

Российская академия наук
Институт психологии

ПСИХОФИЗИКА СЕГОДНЯ

*Под редакцией
В.Н.Носуленко, И.Г.Скотниковой*



Издательство
«Институт психологии РАН»
Москва 2007

УДК 159.928

ББК 88

П86

П 86

Психофизика сегодня. — М.: Издательство «Институт психологии РАН», 2007. — 340 с. (Методы психологии)

В коллективном научном труде представлены материалы конференции «Психофизика сегодня», организованной и проведенной Институтом психологии Российской академии наук (9–10 ноября 2006 г.). Цель конференции – консолидация сил отечественных специалистов, работающих в области психофизики и смежных с ней дисциплин, обсуждение современных проблем, методов и перспектив развития психофизической науки. Составители труда надеются, что публикация материалов конференции будет способствовать развитию профессиональной среды и коммуникации специалистов различных областей науки и практики.

Книга предназначена специалистам в области общей, экспериментальной и прикладной психологии, а также физиологам, психологам труда, биофизикам.

Редакционная коллегия:

доктор психологических наук В.Н. Носуленко (отв. ред.)

кандидат психологических наук И.Г. Скотникова (отв. ред.)

доктор психологических наук, академик РАО Е.Н. Соколов

доктор психологических наук, член-корр. РАО В.А. Барабанщиков

кандидат психологических наук Е.В. Головина

© Институт психологии Российской академии наук, 2007

ISBN 5-9270-0096-7

Содержание

ТЕОРИЯ И МЕТОД	5
ГАРУСЕВ А. В. Пороговые методы при исследовании иллюзий.....	5
ГОЛОВИНА Г.М. Мягкие вычисления для моделирования субъективных различий между стимулами	10
ГУСЕВ А.Н. К психофизике сенсорных задач: о возможностях системно-деятельностного подхода	17
ДАНИЛОВА М.В., МОЛЛОН Д.Д. Психофизический метод для измерения порогов различения/сравнения двух одновременно предъявляемых зрительных стимулов	26
ДУБРОВСКИЙ В.Е. Геометрическая психофизика.....	36
КРЫЛОВ А. К. Возможности методики погружения в среду в отличие от методики предъявления стимулов: модельное исследование	44
КУРАКОВА О.А. Моделирование пространства эмоциональных выражений лица человека	53
МЕНЬШИКОВА Г.Я. Зрительные иллюзии как способ исследования восприятия светлоты поверхности.....	59
МОРОЗОВ В.П. О психофизических коррелятах эстетических свойств голоса певцов разных профессиональных уровней.....	65
НОСУЛЕНКО В.Н. Воспринимаемое качество как инструмент психофизического исследования.....	75
ПАХОМОВ А.П. Идеи С. Стивенса и становление репрезентативной теории измерения	89
САВЧЕНКО Т.Н. Метод латентно-структурного анализа: возможности применения и ограничения	98
СКОТНИКОВА И.Г. Субъектный подход в психофизике и исследование уверенности в решении пороговых задач как одно из его направлений.....	109
ТРОШЕНКОВА Т.О., КОЗЛОВ А.Е., ТЕЛЕПНЕВ В.Н., РИМСКАЯ-КОРСАКОВА Л.К. Программно-аппаратный комплекс для проведения психоакустических измерений..	120
ШЕНДЯПИН В.М. Сенсорное различение: математическое моделирование	123
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ПСИХОФИЗИКА.....	136
ГЛАСКО А.В. Психофизический закон Стивенса, амплитуда вызванного потенциала и динамика внимания	136
ГРЕЧЕНКО Т.Н. Что и как регулирует поведение живых существ.....	144
ИЗМАЙЛОВ Ч. А., ЗИМАЧЕВ М.М. Два механизма кодирования яркости в зрительной системе позвоночных	147
ЛЕБЕДЕВ А.Н. Нейрофизиологические константы в уравнениях психофизики	157
ПОЛЯНСКИЙ В.Б., АЛЫМКУЛОВ Д.Э., ЕВТИХИН Д.В., СОКОЛОВ Е.Н. Нейроны верхнего двухолмия мозга кролика вычисляют яркостные и цветовые различия между стимулами	165

РАТАНОВА Т.А. О физиологической основе индивидуальной variability психофизических шкал	174
СЕЛИВАНОВА Л.А., СКОТНИКОВА И.Г. Использование феномена привыкания для изучения различительной хемочувствительности рыб.....	183
СЕЛИВАНОВА Л.А., СКОТНИКОВА И.Г. Различительная хемочувствительность рыб	192
ЧУПРИКОВА Н. И. Изменения вызванных потенциалов мозга при шкалировании субъективной громкости звуков	206
ЭКСПЕРИМЕНТ И ПРАКТИКА.....	210
БАБЕНКО В.В., БОЖИНСКАЯ М.А. Передаточная функция модуляции пространственной частоты	210
БАРАБАНЩИКОВ В.А. Психофизика восприятия растровых изображений.....	217
БЕЛОПОЛЬСКИЙ В.И. Психофизическая оценка читаемости статической и движущейся текстовой информации, предъявленной на внешних рекламных носителях	233
БИБИКОВ Н.Г., ИЩЕНКО С.М. Пороги обнаружения периодичности сигнала при наличии шумовой модуляции – признаки стохастического резонанса.....	247
ГОЛОВИНА Е.В. Когнитивно-стилевой портрет человека, уверенного в сенсорных впечатлениях	254
ЛЕБЕДЕВА Е.В., СУРНИНА О.Е. Исследование дифференциальной чувствительности по времени в разных возрастных группах.....	261
МАТВЕЕВА Л.В., МОЧАЛОВА Ю.В., АНИКЕЕВА Т.Я., КАРАВАНОВА Е.Е. Измерение и идентификация эмоциональных переживаний в информационной коммуникации	266
ОБОЗНОВ А. А., ПЕТРОВИЧ Д.Л. Связь когнитивных стилей с эффективностью восприятия приборной информации.	269
РИМСКАЯ-КОРСАКОВА Л.К. Модельные и психоакустические исследования слухового облегчения распознавания коротких стимулов в шуме.....	277
РОЖКОВА Г. И., ОГНИВОВ В. В., УФИМЦЕВ М. В. Дифференциальные пороги различения длины в условиях возникновения геометрических иллюзий	288
САДОВ В.А., ШПАГОНОВА Н.Г. Роль семантики в восприятии длительностей естественных и психофизических сигналов	297
СУРНИНА О.Е., ЛЕБЕДЕВА Е.В. Шкалирование длительных интервалов времени людьми пожилого и старческого возраста.....	303
УТОЧКИН И.С., ГУСЕВ А.Н. Формирование функционального органа обнаружения порогового сигнала в условиях пространственной неопределенности	309
ХРИСАНФОВА Л.А. Взаимосвязь восприятия эмоциональных лицевых схем, предъявляемых в микроинтервале времени на фоне «шума», с некоторыми темпераментальными характеристиками	319
Сведения об авторах:	334

ТЕОРИЯ И МЕТОД

ГАРУСЕВ А. В.

Пороговые методы при исследовании иллюзий

Аннотация. Показана возможность применения метода подпороговой суммации для исследования иллюзорных цветов в иллюзиях определяемых различными уровнями зрительной системы человека. Разработана процедура получения функции рассеяния цветового канала методом подпороговой суммации при произвольном спектральном составе стимула. Полученные экспериментальные результаты подтверждают возможность применения подпороговой суммации для некоторых видов иллюзий. Для одновременного и последовательного цветового контраста экспериментальные результаты косвенно подтверждают результаты полученные другими авторами непороговыми методами.

В обычной жизни процесс «зрения» происходит настолько легко и непринужденно, что часто не принимаются во внимание чрезвычайно тонкие и до конца не понимаемые механизмы лежащие в основе данного процесса. В последнее время при исследовании этих механизмов наряду с классическими методами стали использовать в качестве, как предмета исследования, так и стимуляции разнообразные зрительные иллюзии. Действительно, очень часто сложная структура зрительной системы раскрывается при помощи иллюзий. Например, при нейрофизиологических исследованиях мультистабильные (куб Неккера, инверсия рельефа и т. п.) стимулы являются неоценимым средством для изучения нейронной основы зрительного осознания, поскольку они позволяют отделить нейронные отклики, которые коррелируют с основными сенсорными свойствами от тех, которые коррелируют с

восприятием (Eagelman, 2001). При психофизических исследованиях использование таких иллюзорных стимулов также иногда позволяет выявить локализацию вдоль зрительного тракта механизмов отвечающих за обработку некоторых физических (и коррелирующих с ними субъективных) параметров (Adelson, 2000). Обычно при таких исследованиях производится оценка величины параметров (яркость, цвет, белизна поверхностей) и их сравнение при нормальных условиях и при их иллюзорном наблюдении (Меньшикова, 1996). Однако, при исследованиях некоторых новых типов иллюзий (иллюзия Канижи, неоновые цвета) для идентификации механизмов их порождающих стали применять и пороговые методы (Dresp, 1991, 1993, 1995; Rieger, 1999). Цель данных исследований - выявить взаимодействие яркости реального стимула и субъективной яркости иллюзорной фигуры. На данный момент существуют экспериментальные результаты, которые как подтверждают такое взаимодействие (и даже возможность подпороговой суммации (Dresp, 1995), так и опровергают функциональную эквивалентность иллюзорных и реальных стимулов (Rieger, 1999). Такие противоречивые результаты, по нашему мнению, могут объясняться несовпадением формы реального и иллюзорного стимула. Это приводит к тому, что в некоторых случаях происходит не сложение интенсивности этих стимулов, а детекция одного из них на фоне другого. Нами была предложена методика позволяющая исследовать методом подпороговой суммации большой класс иллюзий традиционно относимых к различным уровням зрительной системы (Гарусев, 2004). Необходимость таких исследований определяется тем, что некоторые иллюзии, традиционно относимые к одним уровням обработки в зрительном тракте, как показывают последующие исследования, определяются другими механизмами. Например, было показано (Brenner, 2002), что иллюзия одновременного цветового

контраста определяется внутри цвето-оппонентного канала, и не специфически колбочковым механизмом.

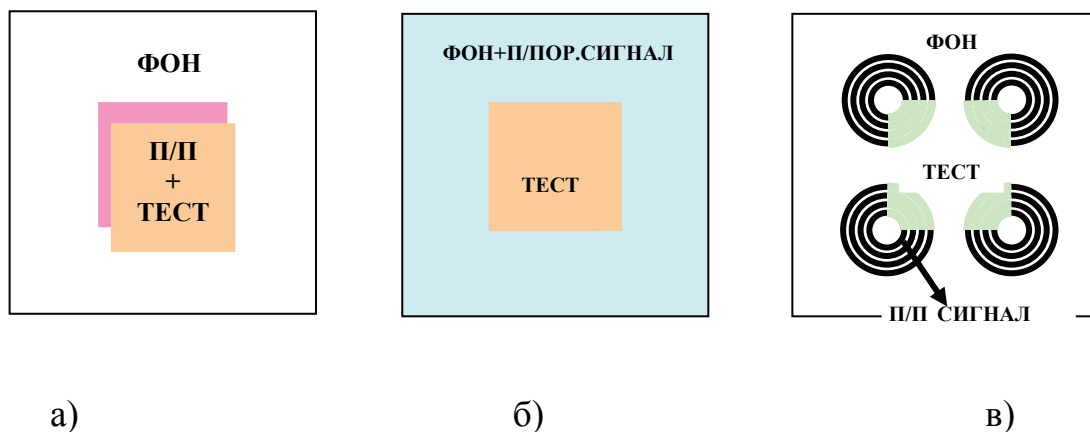


Рис 1. Конфигурации стимулов для измерения порогов для иллюзий:

а) последовательного цветового контраста

б) одновременного цветового контраста

в) Канижи

На рисунке 1. представлены стимульные конфигурации для измерения цветовых пороговых значений для центрального квадрата при взаимодействии с иллюзорными цветами последовательного и одновременного цветового контраста и для иллюзии Канижи. Основным достоинством таких конфигураций является то, что, как и в случае с мультистабильными стимулами в нейрофизиологии, реальный тестовый стимул одинаков для всех иллюзий и совпадает по форме и размеру с иллюзорными цветами. Это, во-первых, позволяет получить подпороговую суммацию реального и иллюзорного цвета, а, во-вторых, производить сравнение степени их взаимодействия для различных видов иллюзий. Конечно, провести полномасштабное сравнение характеристик цветовых каналов с учетом формы порогового тела, получаемых методом подпороговой суммации (Logvinenko, 2003) для реальных цветовых стимулов и при иллюзиях чрезвычайно трудно, так как требует и сложной аппаратуры (Гарусев, 2000) и чрезвычайно большого количества

измерений. Но можно показать, что для произвольного набора стимулов $S_i(\lambda)$ с широким спектром (в нашем случае это спектры излучения монитора для красной, зеленой и синей пушек) можно получить функцию рассеяния цветового канала в виде:

$$h_0(\lambda) = \sum \beta_j * h_j(\lambda)$$

где $h_1(\lambda) \dots h_j(\lambda)$ – базис, определяемый спектрами излучения $S_i(\lambda)$, а β_j – коэффициенты, получаемые экспериментально и которые отражают степень взаимодействия цвета $S_0(\lambda)$ и цвета $S_i(\lambda)$. В нашем случае степень взаимодействия реального цветового стимула $S_0(\lambda)$ и иллюзорного цвета определяемого подпороговым значением $S_i(\lambda)$.

Эксперименты проводились с применением обычной процедуры QUEST. Стимулы формировались в среде MATLAB и предъявлялись на мониторе ИYAMA Vision Master Pro 454. Полученные экспериментальные данные были представлены в виде пороговых кривых для трех основных цветов и для различных типов иллюзий. Сравнение степени взаимодействия реальных и иллюзорных цветов для иллюзий последовательного и одновременного цветового контраста показывает, что для одновременного контраста он меньше, чем для последовательного, определяемого нижним уровнем зрительной системы. Это косвенно подтверждает результаты, полученные Бреннером (Brenner, 2002).

Библиография:

Гарусев А. В., Бородкина Н. А., Гуревич И. А. Экспериментальный комплекс для исследования механизмов цветового зрения методами, основанными на измерении инкрементных и декрементных цветовых порогов // Вестник МГУ. Серия 14. Психология, М., 2000. № 4. С. 86-95.

Гарусев А. В. Экспериментальное моделирование цветовых иллюзий различного уровня методом подпороговой суммации // Труды

международной конференции «Искусственные и интеллектуальные системы» (IEEE AIS'04) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2004). М.: Физ. – мат. литература, 2004. Т. 2. С. 207-209.

Меньшикова Г.Я., Лунякова Е.Г. Перцептивное взаимодействие ахроматического цвета поверхности и ее воспринимаемой освещенности. Вестник МГУ. Психология, М., 1996. Вып. 1. С. 22-30.

Adelson E. H. Lightness perception and lightness illusions // The New Cognitive Neurosciences / Ed. M.Gazzaniga, M.S. 2nd Ed. Cambridge, MA: MIT Press. 2000. P. 339-351.

Brenner, E., Cornelissen, F. W. The influence of chromatic and achromatic variability on chromatic induction and perceived color // Perception. 2002. V.31. P. 225-232.

Dresp B., Bonnet C. Psychophysical evidence for low level processing of illusory contours and surfaces in the Kanizsa square // Vision Research. 1991. V. 31. P. 1813-1817.

Dresp B., Bonnet C. Psychophysical measure of illusory form perception: further evidence for local mechanisms // Vision Research. 1993. V.33. P. 759-766.

Dresp B., Bonnet C. Subthreshold summation with illusory contours // Vision Research. 1995. V. 35. P. 1071-1078.

Eagleman D. M. Visual illusions and neurobiology // Nature Reviews Neuroscience. 2001. V.2. P. 920-926.

Logvinenko A. D. Method of quadratic approximation: a new approach to identification of analysers and channels in human vision // Journal of Mathematical Psychology. 2003. V. 47. P. 495-506.

Rieger J., Gegenfurtner K. G. Contrast sensitivity and appearance in briefly presented illusory figures // Spatial Vision. 1999. V. 12. P. 329-344.

ГОЛОВИНА Г.М.

Мягкие вычисления для моделирования субъективных различий между стимулами

В работе предлагается метод построения субъективного пространства стимулов, основанный на мягких вычислениях: разрабатывается лингвистическая шкала для оценки различий между стимулами и метод многомерного шкалирования нечетких оценок.

В настоящее время в психофизике развиваются подходы, направленные на изучение индивидуальных особенностей субъекта восприятия: дифференциальный (Гусев, 2004), субъектный (Бардин и др., 1991, 1992, 1993; Скотникова, 2004), экологический (Барабанщиков, Носуленко, 2002).

Наша работа учитывает индивидуальные особенности при оценивании различий между стимулами.

Анализ существующих методов прямых оценок различия показал, что шкалы, с которыми работает испытуемый, не вполне соответствует природе психологического механизма, лежащего в основе оценивания.

Способность оценивать информацию играет существенную роль в характеристике сложных явлений и наиболее ярко проявляется в использовании естественных языков. Каждое слово естественного языка можно рассматривать как сжатое описание нечеткого подмножества полного множества области рассуждений. В этом смысле весь язык, как целое, можно рассматривать как систему, в соответствии с которой нечетким подмножествам множества приписываются элементарные или составные символы (т.е. слова, группы слов и предложения). Так цвет объекта как некоторую переменную, значения этой переменной: красный, синий, желтый, зеленый и т.д. можно интерпретировать как символы нечетких подмножеств полного множества всех объектов. В этом смысле

цвет является нечеткой переменной, т.е. переменной, значениями которой являются символы нечетких множеств. Такие переменные называются лингвистическими.

Для того, чтобы в психологическом эксперименте дать испытуемому возможность естественного способа описания различий, предлагается подход, который представляет собой развитие подхода, предложенного Л.А.Заде. Основное в этом подходе то, что в нем используются лингвистические переменные вместо числовых переменных или в дополнение к ним; отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний; сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами (Заде, 1980).

Конечное подмножество нечеткого множества записывается следующим образом:

$$F = \mu_1 U_1 + \dots + \mu_m U_m$$

Где μ представляют собой степени принадлежности к соответствующим термам и полагаются лежащими в отрезке (0,1), причем 0 и 1 означают соответственно отсутствие различия или максимальное различие.

Объединение методологий теории нечетких множеств и других методов моделирования привело к созданию нового научного направления, известного под названием мягкие вычисления. В психологии такой подход к моделированию только начинает складываться.

По сравнению с традиционными вычислениями мягкие вычисления более приспособлены для работы с неточными, неопределенными или частично истинными данными или знаниями. Исходным моментом в вычислениях со словами, введенными Заде, является набор предложений, выраженных на естественном языке. Этот набор называется множеством исходных данных. Желаемые ответы или заключения также выражаются в

терминах языка.

Этот набор называется множеством конечных (терминальных) данных (Аверкин и др., 1988).

Для оценивания семантических близостей между стимулами разработана лингвистическая шкала “различие”. В качестве лингвистических термов предлагались степени различия: например, маленькое, среднее, довольно большое и т.д., для которых моделировались эмпирические функции принадлежности термам.

В соответствии с идеологией мягких вычислений был разработан метод анализа различий между соответствующими понятиями, полученных с помощью нечеткой лингвистической шкалы.

Субъективное сходство стимулов пытались изобразить в виде расстояния между точками- стимулами в пространстве начиная с Ньютона. Так Хеннинг запахи и вкусы на призме и тетраидре. Первым методом моделирования субъективных различий был метод, линейной связи с расстояниями.

Однако допущение линейности исключает возможность анализа таких данных, которые являются существенно нелинейными монотонными функциями расстояния, например, время различения. Р.Н. Шепард решает проблему анализа таких данных, вводя монотонную функцию. Он же получил двумерное решение для экспериментов по оцениванию звуковых сигналов по коду Морзе. Восприятие этих звуковых сигналов различалось в зависимости от числа точек и тире в каждом сигнале и в зависимости от относительного преобладания в нем точек и тире (Шепард, 1981).

Тенденция снижения точности описания сложных систем отразилась и в методах многомерного шкалирования. Требования метрического многомерного шкалирования (данные эксперимента пропорциональны расстояниям в евклидовом пространстве) заменилось требованием неметрического многомерного шкалирования (данные должны быть

монотонно связаны с расстоянием в евклидовом пространстве или пространстве Минковского).

Если следовать принципу Заде, который он назвал принципом “несовместности” сложности системы и точности ее описания, то, чтобы моделировать оценки, полученные по лингвистической шкале, нужны нежесткие требования к связям этих оценок с координатами оцененных объектов в пространствах.

Поэтому, для моделирования различий предлагается использовать неметрический подход к многомерному шкалированию. Так как исходная матрица субъективных различий между стимулами не является матрицей расстояний в каком-либо пространстве, то исходные различия можно моделировать с помощью функции, которая была бы лишь монотонна исходным различиям и задавала бы расстояния объектов в пространстве. Автором разработан метод нечеткого многомерного шкалирования или метод многомерного шкалирования нечетких оценок (Головина, 1995). Этот метод решает общую задачу шкалирования: найти координаты стимулов для данных, описанных в нечетких психолингвистических шкалах, основываясь на том, что эти данные связаны с расстояниями в пространстве Минковского произвольной монотонной функцией.

В методах многомерного шкалирования вводится критерий несоответствия, который задает степень расхождения между исходными различиями и модельными расстояниями. Для данной постановки задачи таким критерием является функция:

$$S = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (1 - \mu_{D_{ij}}(d_{ij}))^2$$

Здесь i, j номера объектов,
 $i, j = 1 \dots N$, N – количество объектов
 D_{ij} – различие между стимулами i и j
 d_{ij} – модельное расстояние между стимулами i и j в пространстве Минковского.

m – количество термов лингвистической переменной

$\mu_{D_{ij}}$ – терм, соответствующий субъективному различию D_{ij}

Аналитически монотонную функцию, связывающую различия и расстояния, найти невозможно, поэтому мы использовали метод градиентной минимизации для нахождения минимума рассогласования между различиями и модельными расстояниями.

Для получения индивидуальных матриц различий и расстояний применялись две процедуры: попарное сравнение объектов и метод семантического дифференциала.

В первой процедуре использовалась лингвистическая шкала “различие”. В качестве лингвистических термов мы выбрали следующие пять степеней различия: совсем нет, маленькое, среднее, довольно большое, очень большое. Результат оценивания попарных различий – матрица различий ($N \times N$).

Во второй процедуре оценивалась степень выраженности каждого объекта по каждой шкале k , где $k=1 \dots K$. Результат оценивания – матрица смешений ($N \times K$).

Для моделирования функций принадлежности был предложен следующий алгоритм.

С помощью соответствующей метрики вычисляются матрицы расстояний между объектами ($K \times K$). Затем, для каждого терма матрицы различий между объектами i и j определяется расстояние между объектами i и j в матрице расстояний. Таким образом, каждому терму, например

терму «очень большое различие», соответствует некоторое множество расстояний в матрице расстояний. Наконец, для каждого множества с помощью регрессионного анализа строятся функции принадлежности соответствующему терму, которые затем используются при вычислении стресса S в методе многомерного шкалирования для реконструкции пространств объектов-стимулов.

Предложенный метод использовался нами для построения семантической структуры знаний психологических дисциплин (Головина, 2005).

Оказалось, что субъективные пространства респондентов, имеющих лучшее согласование между матрицами различий и расстояний между психологическими понятиями более структурированы.

Были выявлены субъективные различия в предпочтении методик оценивания. Многие испытуемые отмечали рефлекссию знаний в процессе оценивания.

Пытаясь вскрыть психологические механизмы приведенных фактов, мы предположили, что на предпочтение методик и структурированность ментальных репрезентаций влияет когнитивный стиль «диапазон субъективной эквивалентности». Пилотажное исследование автора подтвердило это предположение для описания структуры знаний: более структурированными оказались семантические пространства лиц с широким диапазоном эквивалентности.

В психофизических исследованиях А. Обозновым и Д. Петрович показана взаимосвязь эффективности восприятия приборной информации с диапазоном субъективной эквивалентности и поле(не)зависимостью; Е.В. Головиной показано влияние различных когнитивных стилей (в т.ч. и диапазона субъективной эквивалентности) на адекватность восприятия сенсорной информации и информации по общей осведомленности (Головина, 2006). Исследования В.А. Садова и Н.Г. Шпагоновой

подтверждают взаимосвязь восприятия длительности звуковых фрагментов и их семантических структур. Поэтому в дальнейших работах, связанных с разработкой субъективных шкал необходимо учитывать различия в когнитивных стилях, в особенности, как нам кажется, в диапазоне субъективной эквивалентности.

Возможно, использование мягких вычислений в психофизике позволит вскрыть новые дополнительные механизмы индивидуальных особенностей восприятия.

Библиография:

Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986.

Барабанщиков В.А., Носуленко В.Н. Системность. Восприятие. Общение. М.: ИП РАН, 2004.

Бардин К.В., Скотникова И.Г., Фришман Е.З. Субъектный подход в психофизике // Проблемы дифференциальной психофизики / под ред. К. В. Бардина. М.: ИП РАН, 1991.

Головина Г.М. Метод многомерного шкалирования нечетких оценок // Математические методы в современной психоологии: статус, разработка, применение. М.: ИП РАН, 1995.

Головина Г.М. Субъективные оценочные шкалы и ментальные репрезентации // Методы исследования психологических структур и их динамики, выпуск 3, М.: ИП РАН, 2005

Головина Е.В. Структура уверенности и когнитивные стили. Диссертация канд. психол. наук. М.: ИП РАН, 2006.

Гусев А.Н. Психофизика сенсорных задач. М.: МГУ, 2004.

Заде Л.А. Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе // Классификация и кластер. М.: Мир, 1980.

Скотникова И.Г. Субъектная психофизика: результаты исследований // Психологический журнал. 2004, Т.24. №2. С. 121-131.

Шепард Р.Н. Многомерное шкалирование и неметрические представления // Нормативные и дескриптивные модели принятия решений: М.: Наука, 1981.

ГУСЕВ А.Н.

К психофизике сенсорных задач: о возможностях системно-деятельностного подхода

Аннотация. На основе теоретического и экспериментального изучения психологических механизмов процесса обнаружения пороговых и около пороговых сигналов в докладе обосновывается продуктивность применения системно-деятельностного подхода (Леонтьев, 1975; Асмолов, 1983, 2001) к анализу решения наблюдателем сенсорных задач.

Системно-деятельностный подход, включающий субъектный подход в психофизике, позволяет теоретически и экспериментально обосновать тенденцию развития психофизики от психофизики «чистых» ощущений – к психофизике «сенсорных задач» и раскрыть процесс обнаружения/различения порогового сигнала как процесс решения субъектом сенсорной задачи, имеющий системную многоуровневую детерминацию. В соответствии с положениями общепсихологической теории деятельности (Леонтьев, 1975) варьирование условий выполнения сенсорной задачи и индивидуально-психологических различий испытуемых будут определять изменения в операциональной структуре задачи и закономерно отражаться в динамике реализующих ее психофизиологических механизмов. Это предполагает выход за рамки традиционной для психофизики схемы: от контроля физических

характеристик стимуляции к анализу поведенческих мер эффективности обнаружения сигнала. Более широкий и общепсихологический взгляд на проблему приводит к необходимости рассмотреть внешние и внутренние детерминанты сенсорного процесса, и, таким образом, выйти за рамки известного постулата непосредственности (Узнадзе, 1977). Приведенные выше положения обосновываются следующими доказательствами:

1. В структуре целенаправленной деятельности человека процесс решения сенсорной задачи может выступить на уровне сознательного действия по обнаружения слабого или различению слабо различающихся сигналов. Операциональная структура процесса обнаружения/различения включает формирование у испытуемого специальных средств для решения сенсорной задачи, своего рода «психологических орудий» (Л.С. Выготский, А.В. Запорожец) - сенсорных эталонов предъявляемых стимулов.

2. Условия выполнения сенсорной задачи определяют ее специфические особенности по сравнению с другими познавательными задачами человека: дефицит поступающей сенсорной информации; случайный характер предъявления стимулов; значительная информационная нагрузка на испытуемого. Эти условия вызывают у испытуемого высокую информационную неопределенность, необходимость повышенной концентрации внимания и сосредоточенности на стимульном потоке, а также привлечения произвольных усилий, направленных на поддержание устойчивости внимания во времени.

3. Эффективность выполнения сенсорных задач по обнаружению сигнала обусловлена совокупным влиянием ситуационных факторов (условия выполнения задачи) и индивидуально-личностных особенностей испытуемых. В цикле экспериментальных исследований (Гусев, 1989, 2004; Гусев, Шапкин, 1991; Шапкин, Гусев, 2000; Gusev, Schapkin, 2001; Гусев, Уточкин, 2006 и др.) показано влияние следующих ситуационных и

индивидуально-личностных факторов на изменение уровня активации испытуемых: время суток, длительность опыта, сложность обнаружения сигнала, многосуточная депривация сна, экстраверсия-интроверсия. При уменьшении уровня активации наблюдается падение эффективности обнаружения сигнала, выражающееся в увеличении ВР и/или снижении сенсорной чувствительности, увеличении вариабельности этих показателей.

Установлено влияние мотивации достижения, нейротизма и личностной тревожности, характеризующих степень усилия, прикладываемого испытуемым при решении сенсорной задачи, на сенсорные и моторные показатели обнаружения сигнала. Высокая мотивация достижения, эмоциональная стабильность и низкая тревожность способствуют повышению эффективности и стабильности выполнения сенсорной задачи.

Существенное значение имеет характер взаимодействия указанных выше факторов: 1) экстраверты выполняли задачу обнаружения зрительного сигнала успешнее вечером, а интроверты – утром; 2) в условиях значительного снижения активированности (многосуточная депривация сна) более высокий уровень произвольного усилия повлиял на выполнение более сложных (пороговых) задач, и не оказал влияния при выполнении менее сложных (надпороговых) задач; 3) более успешными по эффективности обнаружения пороговых сигналов были испытуемые, у которых сочетались высокие уровни активации и усилия: мотивированные на достижение и/или эмоционально-стабильные интроверты; менее успешными были: мотивированные на избегание неудачи и/или нейротичные или тревожные экстраверты.

Таким образом, влияние активации и усилия на эффективность обнаружения сигнала опосредствуется различной степенью привлечения

когнитивных ресурсов, что делает весьма продуктивным применение ресурсного подхода (Канеман, 2006).

4. При анализе эффективности решения сенсорных задач наряду с традиционными интегральными индексами сенсорного исполнения, описывающими деятельность субъекта по опыту в целом, исследованы процессуальные характеристики решения задачи, описывающие особенности динамики исполнения задачи и индивидуальные стратегии наблюдателей. Так, в динамике индексов исполнения сенсорной задачи находят свое отражение характерные изменения активации субъекта и усилия, прикладываемого к ее выполнению. Например, в ходе опыта по обнаружению слухового порогового сигнала по критериям «эффективность» и «стабильность» были выделены шесть типов совместной динамики психофизических показателей, закономерно связанных с выраженности у испытуемых уровня активации и степени усилия: *эффективно-стабильному* типу динамики соответствовала группа испытуемых, на 90% состоявших из более активированных (интровертов), из которых 40% были мотивированными на достижение и эмоционально стабильными индивидами; напротив, *неэффективно-декрементному* соответствовала группа, на 67% состоящая из наиболее энергетически «слабых» индивидов – нейротичных экстравертов, мотивированных на избегание неудачи.

5. Изменение показателей эффективности решения сенсорной задачи находит закономерное отражение в динамике показателей активации вегетативной (вариативность кардиоинтервалов) и центральной нервной систем (компоненты вызванных потенциалов и спектральные параметры ритмов ЭЭГ). Например: 1) в условиях обычного психофизического эксперимента у большей части испытуемых увеличение ЧСС и уменьшение дисперсии кардиоинтервалов было достоверно связано с повышением сенсорной чувствительности и снижением ВР; 2) в условиях

депривации сна при падении эффективности обнаружения сигнала установлено закономерное снижение амплитуды и увеличение латентности компонентов N2 и P3 слухового вызванного потенциала, что, на наш взгляд, отражает редукцию эффективности механизма сравнения текущего сигнала с сенсорным эталоном памяти и процесса оценки принятого решения, соответственно; 3) в условиях депривации сна синхронный анализ динамики психофизических показателей обнаружения сигнала и изменения показателей ЭЭГ-активации позволил обнаружить закономерную ковариацию сенсорных способностей и электрофизиологических показателей.

Основное направление представленных нами исследований – функциональное развитие психического отражения при выполнении субъектом сенсорных задач по обнаружению сигнала. Изучая любое развитие, необходимо выделить системообразующий фактор, который определяет направление и характер изменения изучаемого процесса. Подчеркнем, что специфика самой задачи и является тем основным моментом, который определяет характер изменения ее составляющих. В структуре психической деятельности человека задача характеризуется своей специфической целью. В ходе достижения этой цели формируется определенный *функциональный орган* (по А.А. Ухтомскому) или *воспринимающая функциональная система* (по А.Н. Леонтьеву), соответствующие конкретным условиям выполнения задачи и индивидуальным особенностям действующего субъекта. Нам представляется целесообразным рассматривать такое системное образование как функциональный орган в качестве основной единицы для функционального анализа решения сенсорной задачи, поскольку оно адекватно решаемой субъектом задаче в целом. Вслед за работами А.А. Ухтомского, Н.А. Бернштейна и А.Н. Леонтьева наши результаты показывают, что сенсорная задача *порождает* временную структуру,

объединяющую разнообразные ресурсы человека. Создание такой структуры, соответствующей специфике выполняемой задачи, характеру ее протекания и индивидуальным особенностям субъекта, обеспечивает необходимую продуктивность и адаптивность. Фактически, можно говорить, что при решении сенсорной задачи возникает специфический функциональный орган как средство для ее решения. Слово «орган» не является в данном контексте натяжкой, поскольку оно не означает обязательно какое-либо структурно и морфологически неизменное образование. Напротив, А.А. Ухтомский справедливо замечает: «Органом может быть всякое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение» (Ухтомский, 1978, с. 95). Комбинация условий выполнения задачи (ситуационных факторов) и индивидуально-психологических особенностей решающего ее субъекта определяют уровень мотивационного (уровень активации и усилия) и ресурсного обеспечения сенсорной задачи и, тем самым, задают специфику постоянно меняющегося функционального органа. Как показывают полученные результаты, именно соотношение уровней активации и усилия определяет степень привлечения когнитивных ресурсов, обеспечивающих выполнение задачи обнаружения сигнала. Поэтому мы можем говорить, по крайней мере, о 2-х важных составляющих функционального органа сенсорной задачи – активации и усилиях. Взаимодействие ситуационных и индивидуально-психологических факторов в процессе выполнения сенсорной задачи создает особую доминанту как временный орган, чья функция заключается в динамической и избирательной концентрации ресурсов субъекта.

Проследив динамику исполнения сенсорной задачи у разных групп испытуемых (интериндивидуальный анализ) или у одного испытуемого в рамках одного опыта (интраиндивидуальный анализ), мы можем констатировать, что в наших опытах наблюдался процесс формирования и

изменения функционального органа адекватного условиям задачи и индивидуальным особенностям выполняющего ее субъекта. Процесс обнаружения сигнала, который он реализует, внешне представляется весьма элементарным и детерминированным лишь особенностями стимуляции и состоянием органов чувств. Однако, эта «элементарность» или «натуральность» оказывается внешне обманчивой в силу того, что, сформировавшись из различных процессов в единую систему, он «... далее функционирует как единый орган» (Леонтьев, 1983, с. 93). И только специальные экспериментальные манипуляции и способы обработки данных позволили нам убедиться в сложном и многоуровневом характере детерминаций, составляющих его процессов. Так, обнаружение порогового звукового сигнала в условиях пространственной неопределенности (при его рандомизированном предъявлении в левое или правое ухо) обнаружило сложную перестройку межполушарной асимметрии и стратегий вероятностного прогнозирования в соответствие с характером и уровнем неопределенности и индивидуально-психологическими особенностями испытуемых (см. публикацию И.С. Уточкина и А.Н. Гусева в настоящем сборнике).

Анализ результатов экспериментов с многосуточной депривации сна наглядно показал вторую особенность функциональных органов, выделенную А.Н. Леонтьевым – их устойчивость. Сформировавшись для решения конкретной сенсорной задачи, они проявляют определенную стабильность при изменении условий ее решения. Так, мы наблюдали феномен относительной стабильности сенсорной чувствительности при значительном снижении функционального состояния испытуемых (Гусев, 1989). Оценивая этот феномен, можно, например, говорить о высокой устойчивости процессов формирования сенсорного образа и его сравнения с сенсорным эталоном памяти. Кроме того, одна из важных составляющих функционального органа – мотивационная направленность испытуемых,

задавала у разных групп испытуемых явно выраженную специфику сенсорного исполнения легких (надпороговых) и сложных (пороговых) задач на протяжении сложных многосуточных опытов, тем самым, давая экспериментатору возможность точного прогнозирования результатов их деятельности.

И, наконец, отметим вслед за А.Н. Леонтьевым еще одну особенность функциональных органов – «... отвечая одной и той же задаче, они могут иметь разное строение, чем объясняется почти безграничная возможность компенсаций, которая наблюдается в сфере развития специфически человеческих функций» (Леонтьев, 1983, с. 94). Исследуя тонкую динамику исполнения задачи обнаружения пороговых сигналов в ходе одного длительного опыта были обнаружены различного рода нестационарности в уровне эффективности сенсорного исполнения. Они зависели от текущего уровня активации, а их характер определялся индивидуально-психологическими особенностями наблюдателей. Исследование особенностей эффекта взаимодействия факторов, влияющих на уровень активации и усилия, показало, что имеются как выраженные преимущества в качестве сенсорного исполнения при определенных сочетаниях индивидуально-психологических особенностей испытуемых, так и практическая идентичность в исполнении сенсорной задачи у разных личностных типов.

Таким образом, рассматривая полученные результаты в контексте идей А.А. Ухтомского и А.Н. Леонтьева, подчеркнем, что при решении сенсорной задачи изменения функционального органа происходят в форме изменений уровня или качества овладения человеком орудиями (средствами) и операциями, которые мы интерпретируем как включение определенных когнитивных ресурсов в структуру выполняемой сенсорной задачи.

Библиография:

Гусев А.Н. Обнаружение звуковых сигналов человеком-оператором в особых условиях: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М.: МГУ, 1989.

Гусев А.Н. Психофизика сенсорных задач. Экспериментальное исследование поведения человека в ситуации неопределенности. М., 2004.

Гусев А.Н., Уточкин И.С. Роль активации в решении сенсорных задач различной сложности: ресурсный и функциональный подходы // Вестник МГУ. (Серия «Психология»), М., 2006, № 3 (в печати).

Гусев А.Н., Шапкин С.А. О некоторых особенностях динамики обнаружения сигнала // Проблемы дифференциальной психофизики М.: ИП АН СССР, 1991. С. 217—242.

Канеман Д. Внимание и усилие. М., 2006.

Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., 1975.

Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения. В 2 т. // Том 2. М., 1983.

Узнадзе Д.Н. Теория установки. М., Воронеж, 1997.

Ухтомский А.А. Избранные труды. М., 1978.

Шапкин С.А., Гусев А.Н. Влияние личностных особенностей и времени суток на выполнение простой сенсомоторной задачи // Психологический журнал. 2001. Т. 13. № 2. С. 50—56.

Schapkin S.A., Gusev A.N. Operator functional state and vigilance: mediating effect of brain hemispheres // Operator Functional State: The Assessment and Prediction of Human Performance Degradation in Complex Tasks / Eds. G.R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard, O. Burov. Amsterdam: IOS Press, 2003. P. 140-151.

ДАНИЛОВА М.В., МОЛЛОН Д.Д.

**Психофизический метод для измерения порогов
различения/сравнения двух одновременно предъявляемых
зрительных стимулов**

Исследование было поддержано грантом Wellcome Trust
072684/Z/03/Z

Аннотация. Одним из наиболее распространенных психофизических методов измерения дифференциальных порогов различения является методика двухальтернативного вынужденного выбора. В предлагаемой статье рассматриваются случаи, в которых методика двухальтернативного выбора дает одинаковую оценку порогов различения двух одновременно предъявляемых стимулов по сравнению с методикой абсолютной оценки, где определение порога основано на предъявлении только одного стимула. Применение методики в таком случае может привести к ошибочным выводам о зависимости порогов различения от, например, расстояния между двумя одновременными стимулами. Предлагается модифицированная методика двухальтернативного выбора, где наблюдатель ставится в условия, при которых выполнение задачи невозможно без активного сравнения двух одновременных стимулов. Для этого в одном и том же эксперименте используется набор референтных стимулов, одновременно измеряются инкрементные и декрементные пороги. Обоснованность методики проверяли в экспериментах, где пороги различения цвета измеряли с помощью абсолютной оценки и модифицированной методики двухальтернативного вынужденного выбора. Показано, что в последнем случае выполнение задачи невозможно, если наблюдатель оценивает только один стимул, и игнорирует второй.

При проведении психофизических экспериментов, целью которых является измерение порогов различения, экспериментатор ставит перед

наблюдателем задачу сравнения двух стимулов. Наиболее часто в таких экспериментах используется методика пространственного или временного двух-альтернативного выбора. Если используется временной вариант методики, то два стимула, которые необходимо сравнить, предъявляются последовательно. Задача наблюдателя в этом случае – сказать, в каком временном интервале предъявлялся стимул, например, большего размера (или имеющий больший угол наклона, или более красный, или более синий и т.д.). В пространственном варианте этой методики два стимула предъявляются одновременно, а задача наблюдателя – указать, в каком месте зрительного поля предъявлялся стимул, например, большего размера, более красный и т.д. В таких экспериментах экспериментатор *a priori* предполагает, что в случае применения методики двух-альтернативного вынужденного выбора наблюдатель активно сравнивает два предъявленных стимула. Говоря «активно сравнивает» мы подразумеваем, что наблюдатель основывает свое суждение, только учитывая оба стимула. Однако можно задать вопрос: действительно ли два стимула необходимы для выполнения сравнения? Положительный ответ на этот вопрос нельзя считать очевидным.

При использовании временного варианта методики вынужденного выбора было показано, что наблюдатели могут с высокой точностью производить сравнение параметров двух стимулов, предъявляемых либо одновременно, либо последовательно с различными временными интервалами, которые варьировали от нескольких секунд до минут, и даже часов (Magnussen, Dyrnes, 1994). В работе было показано, что пороги различения пространственной частоты не изменяются существенно с увеличением межстимульного интервала. Для объяснения результатов таких экспериментов было выдвинуто предположение о том, что наблюдатели не производят активное сравнение двух предъявляемых стимулов, а вместо этого выполняют сравнение одного из двух стимулов с

внутренним стандартом (Lages, Treisman, 1998). По предположению Lages & Treisman (1998) наблюдатели способны вырабатывать и хранить в памяти «детализированный алгоритм для модификации критерия, который будет использован для принятия решения во время последующих предъявлений». Можно рассмотреть один из вариантов такого предположения: наблюдатель в процессе эксперимента на протяжении многих предъявлений создает внутренний шаблон, или образец, который представляет собой нейронное представление среднего значения изменяемого параметра всех стимулов, предъявляемых в ходе эксперимента. Именно с этим внутренним шаблоном происходит сравнение одного из двух стимулов, а не с внешним вторым реальным стимулом. Парадоксально, но такая стратегия может оказаться более эффективной с точки зрения теории обнаружения сигнала, поскольку, учитывая только один из двух стимулов, решение наблюдателя зависит только от одного источника внешнего шума, а не от двух источников, как в случае использования обоих стимулов для сравнения.

Выдвинутое предположение было проверено в экспериментах при использовании метода постоянных раздражителей (Lages, Treisman, 1998). Авторы сравнивали две серии экспериментов, в которых определяли пороги различения пространственной частоты.

В одной серии в начале эксперимента предъявляли один референтный стимул, после которого предъявляли набор стимулов для сравнения в случайном порядке (в наборе присутствовали как стимулы, сравниваемый параметр которых был больше или меньше референтного стимула). Область изменения стимулов для сравнения либо выбиралась симметрично относительно референтного стимула, либо была смещена в сторону увеличения или уменьшения тестовой частоты по сравнению с референтом. В случае выбора симметричного интервала стимулов психометрическая функция также располагалась симметрично

относительно интервала изменения стимулов для сравнения. Этот факт означает, что уровень случайного гадания соответствует значению референтного стимула: наблюдатель делает одинаковое количество ошибок, называя тот стимул для сравнения, который физически идентичен референтному, одинаковое количество раз как имеющий более высокую или более низкую пространственную частоту. Если середина области стимулов для сравнения была смещена в сторону более высоких пространственных частот, то и 50% уровень правильных ответов был смещен в область более высоких частот, и наоборот.

Во второй серии экспериментов процедура была аналогична первой серии, но в начале эксперимента референтный стимул не предъявляли, а предъявляли только набор стимулов для сравнения. Наблюдалась тенденция, аналогичная полученной в первой серии: психометрические функции были смещены в ту сторону, в которую был сдвинут диапазон изменения стимулов для сравнения, а величина порогов была сравнима в обеих сериях. Таким образом, авторы показали, что для выполнения достаточно точных задач (пороги различения пространственной частоты были низкие в обоих случаях) не требуется внешний референтный стимул.

В другой работе наблюдателей просили оценивать набор стимулов для сравнения с референтным стимулом в задаче измерения порогов различения пространственных интервалов (Morgan, M.J., Watamaniuk, S.N.J., & McKee, S.P., 2000). Референтные стимулы были предварительно выучены и запоминались в символьном виде: использовали девять разных референтных стимулов, и им были присвоены номера от 1 до 9. Набор стимулов для сравнения был выбран отдельно для каждого референтного стимула. В каждом предъявлении наблюдателей просили оценить, какому набору принадлежит данный стимул для сравнения и определить, шире или уже данный стимул по сравнению с запомненным стандартом. Авторы показали, что наблюдатели могут хранить в памяти несколько критериев

одновременно и эффективно использовать их без существенного ухудшения качества выполнения задачи: пороги различения при использовании реального физического референтного стимула были ненамного лучше, чем пороги различения при сравнении с референтом, хранящемся в памяти. Результат этих экспериментов подтверждает, что наблюдатели могут хранить в памяти значительное количество шаблонов, или референтов, и производить сравнение предъявленного физического стимула со стандартом, хранящимся в памяти, с высокой точностью.

Рассмотрим теперь психофизический эксперимент, в котором задача наблюдателя – сравнить один из параметров (пространственную частоту, или цвет) двух одновременно предъявляемых стимулов. Экспериментатор исследует зависимость порогов различения от расстояния между двумя стимулами в условиях, когда движения глаз не разрешены (например, короткая длительность предъявления) и использует процедуру пространственного двух-альтернативного вынужденного выбора. Для того, чтобы можно было делать какие-либо выводы о зависимости порогов различения от расстояния между стимулами, необходимо быть уверенным в том, что при всех расстояниях между стимулами наблюдатель использует одну и ту же стратегию для выполнения психофизической задачи. Если два стимула соприкасаются или расположены на малых расстояниях друг от друга, то наблюдатель может использовать стратегию активного сравнения двух физических стимулов. Если одновременно предъявляемые стимулы находятся на расстоянии несколько угловых градусов, то наблюдатель может обнаружить, что легче выполнять задачу, если смотреть только на один стимул, и оценивать его по отношению к внутреннему эталону, а второй стимул игнорировать. В этом случае методика двух-альтернативного пространственного вынужденного выбора вырождается в методику одиночного стимула или абсолютную оценку, что эквивалентно сравнению внешнего стимула с внутренним стандартом.

В наших экспериментах мы исследовали, зависит ли различение параметров стимулов от расстояния между ними и принимая во внимание все изложенные выше аргументы, мы разработали методику измерений, которая заставляет наблюдателя активно сравнивать для стимула, и не производить абсолютную оценку.

Во-первых, хотя мы знаем, что наблюдатели могут хранить в памяти до 9 значений референтных стимулов, маловероятно, что можно хранить в памяти 25 мало отличающихся друг от друга стимулов (Morgan, Watamaniuk & McKee, 2000). Мы проверили нашу методику при исследовании зависимости порогов различения пространственной частоты от расстояния между стимулами (элементы Габора). Пространственная частота 2 цикл/град была выбрана как середина диапазона, а 25 референтных стимулов были симметрично расположены с шагом 2%. Вместо процедуры простоянных раздражителей использовали процедуру «лестница». В эксперименте не использовали 25 отдельных «лестниц». Вместо этого в каждом предъявлении выбирался один из 25 референтных стимулов, а к нему выбирали стимул для сравнения путем умножения значения пространственной частоты референтного стимула на коэффициент. Значение этого коэффициента и изменяли в ходе процедуры «лестница». Поскольку расстояние между референтными стимулами маленькое, меньше порога различения пространственной частоты в этом диапазоне (Campbell, Nachmias & Jukes, 1970), то референтная частота в одном предъявлении может оказаться стимулом для сравнения в другом предъявлении.

Во-вторых, положение референтного стимула и стимула для сравнения выбирали случайным образом. Это приводило к тому, что в одном предъявлении наблюдатель оценивал референтный стимул по отношению к сравниваемому, а в другом предъявлении – наоборот. Однако

наблюдатель не знал, какой из стимулов референтный, а какой – сравниваемый.

В-третьих, в случае различения пространственной частоты (а также ориентации и контраста, но не цвета, что было обусловлено техническими возможностями аппаратуры), мы использовали две случайным образом перемешанные «лестницы», с помощью которых измеряли отдельно инкрементные и декрементные пороги.

Обоснованность нашей процедуры мы проверяли экспериментально при исследовании порогов различения цвета, пространственной частоты, ориентации и контраста. Для сравнения мы добавили два варианта «абсолютной оценки». В обоих вариантах серия, в которой предъявляли только один стимул, добавлялась в случайном порядке к сериям, где предъявляли два стимула. Единственное ограничение на порядок серий – серия с одним стимулом не могла быть первой серией в данном эксперименте. Мы приводим данные, полученные при различении цвета: модифицировался сигнал, поступающий в коротко волновые колбочки (S-колбочки), а измеряли цветовой контраст (S-контраст). Аналогичные данные были получены и для других исследованных параметров.

В первом варианте «абсолютной оценки» в каждом предъявлении наблюдателя просили оценить более красный или более синий данный стимул по отношению к цвету всех предъявленных до этого цветов. Мы использовали 35 разных цветов, область которых несколько перекрывала с обоих концов диапазон 25 референтных стимулов, которые использовали в других сериях. На основании этих оценок строили психометрические функции, которые аппроксимировали сигмоидной кривой. Порог различения вычисляли как разницу между изменяемым параметром стимула (в данном случае, величина S-сигнала), соответствующую 79.4% и 50% ответов одной категории – более синий. Типичная психометрическая функция приведена на левой стороне рисунка 1. На правой стороне

приведена зависимость S-контраста от расстояния между стимулами; правая точка на графике соответствует порогу, полученному в случае «абсолютной оценки». Для приведенного наблюдателя ИК абсолютная оценка оказалась даже более точная, чем сравнение двух стимулов (изолированная правая точка).

Во втором варианте «абсолютной оценки» наблюдателей просили сравнивать появляющийся стимул, *как будто второй стимул также присутствует*. На рисунке 2 (левая сторона) приведены данные для двух ситуаций: предъявлены два стимула на расстоянии 5.6 угловых градуса и предъявлен один стимул. Во втором случае «абсолютной оценки» пороги различения существенно выше, чем в случае активного сравнения.

Кроме того, что пороги в случае «абсолютной оценки» были значительно выше, также значение порога зависело от значения варьируемого параметра стимула для сравнения, с которого начиналась процедура «лестница». На правой стороне рисунка 2 показана зависимость порога различения от начального увеличения S-сигнала (коэффициент, на который умножали значение референта для определения значения теста). В случае активного сравнения пороги кривая идет параллельно оси абсцисс, что свидетельствует о том, что наблюдатели могут достичь того же самого порога независимо от начальной разницы между референтом и стимулом для сравнения; им просто необходимо больше предъявлений, чтобы достичь плато перегибов, что является целью процедуры «лестница». В случае «абсолютной оценки» ситуация отличная: чем выше начальная разница между референтным и сравниваемым стимулом, тем выше порог различения. Мы также проанализировали индивидуальные «лестницы» и обнаружили, что они не выходят на плато, а значения перегибов увеличиваются, т.е. значение параметра сравниваемого стимула удаляется от референтного.

Выводы

Использование классических психофизических методик не всегда дает истинные результаты в случае двух-альтернативного вынужденного выбора.

Для того, чтобы наблюдатель был вынужден выполнять активное сравнение, в процессе которого наблюдатель использует оба одновременно предъявляемых стимула, мы предлагаем использовать несколько референтных стимулов в одном эксперименте, смешивать измерение инкрементных и декрементных порогов в одном эксперименте.

Обоснованность предложенной методики проверяли в психофизических экспериментах, где сравнивали пороги, измеренные в двух вариантах «абсолютной оценки» и активного сравнения двух стимулов при исследовании порогов различения цвета.

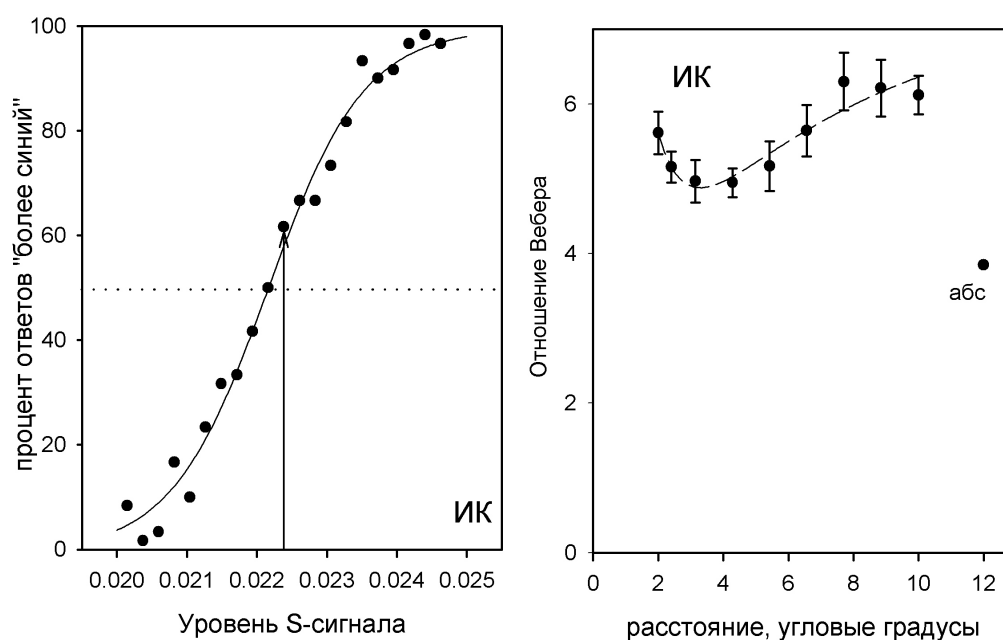


Рисунок 1. Слева: психометрическая функция, полученная при применении первого варианта «абсолютной оценки». Справа: зависимость порога различения цвета от расстояния между сравниваемыми стимулами и в случае первого варианта «абсолютной оценки».