@gmail.com

Работа выполнена под руководством докт. психол. наук Ч.А. Измайлова.

исходной матрице (Терехина, 1983, 1986). Содержательная интерпретация осей этого пространства позволяет реконструировать возможные нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие различие. Пример результатов, полученных таким образом, — четырехмерная сферическая модель цветового зрения, предложенная Ч.А. Измайловым и Е.Н. Соколовым (Измайлов, 1980; Измайлов, Соколов, Черноризов, 1989; Измайлов и др., 1998; Соколов, Измайлов, 1984, 1988; Izmailov, Sokolov, 1991).

Субъективные различия между стимулами могут быть измерены разными методами. В настоящее время наиболее разработанным и широко применяемым является метод прямых оценок, в котором испытуемый сравнивает пары стимулов и оценивает их сходство по некоторой числовой шкале (например, от 1 до 9). При всей своей эффективности этот метод все же имеет недостатки. На результат влияют стратегии оценивания, которых придерживается испытуемый. Искажения вносит также уровень адаптации, зависящий от конкретного набора стимулов (стимульного контекста) (Хелсон, 1999).

Степень влияния этих ограничивающих факторов возрастает по мере увеличения сложности стимулов. Например, такой стимул, как яркость, определяется небольшим количеством физических параметров и является достаточно простым для наблюдателя. То же можно сказать и о часто используемых в нейрофизиологических исследованиях полосах разного наклона (ориентационных полосках). Однако сочетание этих двух признаков (яркости и ориентации полоски) приводит к вмешательству эффектов высокого уровня — субъективных стратегий испытуемых. Такой стимул уже с очевидностью многомерен, и испытуемому приходится решать, на какой из признаков и в какой мере следует ориентироваться.

По Р.Н. Шепарду, при шкалировании стимулов с большим числом признаков в субъективном пространстве возникает переход от евклидовой метрики к метрике city-block (Shepard, 1964), однако механизмы, стоящие за таким предполагаемым переходом, неясны. Многие данные прямого шкалирования, примененного к достаточно сложным стимулам, могут содержать значительный артефакт измерения.

Основной принцип альтернативных методов измерения состоит в том, что те или иные регистрируемые показатели связаны с МР, хотя перед испытуемым не стоит задача их оценивания. К подобным методам относится регистрация вызванного потенциала на замену стимула (Соколов, 2003). Для реализации альтернативного подхода МР должно быть определенным образом «встроено» в задачу, чтобы определять какие-либо параметры ее выполнения. В этом случае мера МР будет косвенной, однако при условии корректного проведения процедуры измерения результат в меньшей степени подвергнется искажающим влияниям со стороны нисходящих процессов переработки информации

(Андерсон, 2003), чем при прямом оценивании. Здесь задействуются автоматические процессы переработки информации, происходящие при минимальном контроле со стороны субъекта.

В зрительной модальности этим условиям соответствуют задачи зрительного поиска, в которых возникает «эффект выскакивания» («*pop-out effect*») (Schneider, Shiffrin, 1977), заключающийся в следующем: целевой стимул, отличный от множества одинаковых (дистракторов), субъективно «выскакивает» в феноменальном поле, что обеспечивает быструю его локализацию испытуемым. Дж. Дункан и Г.В. Хамфрис предположили, что этот эффект возникает только в случае достаточно больших различий между целевым стимулом и дистракторами (Duncan, Humphreys, 1989). Проверка этого предположения проводилась в рамках теории интеграции признаков (Quinlan, 2003; Treisman, 1991). Вместе с тем в настоящее время исследователи пытаются систематически управлять эффективностью зрительного поиска, варьируя степень сходства между целевым стимулом и дистракторами (Avraham, Yeshurun, Lindenbaum, 2008). В ряде исследований особенности выполнения задачи зрительного поиска использовались при выявлении механизмов, ответственных за различение ориентационных полос (Foster, Ward, 1991 a, b; Wolfe, Friedmann-Hill, 1992), однако систематическое варьирование различий между целевым стимулом и дистрактором в них не проводилось.

## **2. Обоснование методики**

Целью нашей работы было создание методики измерения различий между стимулами, основанной на использовании показателей эффективности зрительного поиска.

Теоретической основой нашего исследования является модель векторного кодирования в нервной системе, предложенная Е.Н. Соколовым (2003).

Различение стимулов зрительной системой описывается сферической моделью. Процессы передачи информации в звеньях концептуальной рефлекторной дуги в сферической модели различения сигналов нервной системой осуществляются по принципу векторного кодирования. Сферическая модель различения доказала свою эффективность для описания механизмов детекции различных простых сенсорных признаков — ориентации линий, углов, цветов и пр. (Зимачев и др., 1986; Измайлов, Исайчев, Шехтер, 1998; Измайлов и др., 2004; Izmailov, 1997; Izmailov, Sokolov, 1990).

Пространство различения ориентации линий будет использоваться нами для обоснования методики построения субъективных пространств, базирующейся на анализе параметров ЭЗП для ориентационных полосок. Восприятие последних достаточно хорошо изучено в нейрофизиологии зрения, наличие клеток-детекторов ориентации установлено

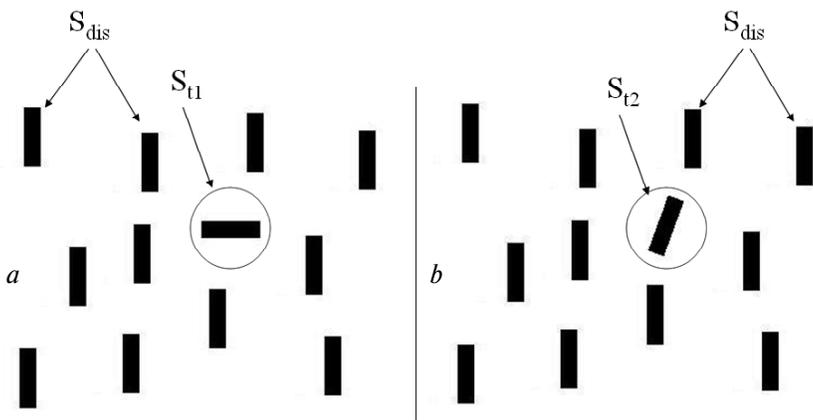


Рис. 1. «Эффект выскакивания».  $S_{dis}$  — стимулы-дистракторы,  $S_{t1}$  — первый целевой стимул,  $S_{t2}$  — второй целевой стимул

эмпирически в классических опытах Хьюбела и Визела (Хьюбел, 1990). В векторной психофизиологии детектирование ориентации линий описывается с помощью сферической модели различения и векторного принципа кодирования информации (Измайлов и др., 1988, 2004). Данный процесс моделируется с помощью окружности в двухмерном пространстве. Детекция ориентации осуществляется с помощью двухканального модуля. Первый канал данной нейронной сети максимально возбуждается при вертикальной ориентации стимулов, а при горизонтальной — в наибольшей степени подавляет свою активность. Второй канал максимально активизируется при ориентации стимула в  $45^\circ$  по отношению к горизонтали, а при  $135^\circ$  максимально тормозится.

Эффект, положенный в основу предлагаемой методики, представлен на рис. 1, *a*, *b*. Мы видим, что левая (*a*) и правая (*b*) его части отличаются только целевым стимулом, однако на рис. 1, *a* «эффект выскакивания» возникает быстрее. Обозначим субъективное различие между стимулами  $S_i$  и  $S_j$  как  $d(S_i, S_j)$ . Так как субъективное различие между целевым стимулом и дистракторами на рис. 1, *a* больше, чем на рис. 1, *b*, можно записать, что  $d(S_{t1}, S_{dis}) > d(S_{t2}, S_{dis})$ . Вместе с тем сложность задачи зрительного поиска отличающегося стимула значительно ниже в случае 1, *a*, чем в случае 1, *b*. В соответствии с этим наблюдением представляется достаточно очевидной связь субъективной «легкости» зрительного поиска в описанных условиях со степенью различия между целевым стимулом и дистракторами. Субъективная «легкость» задачи может выразиться в уменьшении времени ее выполнения и снижении вероятности ошибки по сравнению с более сложной задачей. Это по-

зволяет выдвинуть предположение о наличии монотонной связи между параметрами *эффективности зрительного поиска* (ЭЗП) и величиной МР. Если такого рода взаимосвязь на самом деле наблюдается, параметры ЭЗП могут быть использованы как объективная мера МР.

### **3. Предварительное исследование: установление эффекта**

*Гипотеза:* время и эффективность зрительного поиска целевого стимула в условиях возникновения «эффекта выскакивания» монотонно связаны с различием между этим стимулом и дистракторами.

#### **Методика**

*Стимуляция.* Испытуемый располагался на расстоянии 140 см перед CRT-монитором с диагональю 38.1 см, на котором предьявлялись стимулы. Угловой размер области стимуляции составил  $12.4^\circ$ . Три стимула равного размера ( $3^\circ$ ), расположенные в ряд по горизонтали, были отделены друг от друга двумя небольшими промежутками ( $1.1^\circ$ ) и отстояли от левой и правой границ экрана на  $0.6^\circ$ . По вертикали все три стимула имели среднее положение. Отличающийся (целевой) стимул находился либо в левой, либо в правой части ряда, два оставшихся стимула (дистракторы) были идентичны.

Исследование проводилось в условиях темновой адаптации. Яркость всех стимулов была уравнена и являлась максимальной для данного монитора (около  $100 \text{ кд/м}^2$ ), использовался черный фон.

*Инструкция* испытуемому: «Вам будут предьявляться тройки полосок. Эти полоски различаются только по одному параметру — наклону. Две полоски имеют одинаковый наклон. Третья от них отличается. Степень различия может быть очень разной — от явной до подпороговой. Та полоска, которая отличается, находится либо в левой, либо в правой части экрана, но никогда не посередине. Ваша задача: как можно быстрее определить положение отличающейся полоски. Если вы увидите отличающуюся полоску слева, нажмите на левую кнопку мыши; если вы увидите отличающуюся полоску справа, нажмите на правую кнопку мыши. Изображения будут предьявляться на короткое время и быстро сменяться следующими, поэтому старайтесь отвечать как можно быстрее и не обращать внимания на возможные ошибки».

*Процедура.* Испытуемые выполняли задачу поиска, в которой полоска с наклоном  $45^\circ$  по часовой стрелке по отношению к горизонтали являлась эталонным стимулом, т.е. присутствовала во всех отдельных предьявлениях (попеременно в роли цели или дистрактора). Использовались 6 переменных стимулов (полоски с наклоном  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  и  $90^\circ$  по часовой стрелке относительно горизонтали). Время предьявления одной «тройки» стимулов — 500 мс. Далее следовал черный фон вплоть до ответа испытуемого (нажатия им на левую или правую клавишу мыши). Через 1000 мс после ответа испытуемого предьявлялась

новая «тройка». Каждое возможное сочетание повторялось по 25 раз для повышения надежности результата. Таким образом, всего в данном эксперименте осуществлялось  $2 \times 6 \times 25 = 300$  измерений.

*Показатели ЭЗП:* 1) время реакции (ВР) — интервал от момента предъявления до нажатия испытуемым кнопки мыши; 2) относительная частота правильных ответов для каждой предъявленной пары «цель—дистрактор». Будем считать, что ЭЗП тем выше, чем меньше ВР и больше относительная частота правильных ответов.

*Испытуемые:* 10 человек с нормальным или скорректированным зрением.

**Результаты.** Сопоставление МР с показателями ЭЗП подтвердило гипотезу о монотонности их взаимосвязи. Оказалось, что время зрительного поиска и число ошибок уменьшаются по мере роста различия в наклоне между эталонным стимулом (полоской с наклоном  $45^\circ$ ) и переменным (полоской с наклоном  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  или  $90^\circ$ ).

Установление эффекта сделало возможным построение методики измерения МР, основанной на измерении параметров ЭЗП.

#### **4. Апробация и валидизация методики оценки величины различия между стимулами по параметрам эффективности зрительного поиска**

*Гипотеза:* данные, получаемые с помощью предлагаемой методики, соответствуют данным прямого шкалирования: субъективные пространства различения ориентационных полос совпадают.

Исследование включало три серии. В серии 1 проводилась апробация предлагаемой методики с целью построения субъективного пространства различения ориентационных полос. В серии 2 вводился дополнительный фактор — затруднение условий восприятия за счет снижения контраста сцены и времени экспозиции при сохранении тех же ориентаций линий. В серии 3 (контрольной) испытуемые оценивали различия между отличающимися стимулами в тройках классическим методом прямого шкалирования.

##### **4.1. Серии 1 и 2 Методика**

Построение троек стимулов, параметры предъявления, измеряемые показатели и инструкция испытуемому были идентичны указанным в описании предварительного исследования, за исключением нескольких особенностей. Стимулы варьировались по ориентации (наклону) в полном диапазоне (от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ ) с шагом  $15^\circ$ . Таким образом, «алфавит стимулов» состоял из 12 различно ориентированных полосок. Каждый из 12 стимулов мог быть целью или дистрактором. Цель всегда располагалась в левой или правой части экрана. Из каждой пары стимулов можно было создать четыре принципиально различных изображения. Число возможных уникальных комбинаций стимулов с полным варьи-

рованием по локализации целевого стимула равнялось  $12 \times 12 \times 2 = 288$ . Для повышения надежности измерения каждая комбинация предъявлялась по два раза. Таким образом, общее число предъявлений каждому испытуемому составило 576.

В серии 1 («нейтральной») в течение 500 мс предъявлялись белые полосы на черном фоне, после чего следовал черный фон. В серии 2 (с затруднением условий восприятия) в течение 250 мс предъявлялись черные полосы на темно-сером фоне, после чего следовал черный фон. Таким образом, затруднение условий восприятия достигалось не только снижением вдвое времени экспозиции, но также резким понижением контраста и невозможностью ориентироваться на послеобразы (так как черные полосы маскировались черным фоном).

*Испытуемые:* 40 практически здоровых людей (по 20 в каждой серии).

#### *Обработка*

1. Каждой уникальной паре стимулов, определяемой позицией целевого стимула, его номером и номером стимула-дистрактора, ставятся в соответствие ВР и правильность ответа для каждого из 40 испытуемых.

2. Для каждой пары проводится расчет медианного ВР по всем испытуемым.

3. Для каждой пары рассчитывается общее число ошибок по всем испытуемым. Это число делится на общее число предъявлений, превращаясь в оценку вероятности ошибки. Для тех пар стимулов, где цель и дистрактор совпадают, вероятность ошибки приравнивается 0.5 (случайное угадывание).

4. Полученные данные сводятся в две матрицы различий — по ВР и по вероятности ошибки поиска. Столбцам матрицы соответствует целевой стимул, строкам — дистрактор.

5. Полученные матрицы анализируются неметрическим ММШ по отдельности или вместе, при условии учета различия в масштабах (трансформации применяются к каждой матрице отдельно).

6. Полученные многомерные пространства подвергаются ортогональному вращению для улучшения возможностей интерпретации.

#### **Результаты**

Для того чтобы принять решение о размерности субъективного пространства различения, мы использовали графики зависимости показателя «stress» от размерности пространства. По данным серий 1 и 2 размерность пространства различения ориентаций равна трем.

В обеих сериях пространства стимулов оказались практически идентичными, поэтому мы приняли решение не рассматривать их отдельно, а представить одно трехмерное пространство, полученное в серии 2 (рис. 2). Сходство результатов двух серий свидетельствует в пользу надежности предлагаемой нами методики: затруднение условий

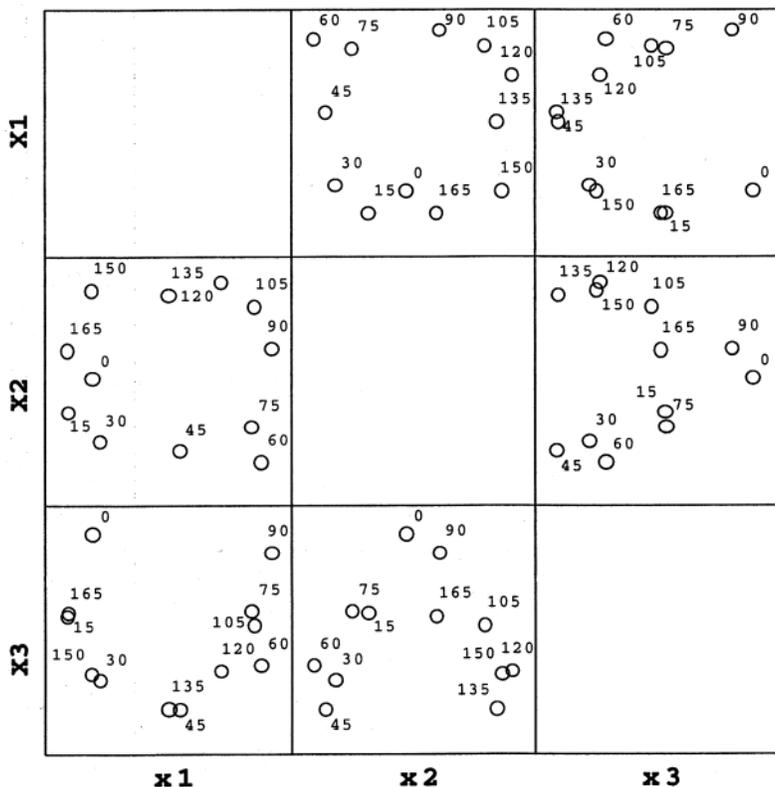


Рис. 2. Серия 2 (зрительный поиск с затруднением условий восприятия): субъективное пространство различения ориентационных полос. Числа на графике обозначают угол наклона ориентационной полоски по отношению к горизонтали

восприятия не влияет на итоговый вид субъективного пространства, реконструированного на основании показателей ЭЗП.

На рис. 2 видно, что полученное пространство сферично. Коэффициент вариабельности радиуса сферы невысок — 9.73% (для серии 1 он несколько выше — около 14%). Сферичность пространств согласуется с моделью векторного кодирования Е.Н. Соколова.

Оси X1 и X2 являются оппонентными для стимулов 0—90° и 45—135°. Это соответствует классическим данным. Однако ось X3, видимо, также выполняет важную различительную функцию. Она упорядочивает стимулы как близкие к полюсу «косых» (45 и 135°) или к полюсу «прямых» (0 и 90°). Оказывается, X3 — также оппонентная ось, отражающая переходы между прямизной и наклонностью.

Здесь возникает противоречие. Несмотря на частичную сходимость данных, различные методы дают расходящиеся результаты. Видно, что

предлагаемый нами метод показывает наличие дополнительного по сравнению с классическим механизма различения ориентационных полосок, формально представленного в виде третьей оси пространства. Можно предположить, например, что этот механизм не действует при прямом сравнении сходства полосок, но включается в задачах, где необходимо тонкое их различие.

По-видимому, ХЗ отражает не само по себе отклонение линии от вертикали и горизонтали, а субъективную оценку «места», занимаемого стимулом на экране. В самом деле, если рассматривать воображаемые прямоугольники, описывающие «прямые» и «наклонные» стимулы, мы обнаружим, что площадь таких прямоугольников минимальна для полосок 0 и 90° и максимальна для полосок 45 и 135°. Площадь такого воображаемого прямоугольника может быть связана с субъективной «заметностью» стимула, т.е. с доступностью его для зрительного поиска. Возможно, процедура прямого оценивания различия в наклоне полоски не обращается к этому механизму, поскольку с ним не связаны наши навыки визуального измерения ориентации линии. Вместе с тем этот механизм реально существует, однако он включается тогда, когда зрительной системе требуется эффективно производить различие, а не когда ей необходимо подготовить к вербализации информацию о различии.

Таким образом, новая методика оценки величины различия между зрительными стимулами была апробирована на ориентационных полосках и дала осмысленные результаты. Согласно данным, полученным с помощью этой методики, в различении ориентационных полосок участвуют три оппонентных механизма. Первые два соответствуют механизмам, выделяемым с помощью прямого шкалирования, и представляют собой оппонентные оси 0—90°, 45—145°. Третий механизм — также оппонентная ось, отражающая переходы между прямизной и наклонностью.

#### **4.2. Серия 3 (контрольная)**

Испытуемые оценивали классическим методом субъективную величину различия внутри тех же троек стимулов, что использовались в серии 2. Контрольная серия проводилась для того, чтобы исключить влияние способа предъявления стимулов (тройками, а не парами, как в классических экспериментах) на конечный результат (итоговый вид субъективного пространства).

##### **Методика**

*Стимуляция.* Параметры предъявления стимулов совпадали с описанными для серии 2.

*Инструкция:* «Вам будут предъявляться тройки полосок. Эти полоски различаются только по одному параметру — наклону. Две по-

лоски имеют одинаковый наклон. Третья от них отличается. Степень различия может быть очень разной — от явной до подпороговой. Та полоска, которая отличается, находится либо в левой, либо в правой части экрана, но никогда не посередине. Ваша задача: оценить различие между отличающейся полоской и одинаковыми по шкале от 1 до 9. Если различие кажется вам минимальным, нажимайте клавишу «1», если очень большим — «9». Вы можете использовать все промежуточные значения от 1 до 9».

В качестве измеряемого показателя выступила числовая оценка различия для каждой пары стимулов — целые числа от 1 до 9, вводимые с клавиатуры.

В контрольной серии приняли участие 5 практически здоровых испытуемых.

*Обработка.* Матрицы субъективных оценок различий между стимулами обрабатывались классическим методом. Данные всех пяти испытуемых проверялись на согласованность, после чего обрабатывались с помощью ММШ.

**Результаты.** Размерность полученного пространства (рис. 3) равна двум, что полностью соответствует классическим данным. Оси X1 и X2 являются оппонентными для стимулов 0—90° и 45—135°. Таким

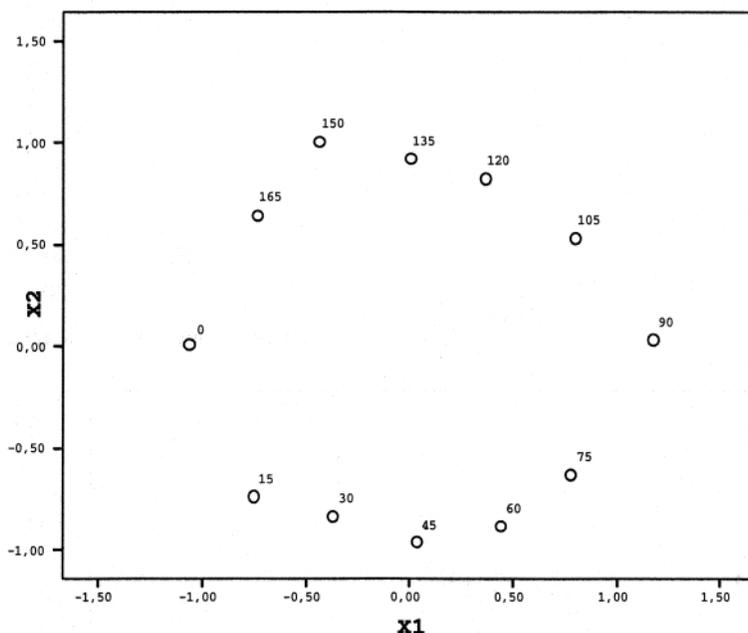


Рис. 3. Серия 3 (контрольная): субъективное пространство различения ориентационных полос. Числа на графике обозначают угол наклона ориентационной полоски по отношению к горизонтали

образом, предъявление стимулов тройками, а не парами, не влияет на итоговый вид субъективного пространства при прямом шкалировании различий.

## 5. Выводы

1. Предложенный метод позволяет измерять субъективные различия между стимулами, при этом результат измерения не зависит от стратегий оценивания испытуемого и его уровня адаптации.

2. Такие показатели эффективности зрительного поиска, как время реакции и относительная частота ошибок, являются адекватными мерами различия между стимулами, монотонно связанными с субъективными оценками.

3. Пространство различения ориентационных полосок в задаче зрительного поиска является трехмерным. Подтверждено существование двух оппонентных осей ( $0-90^\circ$ ,  $45-135^\circ$ ). Выявлена третья оппонентная ось «прямизна—наклонность».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андерсон Дж.* Когнитивная психология. СПб., 2003.
- Гусев А.Н., Измайлов Ч.А., Михалева М.Б.* Измерение в психологии. Общий психологический практикум. М., 1997.
- Зимачев М.М., Шехтер Е.Д., Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Хроматическая составляющая электроретинограммы лягушки // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1986. Т. 36. № 6. С. 1100—1107.
- Измайлов Ч.А.* Сферическая модель цветоразличения. М., 1980.
- Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н.* Цветовой и яркостный компоненты зрительных вызванных потенциалов у человека // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1998. Т. 48. № 5. С. 777—787.
- Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Шехтер Е.Д.* Двухканальная модель различения сигналов в сенсорных системах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1998. № 3. С. 29—40.
- Измайлов, Ч.А., Ласточкина М.Н., Полянская Г.Н., Соколов Е.Н.* Различение линий и углов зрительной системой // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1988. № 1. С. 41—50.
- Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Коршунова С.Г., Чудина Ю.* Геометрическая модель различения ориентаций линии, основанная на субъективных оценках и зрительных вызванных потенциалах // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 2004. Т. 54. № 2. С. 267—279.
- Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М.* Психофизиология цветового зрения. М., 1989.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М., 2003.
- Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Цветовое зрение. М., 1984.
- Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Трехстадийная модель цветового зрения // Сенсорные системы. 1988. Т. 2. № 4. С. 400—407.
- Терехина А.Ю.* Многомерное шкалирование в психологии // Психол. журн. 1983. Т. 4. № 1. С. 76—88.
- Терехина А.Ю.* Анализ данных методом многомерного шкалирования. М., 1986.

Хелсон Х. Уровень адаптации // Хрестоматия по психологии ощущений и восприятия / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Любимова, М.Б. Михалевской. М., 1999.

Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М., 1990.

*Avraham T., Yeshurun Y., Lindenbaum M.* Predicting visual search performance by quantifying stimuli similarities // *J. of Vision.* 2008. Vol. 8. N 4. P. 1—22.

*Duncan J., Humphreys G.W.* Visual search and stimulus similarity // *Psychol. Review.* 1989. Vol. 96. P. 433—458.

*Foster D.H., Ward P.A.* Asymmetries in oriented-line detection indicate two orthogonal filters in early vision // *Proc. of the Royal Society (London B).* 1991a. Vol. 243. P. 75—81.

*Foster D.H., Ward P.A.* Horizontal-vertical filters in early vision predict anomalous line-orientation frequencies // *Proc. of the Royal Society (London B).* 1991b. Vol. 243. P. 83—86.

*Izmailov Ch.A.* Dual-channel sensory mechanism of stimuli discrimination // *Proc. of XII Triennial congress of the International ergonomics association (Tampere, Finland).* 1997. Vol. 5. P. 347—349.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Multidimensional scaling of lines and angles discrimination // *Psychophysical explorations of mental structures / Ed. by H.G. Geissler.* Toronto; Bern; Stuttgart, 1990. P. 181—189.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Spherical model of color and brightness discrimination // *Psychol. Sci.* 1991. Vol. 2. P. 249—259.

*Quinlan P.T.* Visual feature integration theory: past, present, and future // *Psychol. Bull.* 2003. Vol. 129. N 5 (Sep.). P. 643—673.

*Schneider W., Shiffrin R.M.* Controlled and automatic human information processing: 1. Detection, search and attention // *Psychol. Review.* 1977. Vol. 84. N 1. P. 1—66.

*Shepard R.N.* Attention and the metric structure of the stimulus space // *J. of Mathemat. Psychol.* 1964. Vol. 1. P. 54—87.

*Treisman A.* Search, similarity, and integration of features between and within dimensions // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance.* 1991. Vol. 17. N 3. P. 652—676.

*Wolfe J.M., Friedman-Hill S.R.* Visual search for orientation: The role of angular relations between targets and distractors // *Spatial Vision.* 1992. Vol. 6. N 3. P. 199—208.

Поступила в редакцию  
13.05.08