

# ИННОВАЦИОННЫЕ И ДИСКУССИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОЛОГИИ

## КОНФИГУРАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ РАЗЛИЧЕНИЯ КРЕСТООБРАЗНЫХ ФИГУР\*

**Ю.А. Чудина**

Кафедра социальной и дифференциальной психологии  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198*

**Ч.А. Измайлов**

Кафедра психофизиологии  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
*ул. Большая Никитская, 4, Москва, Россия, 103009*

В работе описана геометрическая модель различения изображений, построенная методом многомерного шкалирования субъективных различий между крестообразными фигурами. Полученное пространство конфигураций описывали в терминах сферической модели различения стимулов. Анализ показал, что различение крестообразных фигур осуществляется трехканальной нейронной сетью, детектирующей две конфигурационные характеристики стимулов. Сравнение результатов данной работы с исследованиями различения других схематических изображений (линий, углов, трехлинейных фигур) показывает, что крестообразные фигуры, распознаваемые по величине угла и ориентации, являются базовыми элементами зрительного восприятия.

**Ключевые слова:** различение схематических фигур, многомерное шкалирование, субъективные оценки попарных различий, двухканальный модуль, сферическая модель различения стимулов, сенсорные характеристики стимула.

Зрительное восприятие изображений, состоящих из линий разной ориентации, основано на распознавании конфигурационных характеристик стимулов. Согласно сферической модели различения стимулов [1; 11; 19; 23] конфигурация распознается набором двухканальных модулей зрительной системы [2; 3], взаимодействие которых реализуется по иерархическому принципу [9; 23]. Двухканальный модуль морфологически представлен набором корковых колонок, осуществляющих детектирование зрительного признака и формирующихся на основе зрительного опыта [2; 3; 15]. Иерархическая структура взаимодействующих двухка-

---

\* Работа поддержана грантами РГНФ № 10-06-00302а и РФФИ № 10-06-00438а.

нальных модулей позволяет легко различать разнообразные варианты зрительных паттернов.

Исследования конфигурационного механизма зрительного восприятия основаны на многомерном шкалировании различий между стимулами с графическими признаками, которые детектируются двухканальным модулем. Такие признаки называются «простыми», так как являются универсальными элементами «зрительного алфавита» [7; 8], используются для построения изображения любой сложности [4; 5; 6; 8; 10; 18; 20], лежат в основе поэлементной спецификации внутренней структуры изображения [12; 13].

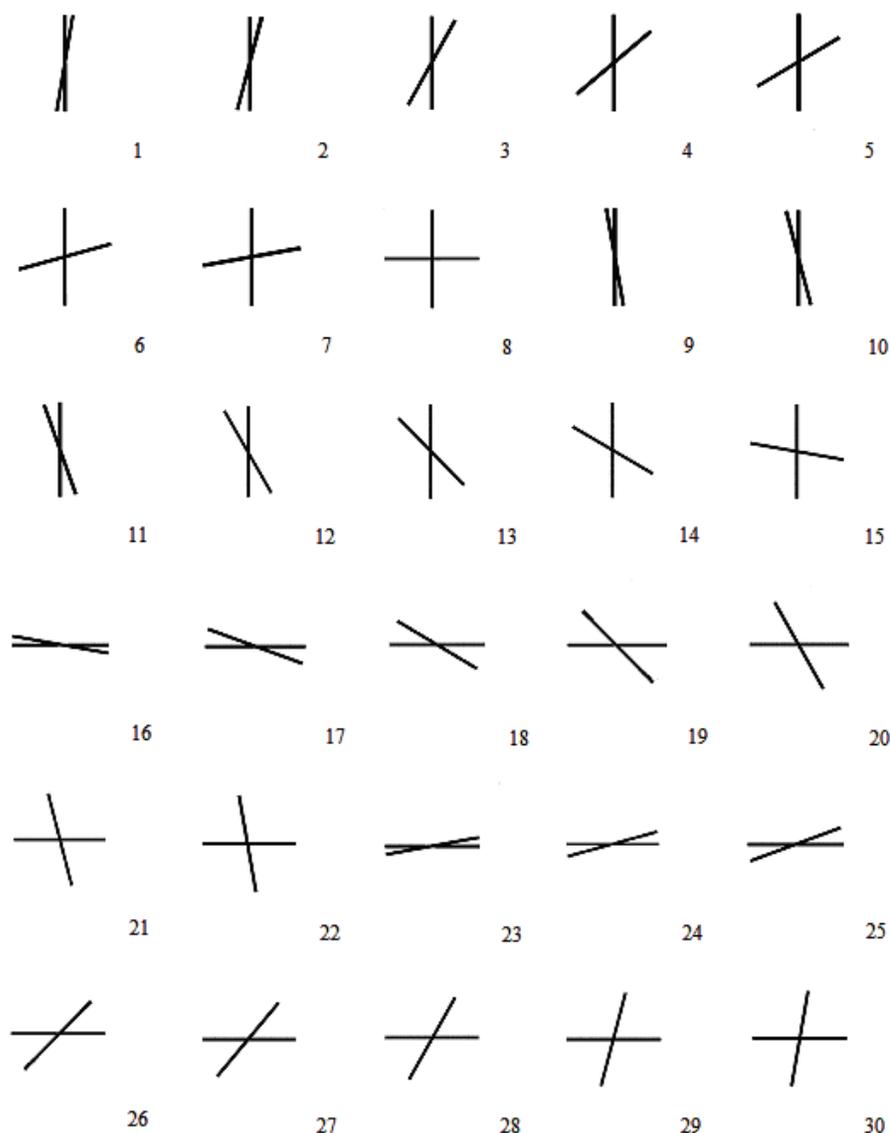
В экспериментальных исследованиях схематических фигур было показано, что такие элементарные признаки изображения, как ориентация линии и величина угла между линиями, являются универсальными для распознавания одно-, двух- и трехлинейных фигур [5; 6; 8; 18; 20].

В данной работе сделана попытка экспериментально исследовать особенности зрительного различения четырехлинейных изображений и выявить сенсорные характеристики, являющиеся основанием их зрительного анализа. Для решения поставленной задачи использовали метод многомерного шкалирования субъективных оценок различий между стимулами [11; 14; 21], на основе которых была построена геометрическая модель, в которой стимулы соответствуют точкам сферического пространства, расстояния между точками — воспринимаемым различиям между стимулами, а оси полученного пространства — нейронным каналам зрительной системы, различающим стимулы [1; 3; 14; 19; 21].

**Испытуемые.** В эксперименте приняли участие 10 здоровых испытуемых в возрасте 25—35 лет, среди которых было пять женщин и пять мужчин.

**Стимулы.** В качестве стимулов использовали крестообразные фигуры (рис. 1), которые представлены двумя линиями одинаковой длины, пересекающимися посередине. Точка пересечения линий соответствовала центру экрана. Стимулы образованы двумя линиями, одна из которых располагалась горизонтально (на рис. 1 — нижние 15 стимулов) или вертикально (на рис. 1 — верхние 15 стимулов), а вторая линия всегда была наклонена под определенным углом, который варьировал в пределах от 0 до 180 град. Угол наклона второй линии выбрали так, чтобы минимизировать число похожих стимулов. Всего использовали 30 изображений, представленных фигурами, состоящими из двух одинаковых углов, симметричных относительно горизонтали или вертикали.

**Процедура предъявления стимулов.** Стимулы изображались на экране компьютера белыми линиями на темном фоне. Они предъявлялись парами, и испытуемые оценивали различия между каждой парой изображений по 9-балльной шкале, на которой 1 баллу соответствовало минимальное различие между стимулами, 9 баллам — максимальное различие, а остальным значениям баллов — промежуточные оценки, которые вводились в компьютер путем выбора (нажатием на соответствующую цифровую клавишу). Пара стимулов одновременно предъявлялась на экране в течение 0,5 сек., затем во время экспонирования темного фона (0,5 сек.) испытуемый давал числовой ответ.



**Рис. 1.** Крестообразные фигуры, используемые в качестве стимулов  
(номера стимулов обозначены цифрами)

Всего каждому испытуемому предъявляли 435 пар стимулов из расчета  $n(n - 1)/2$ , где  $n = 30$ , так как одинаковые стимулы в паре не предъявлялись. Каждая пара стимулов экспанировалась для испытуемого на экране компьютера по 2 раза. Предъявление пар стимулов осуществлялось в квазислучайном порядке.

В результате экспериментов для каждого испытуемого была получена треугольная матрица попарных субъективных различий между стимулами. Элементом индивидуальной матрицы была средняя оценка по двум предъявлениям данной пары. Матрицы всех испытуемых проверили на коррелированность, затем усреднили и получили матрицу усредненных попарных оценок различий между крестообразными фигурами (рис. 2).

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1																														
2	2,0																													
3	4,1	3,5																												
4	5,7	3,9	4,1																											
5	6,3	5,8	4,9	3,4																										
6	7,2	5,7	5,3	3,9	3,4																									
7	6,9	6,1	5,9	4,6	4,3	2,7																								
8	8,3	7,4	6,7	6,3	5,8	4,9	4,3																							
9	1,8	1,9	3,7	6,3	6,4	6,0	7,2	6,6																						
10	2,9	1,3	4,1	5,0	5,4	6,2	6,4	7,0	2,1																					
11	3,0	2,5	3,0	4,1	4,8	6,5	6,4	7,1	2,6	1,8																				
12	3,7	3,5	2,8	3,2	4,1	5,3	5,8	6,9	4,3	3,0	2,4																			
13	4,7	4,9	3,0	2,6	3,7	5,2	5,8	7,3	4,4	3,6	3,8	3,2																		
14	6,1	5,4	5,0	2,8	3,9	4,5	4,6	5,2	5,5	4,8	4,8	4,0	3,1																	
15	6,7	6,7	6,2	5,7	5,1	4,2	3,1	4,4	6,8	6,3	6,0	5,8	4,9	4,3																
16	2,8	3,8	4,5	5,5	6,4	6,4	6,2	8,0	2,5	2,9	3,5	4,6	5,0	5,6	6,0															
17	4,2	3,1	3,3	5,1	5,3	6,0	7,0	7,2	3,7	3,2	3,2	3,8	4,3	5,3	5,4	3,1														
18	4,5	4,4	4,0	3,7	5,9	5,8	7,9	4,9	4,0	4,1	3,3	4,2	4,4	5,6	3,6	1,8														
19	5,4	5,0	4,6	3,7	3,6	5,0	5,6	6,3	5,2	4,5	4,5	4,1	3,7	3,9	5,1	4,8	3,9	2,8												
20	5,4	5,5	4,8	3,9	3,6	3,8	4,7	5,4	6,4	5,4	5,1	4,1	4,2	4,0	5,1	6,3	5,1	4,4	2,7											
21	6,8	5,8	6,0	5,5	4,8	3,8	4,6	4,6	5,6	6,5	6,8	5,9	5,7	4,7	3,6	7,1	5,7	5,7	4,7	3,2										
22	6,9	6,6	5,9	5,9	4,6	4,3	5,2	3,5	6,8	7,3	7,1	6,6	4,7	4,7	4,1	6,8	6,1	6,0	5,2	3,9	2,9									
23	2,5	2,8	4,7	5,4	6,3	6,5	6,3	7,9	2,8	3,3	3,8	4,4	5,6	4,9	7,2	1,6	3,4	3,6	5,2	5,6	7,0	6,5								
24	2,7	3,6	3,4	5,1	5,5	6,5	6,4	7,1	3,2	3,2	3,4	4,3	5,3	5,7	6,9	2,8	2,5	4,0	4,3	5,6	6,2	6,2	3,0							
25	3,7	3,6	3,8	5,8	5,2	5,8	7,6	6,9	3,5	3,8	2,8	3,4	4,2	4,8	6,6	3,0	2,2	3,3	4,7	5,3	6,3	6,8	3,7	3,0						
26	5,7	5,0	3,9	3,5	4,4	4,4	5,1	6,6	5,1	5,0	5,4	4,7	4,3	4,1	4,8	5,7	4,0	5,2	3,7	3,8	5,3	5,3	5,2	4,7	4,3					
27	6,4	5,9	4,6	4,3	3,9	5,3	5,2	6,4	5,7	5,6	5,2	4,3	4,1	4,8	5,0	5,3	5,1	4,4	3,2	3,4	4,4	4,4	5,7	5,0	4,9	4,4	2,3			
28	6,3	4,9	5,6	4,3	4,4	4,7	4,6	6,2	5,9	5,2	5,7	5,1	3,9	4,4	5,3	5,6	5,7	5,2	3,6	3,2	4,2	4,4	5,7	5,7	5,7	3,6	2,0			
29	6,3	6,9	6,0	4,5	4,7	4,3	3,6	4,5	7,1	6,3	6,3	5,7	5,7	5,7	3,3	6,2	5,7	6,0	5,2	4,5	3,1	3,4	6,1	7,2	6,5	4,6	3,8	3,1		
30	7,6	6,3	5,8	5,7	6,1	3,9	3,1	3,7	7,2	5,6	7,0	7,0	5,5	5,6	3,7	7,1	7,0	5,5	5,4	4,9	4,6	4,2	6,5	6,7	6,6	4,7	4,9	4,1	2,8	

**Рис. 1.** Матрица конфигурационных субъективных различий между крестообразными фигурами (Номера строк и столбцов матрицы соответствуют номерам стимулов на рис. 1)

Полученную матрицу анализировали неметрическим методом многомерного шкалирования по алгоритму Гутмана [11; 21]. В результате было получено геометрическое пространство, оси координат которого упорядочивались в соответствии с максимальным размахом значений по оси. Первоначально для спецификации полученного пространства необходимо определить его минимальную размерность, т.е. минимальное количество осей, при котором межточечные расстояния соответствуют исходным оценкам в матрице различий [21]. В этом случае используют два показателя: *стресс* ( $s$ ) — отклонение полученных в результате шкалирования данных от исходных и *коэффициент корреляции* ( $r$ ) — мера их близости.

Таблица

**Показатели пространственной модели  
попарных различий между крестообразными фигурами**

Показатель	Размерность пространства (количество осей)			
	1	2	3	4
Стресс ( $s$ )	0,34	0,24	0,15	0,12
Коэффициент корреляции ( $r$ )	0,79	0,81	0,87	0,89
Средний радиус	—	1,95	2,01	2,18
Стандартное отклонение	—	0,19	0,19	0,17
Коэффициент вариации, %	—	9,9	9,9	7,9

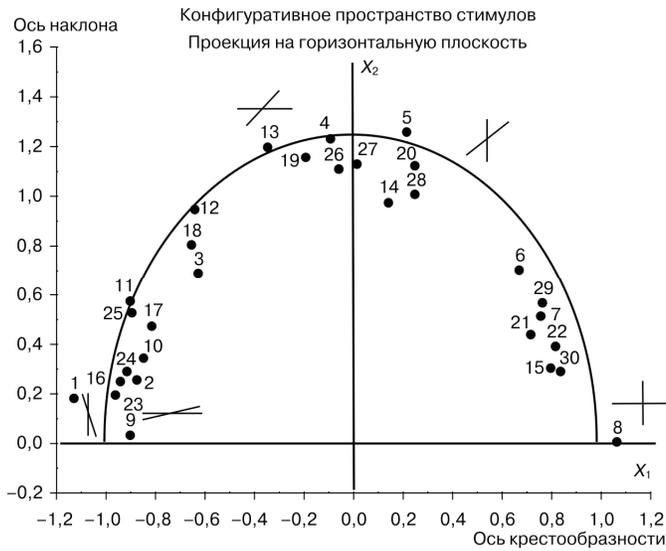
Минимальной является размерность, при которой значение стресса минимально, а значение коэффициента корреляции максимально. Из таблицы, в которой приведены значения этих показателей, видно, что оптимальным для данного случая является трехмерное решение, так как добавление осей незначительно изменяет значения стресса и коэффициента корреляции. Дополнительным критерием правильности выбора минимальной размерности является содержательная интерпретация осей [14; 21], которую мы осуществим ниже.

Далее необходимо оценить сферичность полученного пространства на основе коэффициента вариации, который является показателем отклонения экспериментальных данных от уравнения сферы. В таблице 2 представлены значения коэффициентов вариации пространства в зависимости от его размерности. Эти данные указывают на то, что полученное пространство может быть представлено в виде трехмерной сферы.

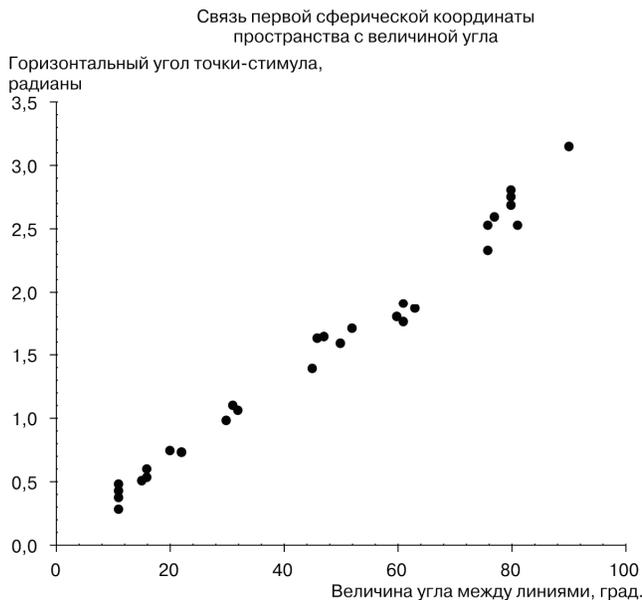
На основе этих формальных критериев можно говорить о трехмерном евклидовом пространстве как о модели различения крестообразных фигур. Рассмотрим полученное конфигурационное пространство.

**Сферическая модель различения конфигураций.** Для содержательной интерпретации осей полученного пространства необходимо рассмотреть сферическую модель различения стимулов [1; 3; 23]. Согласно этой модели каждая значимая для различения физическая характеристика стимулов кодируется в зрительной системе двухканальной нейронной сетью, каналы которой связаны реципрокными отношениями, так что сумма квадратов числовых показателей активности каналов равна постоянной величине. Математически два нейронных канала зрительной системы представлены двумя декартовыми координатами двумерной евклидовой плоскости, а сферическая координата соответствует выходу двухканальной сети — сенсорной характеристике стимулов [14; 19]. Следовательно, различение стимулов,

имеющих несколько физических характеристик, осуществляется набором двух-канальных нейронных сетей или модулей [3], которые могут в результате взаимодействия образовывать многоканальную сеть. Математически многоканальная сеть может быть представлена гиперсферой в евклидовом пространстве, размерность которого определяется числом сферических координат, связанных с субъективными характеристиками стимула [3; 14; 19]. Для интерпретации евклидовых и сферических координат полученного пространства рассмотрим проекции точек-стимулов на плоскости (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Проекция точек-стимулов на горизонтальную плоскость трехмерного конфигурационного пространства

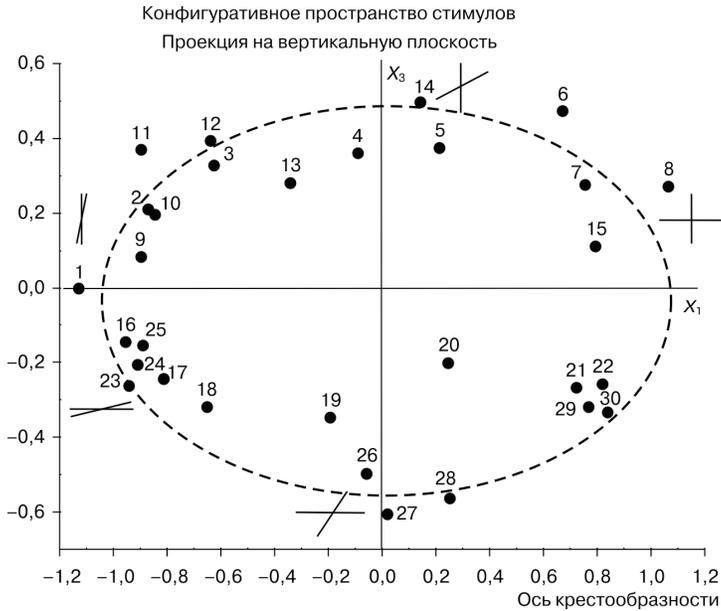


**Рис. 4.** График зависимости первой сферической координаты пространства от величины угла между линиями

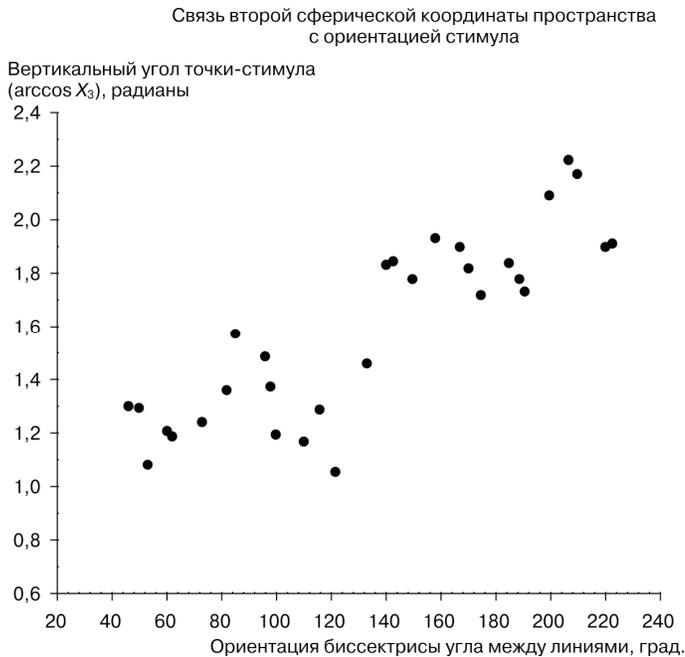
На рисунке 3 изображена проекция точек, соответствующих стимулам, на плоскость двух первых координат. Цифра рядом с точкой соответствует номеру стимула на рис. 1. График показывает, что все точки расположились в двух верхних квадрантах плоскости. Они располагаются последовательно в зависимости от величины угла между линиями. Примеры соответствующих крестообразных фигур (крестов) изображены рядом с соответствующими стимульными точками. На рисунке 4 изображен график зависимости первой сферической координаты данного пространства (ось ординат) от величины угла между линиями (ось абсцисс). Первая сферическая координата вычислялась как горизонтальный угол радиус-вектора каждой точки по часовой стрелке. График на рис. 4 показывает практически линейную зависимость между этими характеристиками. Следовательно, величина угла между линиями, проходящими через центр поля зрения, является сенсорной характеристикой, определяющей зрительное различение крестообразных конфигураций. Две декартовы координаты (оси) этой плоскости соответствуют двухканальному модулю зрительной системы, детектирующему ориентацию линий фигуры. Первый канал, соответствующий первой оси ( $X_1$ ) трехмерного пространства, реагирует максимальным возбуждением на крестообразное пересечение двух линий под углом 90 град. (положительный полюс оси) и максимально тормозится на предъявление фигуры, где обе пересекающиеся линии имеют ориентацию, близкую к горизонтали или вертикали (отрицательный полюс оси). Ось  $X_1$  можно обозначить как ось крестообразности. Второй канал, соответствующий второй оси ( $X_2$ ), максимально активируется на предъявление креста, где одна из линий имеет диагональную ориентацию (45 и 135 град.), и принимает нулевое значение при предъявлении прямоугольных (две перпендикулярные прямые) и редуцированных (одна линия прямая, а другая незначительно отклоняется от первой) крестов [22]. Ось  $X_2$  можно обозначить как ось наклона от прямого или редуцированного креста.

Вторая ось определяет наличие в крестообразных фигурах наклонных, близких к диагональным, элементов, что может указывать или на участие в различении данных стимулов специфических детекторов наклонных линий [2; 5; 16] или «наклонных» крестов, представляющих прямоугольный крест, повернутый на 45 град. [22; 16].

Проекция точек на вертикальную плоскость трехмерного пространства, образованную первой и третьей осями, показана на рис. 5. Расположение точек на этой плоскости демонстрирует, что вторая сферическая координата ( $\arccos X_3$ ) монотонно связана с ориентацией биссектрисы фигуры, определяющей ориентацию стимула в пространстве, что подтверждается графиком на рис. 6. Третий нейронный канал, соответствующий третьей оси ( $X_3$ ), максимально активируется на фигуры с вертикально-диагональной ориентацией линий (положительный полюс оси) и максимально инактивируется на предъявление фигур с горизонтально-диагональной ориентацией линий (отрицательный полюс оси). Ось  $X_3$  можно обозначить как ось направления наклона крестов, а не линий, так как имеет значение ориентация (вертикальная или горизонтальная) прямой линии, от которой отклоняется наклонная линия.



**Рис. 5.** Проекция точек-стимулов на вертикальную плоскость трехмерного конфигурационного пространства



**Рис. 6.** График зависимости второй сферической координаты пространства от ориентации биссектрисы угла

Итак, различение крестов осуществляет трехканальная нейронная сеть, в состав которой входят три оппонентных нейронных канала, взаимодействующих между собой так, чтобы обеспечить распознавание величины угла между линиями фигуры и ее общей ориентации в пространстве.

Однако согласно сферической модели каждая сенсорная характеристика должна кодироваться двухканальной нейронной сетью [3]. В работе [8] показано, что одновременное различение двух конфигурационных характеристик (ориентация фигуры и величина угла между ее элементами) осуществляется двумя двухканальными системами, в результате специфического взаимодействия которых формируется трехканальная нейронная сеть. Наши данные согласуются с этими данными и результатами, полученными в исследованиях схематических фигур [4; 5; 6; 18; 20]. Так, моделью распознавания двухлинейных фигур (углов), которые представляют собой одну из частей крестообразной фигуры, также является трехмерное пространство [8]. Углы геометрически являются более простыми, чем кресты. Это дает основание предположить, что пространство крестов должно быть геометрически сложнее (от 4 до 6 измерений), чем пространство углов [8]. Однако эти две модели схожи: оба пространства являются трехмерными и анализируют одинаковые конфигурационные признаки изображения: ориентацию фигуры и величину угла. Разница заключается в том, что для различения углов более значимой характеристикой является ориентация фигуры, а для различения крестов — величина угла, которая кодируется в пределах  $\pi/2$ , а не  $\pi$ , как в случае с крестами.

Возможно, эти различия связаны с избирательностью функциональной настройки детекторов узлов зрительной коры, которая зависит от организации их рецептивных полей [15; 16; 17; 22]. Так, авторы нейрофизиологических исследований рецептивных полей стриарных нейронов кошки и обезьяны [22] указывают на существование корковых нейронов «предпочитающих» не отдельные линии, а пересекающиеся, угол между которыми составляет 90 град., независимо от их общей ориентации в пространстве. Таких детекторов узлов, по мнению авторов [15; 16], в зрительной коре большинство и путем перестройки рецептивного поля с помощью внутрикоркового торможения они могут преобразовываться в детекторы линий. При отключении этого торможения детекторы линий становятся способными «видеть» кресты. Косвенным подтверждением этого являются исследования зрительной системы человека [17], которые показали большую информативность узловых элементов изображения по сравнению с линиями для распознавания геометрических фигур, особенно трехмерных.

Приведенные выше результаты нейрофизиологических исследований и полученные нами данные указывают на то, что крестообразные фигуры могут активировать и детекторы крестов, и детекторы линий, которые специфически взаимодействуют друг с другом. Наши данные показывают, что детекторы крестов избирательно реагируют на две скрещенные линии, расположенные под углом 90 град. друг к другу, вне зависимости от их общей ориентации. Возможно, для различения любых крестообразных фигур необходимо взаимодействие детекторов прямоугольных крестов (угол взаимного расположения линий 90 град.) и детекторов наклонных крестов (угол взаимного расположения линий меньше 90 град.) [22], прямых и наклонных линий [5]. В полученной нами модели крестов особое

взаимодействие специфических детекторов отражается в виде трех каналов, которые мы интерпретировали как канал крестообразности, канал наклона и канал направления наклона. По-видимому, канал крестообразности отражает взаимодействие детекторов прямоугольных крестов и прямых линий (горизонталь и вертикаль). Канал наклона связан с активностью детекторов наклонных линий (диагональ), а канал направления наклона — с детекторами наклонных крестов. Результатом такого взаимодействия прежде всего является определение величины угла между перекрещивающимися линиями.

Те же детекторы крестов иначе взаимодействуют при распознавании углов. Их рецептивные поля перестраиваются [16] так, чтобы распознавать только часть креста, и теперь наиболее существенным является различие ориентации всей фигуры, так как первоначально необходимо определить, какая часть поля зрения будет задействована и, соответственно, какая часть детектора должна быть активирована, а какая заторможена. Третий нейронный канал различения углов из работы [8] максимально активируется фигурами, близкими к вертикали (большой угол между стрелками) и максимально тормозится фигурами, похожими на горизонтальные (маленький угол между стрелками). Это может указывать на избирательную работу самостоятельных детекторов линий или детектора прямоугольного креста, который в результате избирательного коркового торможения активируется вертикальной ориентацией и тормозится — горизонтальной.

Безусловно, выдвинутая здесь гипотеза о роли детекторов крестов требует дополнительного анализа и дополнительных экспериментальных исследований.

Таким образом, в ходе настоящего исследования было выяснено, что крестообразные фигуры интерпретируются зрительной системой как узловыи элементы изображения наряду с углами и являются базовыми элементами изображения. Зрительное распознавание таких узловых элементов изображения осуществляется на основе двух сенсорных признаков: величины угла между линиями и общей ориентации фигуры в пространстве.

Была построена модель различения крестообразных фигур, интерпретируемая в терминах сферической модели различения стимулов Е.Н. Соколова и Ч.А. Измайлова. Построенная модель представлена конфигурацией точек, соответствующих стимулам, в трехмерном сферическом пространстве, оси которого отражают функционирование нейронных каналов, объединяющихся в модули зрительной системы (детекторов крестов и линий зрительной коры) и обеспечивающих различение крестообразных фигур.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Измайлов Ч.А.* Сферическая модель цветоразличения. — М.: Изд-во МГУ, 1980.
- [2] *Измайлов Ч.А., Зимачев М.М.* Детекция бимодальных стимулов в сетчатке лягушки // Журнал ВНД. — 2007. — Т. 57. — №. 1. — С. 105—120.
- [3] *Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Шехтер Е.Д.* Двухканальная модель различения сигналов в сенсорных системах // Вестник МГУ. Сер. 14, Психология. — 1998. — Вып. 3. — С. 29—40.

- [4] *Измайлов Ч.А., Ласточкина М.Н., Полянская Г.Н., Соколов Е.Н.* Различение линий и углов зрительной системой // Вестник МГУ. Сер. 14, Психология. — 1988. — Вып. 1. — С. 41—50.
- [5] *Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Коришанова С.Г., Чудина Ю.А.* Геометрическая модель различения ориентаций линии, основанная на субъективных оценках и зрительных вызванных потенциалах // Журнал ВНД. — 2004. — Т. 54. — № 2. — С. 267—279.
- [6] *Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Едренкин И.В.* Интегрирование простых признаков стимула в нейронных сетях зрительной системы // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. — 2008. — № 5—6. — С. 34—46.
- [7] *Измайлов Ч.А., Черноризов А.М.* Язык восприятия и мозг // Психология (журнал Высшей школы экономики). — 2005. — Т. 2. — № 4. — С. 22—52.
- [8] *Измайлов Ч.А., Чудина Ю.А.* Конфигурационные и категориальные характеристики зрительного восприятия схематических фигур // Вестник РУДН. Серия «Психология и педагогика». — 2004. — № 2. — С. 210—228.
- [9] *Соколов Е.Н.* Принцип векторного кодирования в психофизиологии // Синергетика и психофизиология / Под ред. В.И. Аршинова, И.Н. Трофимовой, В.М. Шеляпина. — Вып. 3. — М.: Когито-Центр, 2004. — С. 320—335.
- [10] *Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А., Завгородняя В.Л.* Многомерное шкалирование знаковых конфигураций // Вопросы психологии. — 1985. — Вып. 1. — С. 131—140.
- [11] *Терехина А.Ю.* Анализ данных методом многомерного шкалирования. — М.: Наука, 1985.
- [12] *Уинстон П.П.* Компьютерное зрение // Психология машинного зрения / Под ред. П.П. Уинстона. — М.: Мир, 1978. — С.9—29
- [13] *Уолд Д.* Интерпретация контурных рисунков, изображающих сцены с тенями // Психология машинного зрения / Под ред. П.П. Уинстона. — М.: Мир, 1978. — С. 30—93.
- [14] *Фомин С.В., Соколов Е.Н., Вайткявичус Г.Г.* Искусственные органы чувств. — Л.: Наука, 1979.
- [15] *Шевелев И.А.* Зрительная кора // Физиология зрения / Под ред. А.Л. Бызова. — М.: Наука, 1992. — С. 263—267.
- [16] *Шевелев И.А., Айзел У.Т., Ирманн К.У., Шараев Г.А.* Настройка стриарных нейронов на крестообразные фигуры при локальной блокаде внутрикорового торможения // Журнал ВНД. — 1999. — Т. 49. — № 2. — С. 271—277.
- [17] *Шевелев И.А., Каменкович В.М., Шараев Г.А.* Относительное значение линий и углов геометрических фигур для их опознания человеком // Журнал ВНД. — 2000. — Т. 50. — В. 3. — С. 403—409.
- [18] *Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Multidimensional scaling of lines and angles discrimination. In: Psychophysical Explorations of Mental Structures / Ed. H.G. Geissler. Toronto-Bern-Stuttgart, Hogrefe and Huber Publishers, 1990. — P. 181—189.
- [19] *Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Spherical model of color and brightness discrimination // Psychological Science. — 1991. — V. 2. — P. 249—259.
- [20] *Izmailov Ch., Davydova K.* Multidimensional Scaling of Configurations from Lines // Psychometric Methodology / Eds. R. Steyer, K.F. Wender, F. Widaman. Stuttgart and New York: Gustav Fischer Verlag, 1993. — P. 579—584.
- [21] *Shepard R.N.* Towards a universal law of generalization for psychological space // Science. — 1987. — V. 237. — P. 1317—1323.
- [22] *Shevelev I.A., Lazareva N.A., Sharaev G.A.* // Interrelation of tuning characteristics to bar, cross and corner in striate neurons // Neuroscience. — 1999. — V. 88. — P. 17—25.
- [23] *Sokolov E.N.* Model of cognitive processes // Advances in Psychological Science / Eds. M. Sagarin, T. Craik. — V. 2. — Sussex, UK: Psychol Press, 1998. — P. 355—378.

## **CONFIGURATIONAL MECHANISM OF X-SHAPED FIGURES RECOGNITION**

**Y.A. Chudina**

The Chair of Social and Differential Psychology  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya St., 6, Moscow, Russia, 117198*

**Ch.A. Izmailov**

The Chair of Psychophysiology  
Lomonosov Moscow State University  
*Bolshaya Nikitskaya St., 4, Moscow, Russia, 103009*

The geometrical model of linear picture recognition made with the use of the multidimensional scaling technique for estimations of the perceptive differences between the selected X-shaped figures is described in the article. We analyzed the constructed space of the configurations by means of the terms of Sokolov and Izmailov's spherical model of differentiating stimuli. In our research we showed that the process of the X-shaped figures discrimination was realized by the three-channel neuron network detecting two sensory features of the stimuli. Comparing the results of this work with the results of the researches of the different diagrammatic representations discrimination (lines, angles, three-linear figures) demonstrated that the X-shaped figures, recognized by the angular value and orientation, were the basic elements for human visual perception.

**Key words:** recognition of diagrammatic representations, multidimensional scaling, subjective estimations of perceived differences, two-channel module, spherical model of differentiating stimuli, stimulus sensory characteristics.