

## ИСТОРИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

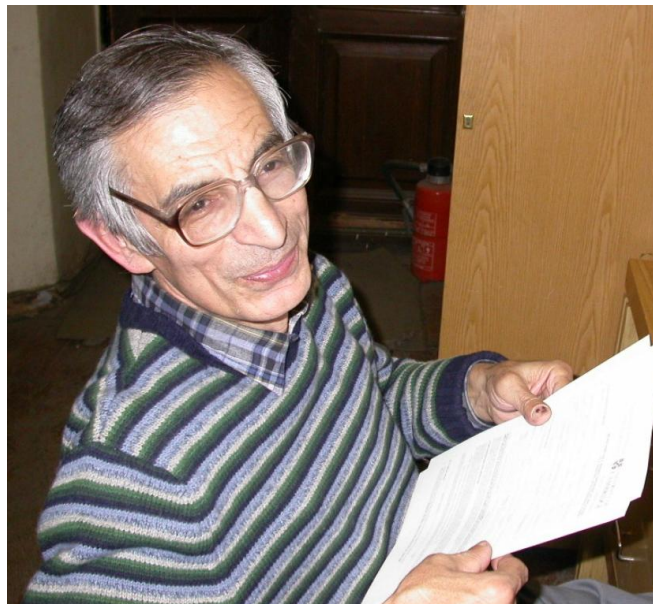
ЧИНГИЗ АБИЛЬФАЗОВИЧ ИЗМАЙЛОВ –  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ЯЗЫКОВОЙ ПРИРОДЫ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

*Чудина Ю.А.  
Россия, Москва  
НИЦ «Курчатовский институт»,  
лаборатория физических методов коррекции нейрокогнитивных процессов  
nrcpcn@gmail.com*

Данный очерк посвящен научным исследованиям нашего современника, психофизиолога-экспериментатора Чингиза Абильфазовича Измайлова, который работал в области векторной психофизиологии и математического моделирования восприятия видимой сцены и является автором геометрического подхода к зрительному восприятию и языковой теории зрения.

Our contemporary psychophysicologist-experimentalist Chingiz Abilfazovich Izmailov's research studies and theoretical standpoints have been described in this article. Ch.A. Izmailov devoted all his life to vector psychophysiology and mathematical modeling of visual scene perception. He is the author of geometrical approach to visual perception and linguistic theory of vision.

Ключевые слова: векторная психофизиология, математическое моделирование, сферическая модель различения стимулов, двухканальный модуль, нейронная сеть, зрительный алфавит, зрительные слова, зрительная грамматика, субъективные переменные.



Чингиз Абильфазович Измайлов родился 26 марта 1944 в г. Дербент Дагестанской АССР, в 1976 г. закончил факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, с 1985 г. доктор психологических наук, с 1989 г. профессор, в 2005 г. удостоен звания заслуженный профессор МГУ. Более 30 лет проф. Ч.А. Измайлов преподавал на кафедре

психофизиологии МГУ и в других вузах курсы: «Психофизиология восприятия», «Психофизика и психофизиологические измерения», «Цвет и эмоции человека», «Категориальная структура зрительного восприятия», «Сравнительная психофизиология цветового зрения» и др. Ч.А. Измайлов скончался 28 сентября 2011, похоронен на Востряковском кладбище г. Москвы.

Довольно сложно смириться с тем, что люди покидают этот мир, особенно люди близкие по духу и значимые для тебя. Удивительно сознавать, что такие люди, их творческие поиски, задумки, идеи и мечты когда-нибудь могут стать историей. Но вот не успеваешь оглянуться, опомниться и это происходит. Но, наверное, главное при этом не забыть сделанное, найденное, не бросить начатое, не отступить перед трудностями, одиночеством и продолжать дело учителя.

Чингиз Абиляфович Измайлов был настоящим учителем, учителем с большой буквы – человеком, который всей своей жизнью, всем своим самоотверженным «служением науке» показывал пример того, каким должен быть ученый. В личном общении с ним и при чтении его научных трудов всегда складывалось впечатление невероятной легкости, с которой он обсуждал и описывал сложные психофизические закономерности, выдвигал смелые и нестандартные предположения и гипотезы. Немногие знают, что за этой легкостью стояли годы изнурительной, тяжелейшей работы, связанной с постоянным научным поиском.

Ч.А. Измайлов работал в области экспериментальной психофизики и психофизиологии сенсорных систем, уделяя особое внимание зрительному восприятию. Важнейшим в этой области является подбор стимуляции, определение процедуры предъявления стимулов, использование адекватных методов регистрации ответных реакций. Все это составляет методическую основу исследования, без которой невозможно получение достоверного и валидного результата. Практически все научные достижения и открытия проф. Ч.А. Измайлова появились на свет благодаря его таланту экспериментатора. Надо отметить, что экспериментальная психофизика и психофизиология являются одними из сложнейших областей психологической науки, но, в то же время, представляют необходимую естественнонаучную базу знаний и представлений о человеке, его психических особенностях и когнитивных процессах.

Одной из центральных проблем психофизиологии зрительного восприятия является проблема целостного отражения окружающего мира, понимания мозговых механизмов «видения». Решение этой проблемы связано с получением ответов на многочисленные вопросы. Каким образом в нервной системе может быть представлена сенсорная информация? Какие нейронные механизмы лежат в основе зрительного восприятия? Как происходит формирование зрительного образа? Существуют ли закономерности взаимодействия между внешним стимулом и зрительной системой? Являются ли особенности строения зрительной системы адаптивно настроенными на внешний сигнал? Какими элементами зрительной системы осуществляется восприятие цвета, формы, видимого пространства? Что позволяет человеку видеть мир цветным? Как осуществляется восприятие лицевой экспрессии и почему мы обязательно видим на лице эмоцию? Почему видимая форма может соотноситься с разным содержанием? Что такое зрительная категоризация и как удается уловить семантическую структуру изображения? Чем определяется зрительный образ: устройством зрительной системы, особенностями стимуляции или прошлым опытом наблюдателя? Связана ли способность видеть мир цветным с эволюционным развитием мозга и нервной системы? Существуют ли универсальные элементы зрительного анализа? Может ли формальная языковая структура быть основой целостного зрительного восприятия? Перечисленные и многие

другие вопросы были поставлены и решены проф. Ч.А. Измайловым в ходе экспериментальных исследований и в рамках теоретического анализа.

Среди основных научных достижений проф. Ч.А. Измайлова можно выделить следующие:

1. Создание сферической модели цветового зрения;
2. Создание сферической модели эмоциональной экспрессии;
3. Разработка моделей восприятия формы и графических особенностей изображения;
4. Создание языковой теории восприятия.

Надо отметить, что основой его экспериментальных исследований являлся векторный принцип кодирования сенсорных сигналов в нервной системе [13]. Согласно этому принципу распознавание видимой сцены осуществляется зрительной нейронной сетью, состоящей из цепочки активированных рецепторов, преддетекторов и детекторов. Вектор возбуждения формируется набором преддетекторов на основе возбуждения соответствующих рецепторов, а вектор связей является характеристикой детектора. Совпадение этих векторов приводит к активации определенного детектора и распознаванию конкретного изображения. Использование векторного принципа позволяет создать сферическую модель восприятия конкретного набора стимулов и выявить преддетекторы и детекторы, осуществляющие анализ этих стимулов, и сделать вывод о субъективных признаках распознавания изображений. Как правило, сферическая модель представлена многомерным пространством, декартовы координаты (оси) которого отражают функциональные особенности нейронных каналов представляющих преддетекторы, точки в этом пространстве представляют активированные детекторы и соответствуют стимулам, а сферические координаты, вычисляемые как угол точки в двухмерной плоскости, – субъективные видимые признаки изображения.

Для получения сферической модели восприятия стимулов необходимо оценить попарные различия между всеми возможными комбинациями определенного набора стимулов. Такие оценки попарных различий или меры различий могут быть получены с помощью различных процедур и психофизиологических методов, разработка которых осуществлялась при активном участии проф. Ч.А. Измайлова. Эти методы включают попарное сравнение стимулов в психофизическом эксперименте, регистрацию зрительного вызванного потенциала различия на мгновенную замену стимулов (ЗВПР) и регистрацию электроретинограммы лягушки на мгновенную замену стимулов (ЭРГ). Как было показано в работах проф. Ч.А. Измайлова, все три показателя являются адекватной мерой различия между стимулами и могут быть использованы для исследования и моделирования процессов зрительного восприятия [5].

В рамках этой методологии проф. Ч.А. Измайловым была создана сферическая модель цветового зрения, основанная на измерениях надпороговых цветовых различий, ЗВПР и ЭРГ на цветовые стимулы [4, 5, 9]. Согласно модели цветового зрения, цветовые стимулы представлены набором точек, составляющих сферическую поверхность в четырехмерном евклидовом пространстве. Определенный цветовой стимул представлен цветовой точкой, которая характеризуется четырьмя декартовыми и тремя сферическими координатами. Сферические координаты отражают психофизические характеристики цветового стимула: цветовой тон, яркость-светлота и насыщенность. Декартовы координаты этой точки представляют нейрофизиологический механизм кодирования цветовой информации, реализующийся на основе взаимодействия нейронных каналов, сгруппированных попарно в двухканальные модули. Двухканальный модуль является одним из основных механизмов зрительной системы, предназначенный для распознавания ключевых характеристик изображения [6]. Модель цветового зрения

представлена двумя двухканальными модулями: хроматическим и ахроматическим. Хроматический модуль предназначен для анализа спектрального состава светового излучения, ахроматический модуль – для анализа интенсивности излучения. Результатом взаимодействия этих модулей является формирование такой характеристики, как насыщенность цвет.

В сравнительных исследованиях аппретурных и пигментных цветов было показано, что в обоих случаях сферическая модель цветового зрения является универсальной [1]. Моделирование восприятия цветовой семантики на примере прилагательных русского языка, обозначающих цветовые характеристики внешнего мира, выявило особенность семантического цветового пространства, в котором отсутствует такая характеристика как цветовая насыщенность [14].

Создание сферической модели эмоциональной экспрессии было основано на исследованиях субъективных оценок надпороговых различий между выражениями лица и ЗВПР на мгновенную замену изображений лица [7]. Полученная модель эмоций представлена в виде четырехмерного сферического пространства, декартовы координаты которого отражают вклад преддетекторов эмоций, представленных нейронами, анализирующими кривизну рта и бровей. Декартовы координаты были также проинтерпретированы в терминах субъективных эмоциональных характеристик: «удовольствие - неудовольствие», «активность - пассивность», «напряжение», «спокойствие», что перекликается с другими исследованиями восприятия эмоций. Определенное сочетание графических элементов лица активирует детектор конкретной эмоции, которая характеризуется эмоциональным тоном, яркостью и насыщенностью, по аналогии с цветовым зрением.

Проф. Ч.А. Измайловым было осуществлено исследование восприятия формы и графических изображений, составленных из линий. Исследования различения линий разной ориентации осуществлялись на основе всех трех способов получения мер различия: на основе субъективных оценок, ЗВПР и ЭРГ. В результате было показано, что восприятие ориентации линий является универсальным механизмом у человека и животных (на примере лягушки) и осуществляется на основе схожих нейронных механизмов [5, 8]. Дальнейшие исследования восприятия изображений из линий: двухлинейных и трехлинейных фигур показали, что результаты их различения могут быть описаны двумя разными типами сферической модели. Оба типа модели были получены на основе одной экспериментальной процедуры путем фиксации мер различия между стимулами, как на основе психофизических, так и психофизиологических данных [8, 10, 13]. Один тип сферической модели, отражающий различительный механизм восприятия, характеризуется метрической структурой точек, представленной в сферическом многомерном пространстве. Другой тип модели представлен категориальной, неметрической структурой расположения точек в маломерном пространстве.

На основе многочисленных экспериментальных исследований и теоретических обобщений проф. Ч.А. Измайловым была создана языковая теория зрительного восприятия [2, 3, 11]. Эта теория является теоретическим обобщением результатов многолетней экспериментальной работы. Основополагающими в этой теории являются представления о зрительном восприятии как о языковой структуре, которая предполагает наличие особого «зрительного алфавита», из элементов которого по правилам «зрительной грамматики» строятся «зрительные слова», а на основе «зрительного синтаксиса» – зрительные сцены, соответствующие языковым предложениям. Такое возможно только, если предположить, что «организм не извлекает информацию из

среды, а производит ее сам», т.е. строит ее по языковым законам с учетом «сложности» зрительных механизмов. Автор предполагает, что размерность зрительного алфавита задает размерность (сложность) воспринимаемого мира, а не наоборот.

Именно с этим связана неодинаковость отражения окружающего мира животными, зрительная система которых обладает разной размерностью их «зрительного алфавита».

Ч.А. Измайлов выделяет четыре класса зрительных феноменов, которые соответствуют языковым феноменам: сенсорные образы – буквы или слоги, способы конструирования перцептов – грамматика, перцептивные образы – слова или морфемы, зрительная сцена – словосочетание или предложение.

В рамках языковой теории зрительного восприятия в качестве метода выявления «основных языковых форм зрения»: зрительных букв и слов было использовано моделирование восприятия двух разных типов зрительных стимулов, различение которых по-разному осуществляется зрительной системой.

На основе одного типа стимулов зрительная система формирует представление о зрительных буквах или, возможно, даже зрительных слогах, а другой тип стимулов является основой для зрительных слов или морфем. При этом процесс выявления зрительных букв представлен в виде сферического многомерного пространства, обладающего метрической структурой, а процесс выявления зрительных слов – маломерным неметрическим пространством с категориальной структурой.

Ч.А. Измайлов в качестве базисного механизма зрительного языка рассматривает двухканальный модуль, осуществляющий спецификацию субъективной переменной, которая в зависимости от типа стимула может соответствовать зрительной букве или зрительному слову. Двухканальный модуль представлен в сферической модели двумерной плоскостью, декартовы координаты которой отражают активность двух реципрокных нейронных каналов, являющихся нейрофизиологической основой различения стимула, а угловая координата точки-стимула определяет субъективную переменную анализа этого стимула [11].

Каждому стимулу в этой плоскости соответствует точка на поверхности окружности, которая является концом двумерного вектора.

Двухканальные модули, выявляющие элементы зрительного алфавита, могут объединяться в многоканальные сети, на основе активности которых мы видим набор зрительных букв или слогов.

Языковая теория зрительного восприятия Ч.А. Измайлова при поверхностном знакомстве с ней поражает своей захватывающей простотой (как известно, все гениальное – просто), мнимой очевидностью и красотой.

При дальнейшем рассмотрении она преобразуется и еще больше поражает своей красотой, глубиной и точностью.

Нам представляется, что литературное наследие Ч.А. Измайлова, как литературное наследие любого талантливого человека, достойно изучения и найдет своего читателя в силу того, что является источником новых скрытых идей и поводом для дальнейшего творческого поиска, главное продолжать этот путь...

Основные научные достижения и результаты оригинальных, но при этом очень точных и адекватных предмету исследования экспериментов Ч.А. Измайлова опубликованы более чем в 70-ти научных работах, среди которых 3 монографии, 2 учебно-методических пособия и множество статей в ведущих отечественных и зарубежных журналах.

Литература.

1. Измайлов Ч.А. Геометрическая модель различения пигментных цветов // Сенсорные системы, 2010, том 24, № 1, с. 27–41.
2. Измайлов Ч.А. Глава 1. Проблема носителя зрительного языка: психофизические методы// Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – 2011. – № 3. С. 54-69.
3. Измайлов Ч.А. Глава 2. Проблема носителя зрительного языка: психофизиологические методы// Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – 2011. – № 3. С. 70-100.
4. Измайлов Ч.А. Сферическая модель цветоразличения. М.: Изд-во МГУ, 1980.172 с.
5. Измайлов, Ч. А и Зимачев М. М. Детекция бимодальных стимулов в сетчатке лягушки. Журнал ВНД. 2007, Т. 57, № 1, С. 105-120.
6. Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Шехтер Е.Д. Двухканальная модель различения сигналов в сенсорных системах. // Вестн. Моск. ун-та, 1998, сер.14, Психология, №.3, с. 29-40.
7. Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Шехтер М.С., Потапова А.Я. Зрительное различение сложных конфигураций: эмоциональная экспрессия человеческого лица. // Теоретическая и экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 1. С. 5-22.
8. Измайлов, Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н., Чудина Ю.А. Геометрическая модель различения ориентаций линии, основанная на субъективных оценках и зрительных вызванных потенциалах, Журнал ВНД, 2004, т. 54, №2, 267-279.
9. Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М. Психофизиология цветового зрения. М. Изд-во МГУ, 1989.
10. 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.
11. Измайлов Ч.А., Черноризов А. М. Язык восприятия и мозг // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2005. Т.2. № 4. С. 22-52.
12. 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.
13. Фомин С.В., Соколов Е.Н. Вайткявичус Г.Г. Искусственные органы чувств. М.: Наука, 1979. 190 с.
14. Чудина Ю.А., Измайлов Ч.А. Психофизиологические и лингвистические составляющие в цветовых названиях русского языка // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2011. Т.8, №1. С.101-121.