

Измерения зрительных реакций второго порядка – проблема светотехники

Л. РОНКИ¹

Фонд «Giorgio Ronchi», Флоренция, Италия

В отличие от традиционных зрительных экспериментов с простыми зрительными раздражителями и только одним независимо меняющимся параметром при постоянстве всех прочих, современные исследования сталкиваются с оценкой зрительных реакций на сложные раздражители, характерные для реальных условий [1]. Это подразумевает наличие неких глобальных зрительных реакций на взаимосвязанные параметры зрительных раздражителей, которые в реальности не отделимы друг от друга. Параметры зрительных раздражителей теряют свою специфичность из-за взаимовлияния, включающего как конкурирующие, так и компенсирующие моменты. Видимо, это полезно в зрительных экспериментах, так как наблюдатель может полагаться на множество согласующихся сигналов, которые образуют некий единственный результат восприятия. Восприятие становится более определённым и надежным при условии, что в одном и том же месте объекта восприятия меняется более одного параметра [2]. В недавней классификации зрительных экспериментов можно найти различия между ситуациями с одним, с двумя и с множеством сигналов, которые соответствуют в пределе инвариантности постоянства восприятия.

Основополагающая философия, порождённая расчётным моделированием зрительных реакций, основывается на различии зрительных восприятий (ЗВ) первого и второго порядков [3–5]:

- ЗВ первого порядка непосредственно касается яркости объектов восприятия при том, что прочие их параметры, такие как ориентация, цвет и пространственная частота как бы отсутствуют;

- ЗВ второго порядка касается объектов, предварительно «обработанных» восприятием первого по-

рядка (или им не «улавливаемых»), и касается таких параметров как яркостной контраст (в частности), параметрический контраст (вообще), изменения совоккупности параметров, текстура поверхности, рисунок и др., т. е. сложных особенностей, характерных для реальных объектов и сцен.

Для ЗВ второго порядка обычно характерны пороги, большие, чем для ЗВ первого порядка, и им соответствуют меньшие чувствительности. Они требуют большего времени экспозиции [2] и отличаются удлинёнными латентными периодами. Данное различие – очевидное следствие того, что ЗВ второго порядка, с их глобальными реакциями, касаются ряда взаимосвязанных параметров объектов или сцен. Более того, это свидетельствует о том, что моделирование ЗВ первого порядка (Фурье типа) [6] обычно просто состоит в линейном фильтровании результатов вычислений параметров зрения на уровне корковой зоны. С другой стороны, процесс, характеризующий ЗВ второго порядка, описывается моделями (отличными от моделей Фурье типа), включающими больше звеньев (и, следовательно, имеющими большее время обработки), а именно: два этапа фильтрования с точечной поправочной нелинейностью между ними. При этом соответствующие физиологические механизмы лежат вне корковой зоны [3, 7, 8].

1. Цель работы

Важное различие между ЗВ первого и второго порядков касается вопроса обучения ЗВ [3, 9, 10]. Было показано, что это различие возникает в зрительных проводящих путях на разных уровнях: при ЗВ первого порядка (яркость) оно минимально или равно нулю, а при ЗВ второго уровня (текстура) – более существенно.

Возникает вопрос, с кем должен быть связан метод измерения зрительных реакций второго порядка: со средним гражданином или с трени-

рованными наблюдателями, хорошо адаптированными к этой зрительной задаче, или же с психофизически «закалёнными» специалистами?

Учитывая, что ответ на этот вопрос может быть интересен и светотехникам, в настоящей статье мы обсуждаем эту тему, демонстрируя некоторые данные, отражающие переходные эффекты обучения ЗВ, собранные в ходе выполнения нашей исследовательской программы [1, 11–16], посвященной глобальным зрительным реакциям второго порядка, таким как определение зрительной уравновешенности (ЗУ) [17]. В конце предлагается экспериментально обоснованный предварительный ответ на вышеуказанный вопрос.

1.1. Обучение восприятию, типичный эффект

Обучение – широко исследуемый процесс, обычно ведущий к улучшению выполнения задач восприятия, включая ЗВ, и, в основном, улучшающий выполнение указанных задач [3, 9, 10]. Природа и значение этого процесса зависят от уровня сложности задачи восприятия. Соответственно, он невысок для простых задач ЗВ первого порядка, при решении которых информация обрабатывается параллельно с наблюдением. С другой стороны, указанное обучение может быть серьёзным и длительным для решения задач ЗВ текстур и последовательных процессов, связанных со зрительными реакциями второго порядка, в которых параметры разных зрительных раздражителей взаимосвязаны и взаимодействуют между собой. Многие эксперименты посвящены специфичности процесса обучения ЗВ, связанного с указанными параметрами, передаче знаний, а также разным влияниям локальных и глобальных факторов. Найдены различные механизмы восприятия, участвующие в обучении ЗВ.

В случае простых задач часто возникает своего рода усиление реакций, часто сопровождаемое уменьшением влияния внешнего шума. Все это может быть объяснено действием механизмов подстройки параметров зрения на уровне корковой зоны.

С другой стороны, высокоуровневые когнитивные процессы, возможно, также задействуются в решении сложных задач, связанных с много-

¹ E-mail: n.rositani@flashnet.it
Перевод с англ. Е.Т.Алиева

цветием (такими как распознавание, классификация и др.). В этих случаях данным моделированием производятся многоканальные повторные или добавочные взвешивания связей между ранними чувственными образами и результатами более позднего анализа решений. Некоторые проблемы ещё не решены и касаются относительных ролей нисходящих и восходящих процессов [8, 18].

1.2. Проблемы объективных измерений

В принципе, человека-наблюдателя следует заменить измерительным прибором и (или) предсказывать его реакции расчётным путём, причём лучше бы автоматически. В литературе часто поднимается вопрос: насколько расчётные результаты представляют реальную реакцию наблюдателя. Проблема эта не нова.

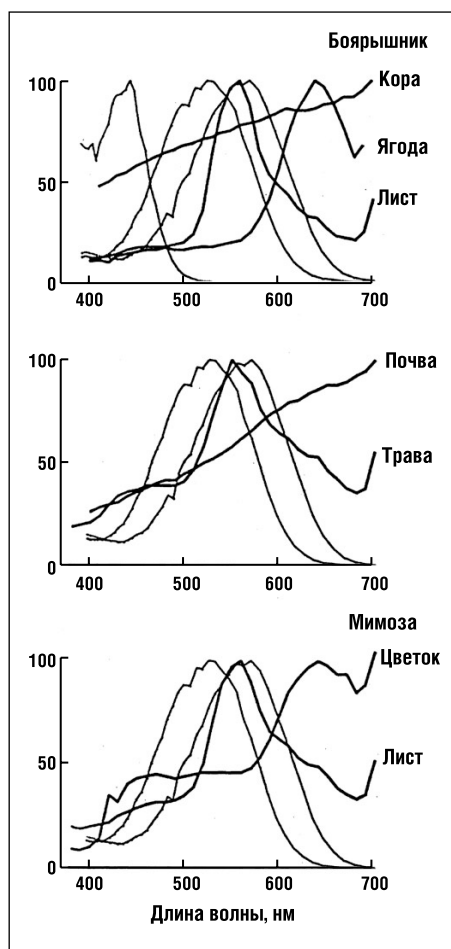


Рис. 1. Нормированные спектры отражения некоторых реальных природных испытываемых объектов. Тонкими линиями показаны нормированные спектры поглощения колбочек человека, с максимумами на длинах волн 440, 526 и 571 нм

В прошлом был ряд попыток комбинировать реакции, получаемые в разных экспериментах только с одним изменяемым параметром при «замороженных» остальных. Лишь в некоторых случаях такие попытки были успешны.

Например, чтобы совладать с пороговыми различиями при переходе от «стерильных» лабораторных условий к многоцветию уличного освещения, включая автотранспортное, предлагалось использовать так называемый «полевой фактор». Нарисада в своем историческом обзоре работ с 1938 г. [19], начиная с трудов Дебура, Адриана и других специалистов, пришел к заключению, что полевой фактор отражает взаимодействия нескольких взаимосвязанных факторов и должен рассматриваться как глобальная реакция, получаемая не при одном лишь поочередном изменении факторов.

Другой пример относится к текстильной промышленности [20], где сравнение цветов с эталонными всё ещё зависит от зрительных оценок, так что такое сравнение относится к не поддающимся точному определению среднему наблюдателю. Текстильные компании имеют работников, прекрасно подготовленных для оценки цветовых различий, но ошибки в оценках качества цвета тканей чреваты конфликтами между их поставщиками и покупателями. Необходимы автоматизированные системы цветового контроля с простыми и общими критериями качества. Исследованиями ищется наиболее подходящее уравнение цветового различия, однако поиск этот ещё не окончен.

Сегодня обучение восприятию создаёт дополнительные сложности. Отметим, к примеру, что в светотехнической литературе описываются некоторые ОУ с выраженной голубой составляющей излучения, используемые для освещения садов, парков, деревьев и т. д. В недавнем эксперименте [12] мы попросили ряд наблюдателей назвать цвета различных природных тест-объектов, от травы до вечнозелёных растений, используя основные «безусловные» названия цветов, которые мы обычно видим в природных условиях (к которым наши наблюдатели привыкли с рождения). Эти цвета, в основном, – зелёный или зелёно-жёлтый с небольшо-

ми вариациями, такими, например, как тёмно- или светло-зелёный. Естественный дневной свет имеет насыщенную голубую составляющую, и довольно хорошо (см., например, рис. 1, заимствованный из [21]) отражается природными объектами. Данные эти способствуют правильности калориметрических оценок.

Оказалось, наши наблюдатели после серии тренировок (в течение нескольких месяцев) научились обнаруживать при дневном свете значительную и стабильную голубую составляющую цвета травы и вечнозелёных растений. Так что проектировщики выше указанных ОУ с голубоватым светом неофициально, но фактически предназначают их хорошо тренированным наблюдателям с полным и непрерывным обучением ЗВ.

2. Экспериментальные данные о влиянии обучения зрительному восприятию на глобальную, второго порядка, зрительную реакцию типа зрительной уравновешенности

Наша исследовательская программа, стартовавшая в начале столетия, касается глобальной задачи ЗВ второго порядка – ЗУ, т. е. уравновешивания зрительных весов двух расположенных бок о бок образцов. В 1905 г. Манселл предложил пионерное правило, всесторонне развитое в последующие десятилетия (см., напр., [17]²). Линейность правила Манселла, походящего на простое расширение пространственного суммирования [5–6], интригует тем, что касается реакций восприятия, а не просто физических факторов (т. е. это правило применимо при разных иерархических уровнях при или после указанного сочетания параметров A , V и C).

В экспериментах мы пытались распространить правило Манселла

² Согласно [17], уравновешенности зрительных весов двух образцов (1 и 2) соответствует равенство $A_1 \times V_1 \times C_1 = A_2 \times V_2 \times C_2$. Короче говоря, достижение ЗУ рассматривается как трёхпараметрическая задача, решаемая для используемых как тест-объекты однородных цветных образцов по атласу Манселла на основе сочетания площади (A), уровня освещения (V , освещённость, светлота или др.) и интенсивности цвета (C , объединяющей, в свою очередь, цветовые тон и насыщенность)

на реальные тест-объекты введением текстуры поверхности, что создаёт дополнительные трудности. Фактически, даже если для начального кодирования границ текстуры есть точка соприкосновения между данными психофизическими и физиологии корковой зоны, всё же недостаточно понятными остаются высокоуровневые вычисления показателей вида текстуры [22].

В экспериментах на однородных текстурированных образцах [15, 16] мы подтвердили, в частности, что яркостный контраст в зоне наблюдения, в лучшем случае, – грубый показатель [23–24]. На сегодня мы вычисляем контраст по средним яркостям, получаемым обычным яркомером. Однако эта величина – лишь грубое приближение в случае текстурированных поверхностей, так как не отражает глобальную зрительную реакцию, а её ожидаемый расчётный результат основывается на существующих уточнениях локальных зрительных реакций [25–27]. Это добавляет сложностей в плане светотехнической практики и создания приборов для измерения степени ЗУ [1, 14], которая, в свою очередь, будучи реакцией второго порядка, зависит и от уровня обучения ЗВ.

2.1. Экспериментальные данные

Данные по ЗУ, приводимые ниже, частично заимствованы из наших предыдущих экспериментов, а частично получены нами недавно, в 2007 г. Материалы образцов и метод экспериментов были те же, что и описанные в [1, 15, 16]. Вкратце: два образца одинаковой высоты (10°) располагались бок о бок, образуя прямоугольную зону наблюдения (рис. 2), помещаемую на столе, обкладываемую чёрной бумагой и освещаемую ЛН, установленной на потолке. Наблюдение велось с расстояния 59 см. Наблюдатель мог свободно перемещать свой взгляд (никакой фиксации не предполагалось). С разным шагом (минимум в $15'$) регистрировались относительные ширины двух образцов: испытуемого и эталонного. Регистрация ЗУ осуществлялась методом постоянных зрительных раздражителей (десять реакций на точку) на основе психометрической функции. Допускались три вида реакций на ЗУ: есть ЗУ; нет ЗУ; сомнение (означает,

что в равной мере могут иметь место предыдущие две реакции).

Согласно рис. 2, можно использовать два варианта предъявления образцов. В варианте «разомкнутый контур» ищется ширина (и, следовательно, площадь) эталонного образца, соответствующая ЗУ его с испытуемым образцом фиксированного формата $10 \times 10^\circ$. В варианте «замкнутый контур» ЗУ достигается сдвиганием линии разделения двух смежных образцов так, чтобы при увеличении ширины эталонного образца ширина испытуемого образца сокращалась, а их суммарная ширина оставалась постоянной и равной общей ширине зоны наблюдения (S , угл. град.), которая поддерживалась постоянной в каждом эксперименте, но менялась от эксперимента к эксперименту.

Нами рассматривались следующие параметры:

- $wRef$ – ширина эталонного образца при ЗУ. Чем она больше, тем больше относительный зрительный вес испытуемого образца;
- F – отклонение от взаимной симметрии при ЗУ. В случае варианта «разомкнутый контур» $F = (wRef - 10^\circ) / 10^\circ$; а в случае – «замкнутый контур» $F = (wRef - S/2) / S/2$;
- $R = wRef / S$ – относительная ширина эталонного образца при ЗУ. Случай $R = 0,5$ соответствует взаимной симметрии независимо от пространственной структуры сравниваемых поверхностей.
- Cm – яркостный контраст по Майкельсону между испытуемым и эталонными образцами.

Некоторые наши данные по обучению ЗВ приведены на рис. 3–7.

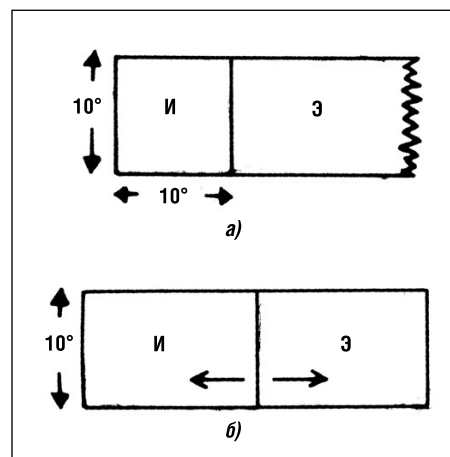


Рис. 2. Зона наблюдения. Варианты предъявления эталонного (Э) и испытуемого (И) образцов: «разомкнутый контур» (а) и «замкнутый контур» (б)

При этом на рис. 3 показаны эмпирические плотности распределения реакций на ЗУ трёх начинающих наблюдателей. Вариантом предъявления образцов был «разомкнутый контур». Испытуемый и эталонный образцы представляли собой две пространственно однородные серые карточки, различающиеся коэффициентами отражения. В зоне наблюдения $Cm = 37\%$. В первых сериях экспериментов наблюдатели, видимо, ощущали, что ЗУ соответствует указанная взаимная симметрия образцов (незаштрихованные кружки). При повторных испытаниях, в последующие дни, по мере обучения ЗВ наблюдателей в течение нескольких недель ширина более светлого (эталонного) образца, соответствующая ЗУ росла до окончания обучения, после чего пошли стабильные реакции на ЗУ (крестики).

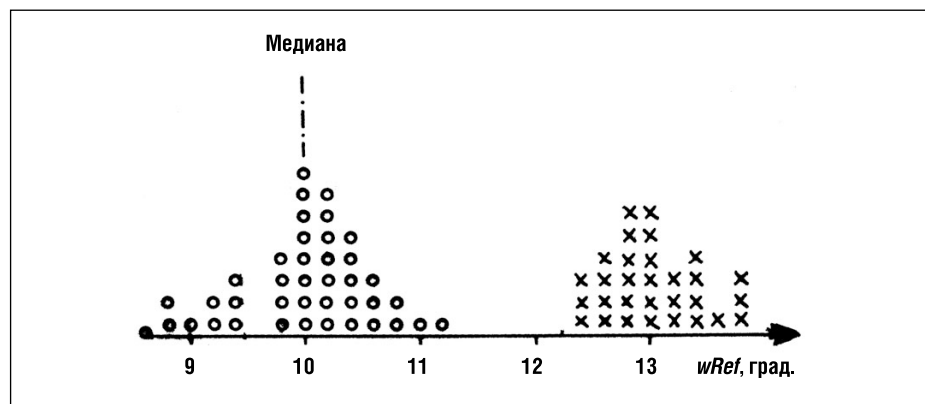


Рис. 3. Частотные распределения оценок зрительной уравновешенности (ЗУ) при некоторых экспериментальных условиях начинающими (незаштрихованные кружки) и хорошо обученными наблюдателями, достигавшими стабильного уровня реакций (крестики). Вариант предъявления образцов – «разомкнутый контур». Ось абсцисс: $wRef$ – ширина (угловая) эталонного образца при ЗУ

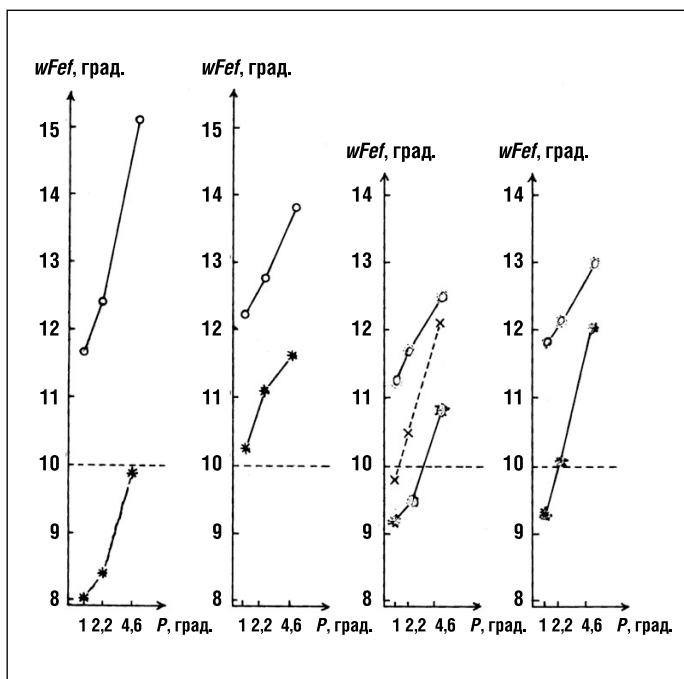


Рис. 4. Ось абсцисс: период «решётки» (P), видимой на трикотажном (со стежком Гартера) образце с равномерно распределенными красными и зелеными полосами (каждая связана из двух шерстяных нитей одного цвета), используемом как тест-объект. Ось ординат: ширина эталонного трикотажного (со стежком Гартера) образца (w_{Ref}) с псевдослучайным внешним видом, который связан вперемешку из красной и зеленой шерстяных нитей. Слева направо: данные, полученные от четырех наблюдателей. Звездочки – данные, полученные в начале периода обучения зрительному восприятию (февраль 2007 г.). Незаштрихованные кружки – данные, полученные в августе 2007 г., по достижении стабильности реакций. Вариант предъявления образцов – «разомкнутый контур»

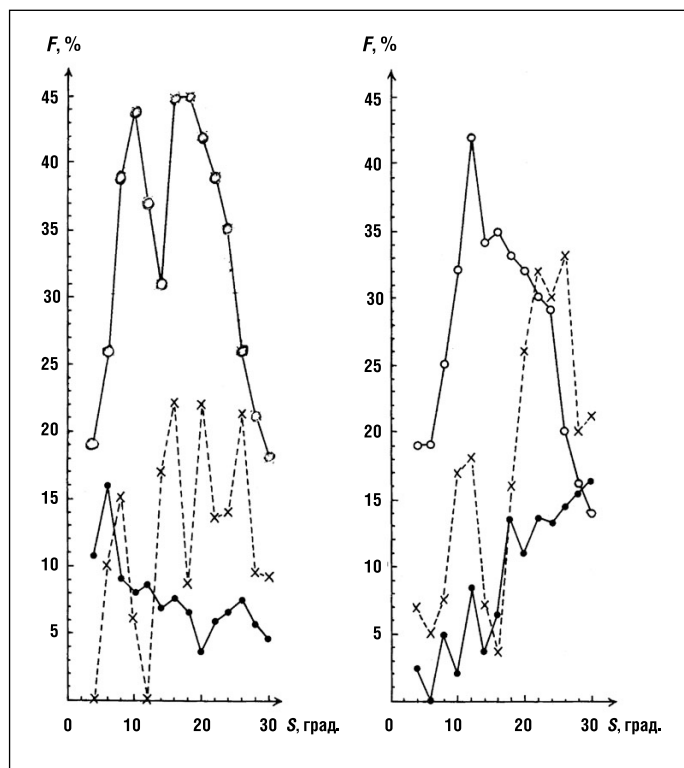


Рис. 5. Ось абсцисс: ширина зоны наблюдения (S). Вариант предъявления образцов – «замкнутый контур». Ось ординат: отклонение от взаимной симметрии образцов при зрительной уравнированности (F). Эталонный и испытуемый образцы представляют собой пространственно однородные серые карточки (средняя яркость испытуемого образца превышала среднюю яркость эталонного, составляющую 17 кд/м^2). Кривые в процессе обучения зрительному восприятию смещаются вверх. Верхняя кривая (стабильный уровень реакции, после примерно 6-ти месяцев обучения) напоминает сомбреро. Правая и левая половины рисунка – данные от двух наблюдателей соответственно

Заметим, что эти же самые наблюдатели были вовлечены и в другие (незадокументированные) эксперименты, так что данные по рис. 3 не годятся для количественных теоретических выводов об основополагающих психофизиологических механизмах. Они просто указывают общую тенденцию.

На рис. 4 слева направо показаны данные, полученные от четырех разных наблюдателей в варианте предъявления образцов «разомкнутый контур». Оба образца, испытуемый и эталонный, были выполнены из двухцветного шерстяного трикотажа (со стежком Гартера³). Эталонный образец ($10 \times 10^\circ$) имел «псевдослучайный» внешний вид, обусловленный совместным использованием красной и зелёной шерстяных

нитей. Испытуемый образец содержал решётчато-полосатый рисунок, в котором одна полоса связана из двух красных нитей, следующая – из двух зелёных нитей и т.д. Период «решётки» испытуемых образцов (P) лежал в пределах $1\text{--}4,6^\circ$. Значение w_{Ref} , соответствующее ЗУ, росло с ростом P , означая этим увеличение зрительного веса испытуемых образцов. Это – чистый эффект от рисунка ткани, обусловленный взаимодействием двойных сигналов от образца (ов), поскольку все образцы вязались из шерстяных нитей одной пары цветов – белого и зелёного. Обучение ЗВ наблюдателей ответственно за смещение кривых вверх, что согласуется с данными по рис. 3, означающими постепенное усиление зрительной реакции на ЗУ. Эта реакция стабилизировалась после 6-го месяца обучения ЗВ (с февраля по август 2007 г.).

Указанное смещение вверх в ходе обучения ЗВ видно из рис. 5, на котором приведены данные, полученные

от двух других наблюдателей при варианте предъявления образцов «замкнутый контур». В конечном счёте, кривая $F(S)$ имеет форму сомбреро, характерную для пространственного распределения чувствительности зрительных реакций второго порядка, таких как внимание [28].

Рис. 6 соответствует случаю, в котором, вновь в варианте «замкнутый контур», эталонный образец представлял собой пространственно однородную серую карточку со средней яркостью 17 кд/м^2 , причём $S = 18^\circ$. Испытуемый образец являлся квадратом с волнистой полосатой структурой с черными и белыми полосами, также со средней яркостью 17 кд/м^2 . В этом случае вес пространственной частоты полос ($f, \text{дм}^{-1}$) играет основную роль в определении ЗУ. В процессе обучения ЗВ указанный график сдвигается вверх, по-видимому, из-за усиления зрительной реакции на ЗУ, а также подвергается сложным изменениям по форме.

³ Garter stitch (см. картинки на <http://images.yandex.ru/yandsearch?text=Garter%20stitch&stype=image>). – Прим. ред.

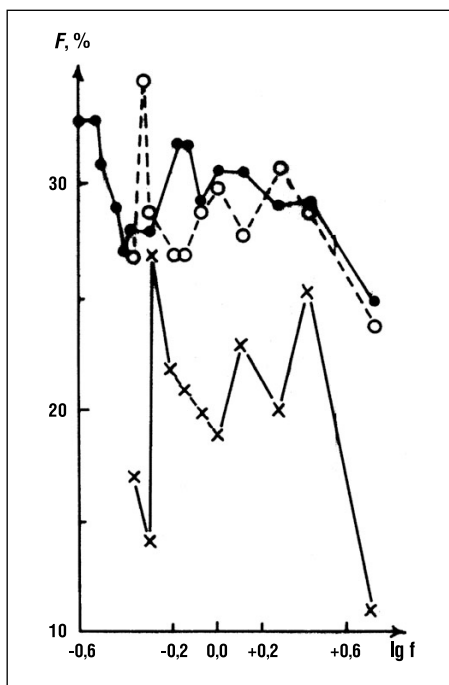


Рис. 6. В отличие от рис. 5, ширина зоны наблюдения (S) постоянна и равна 18° , испытуемый образец – квадратная решётка с волнообразными белыми и черными полосами («прутьями»), нарисованными на белой бумаге, со средней яркостью 17 кд/м^2 , а по оси абсцисс – десятичный логарифм пространственной частоты (f), выраженной в дм^{-1}

Интересно, что смещение кривой $R(S)$ вниз при обучении ЗВ происходило (рис. 7) тогда, когда образцы в зоне наблюдения были размещены бок о бок и вместо пространственно однородной поверхности оба они имели неровную текстурированную поверхность серого шерстяного трикотажа и различались отражательной способностью. Данное смещение вниз, вероятно, объяснимо снижением чувствительности, обнаруженным в разных экспериментах по взаимодействию взаимосвязанных параметров [27]. Это как если бы нетренированный наблюдатель работал с двумя бок о бок расположенными пространственно однородными образцами. Тот факт, что образцы имеют текстуру, проявляет себя после первых тренировок и приводит к иерархическому сдвигу места обработки информации в область центров большего уровня, с соответствующим снижением чувствительности. Изменение формы кривой с перевернутой U-образной в двугорбую может быть связано с сосуществованием разных чувствительных к размерам элементов, находящихся в одной

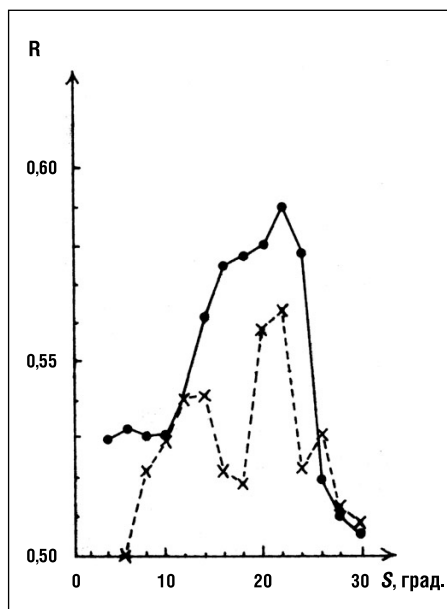


Рис. 7. Зависимости относительной ширины эталонного образца при зрительной уравниваемости (R) от общей ширины зоны наблюдения (S). В отличие от рис. 5, эталонный и испытуемый образцы выполнены из серого шерстяного трикотажа (со стежем Гартера) грубой текстуры. Контраст по Майкельсону в зоне наблюдения, равный 37% , сравним с предыдущими. После длительного обучения зрительному восприятию кривая сдвигается вниз (зашифрованные кружки и крестики)

точке, что наблюдается и в экспериментах, демонстрирующих распределение типа «сомбреро» и относящихся к процессам, связанным с вниманием (в этом случае вышеуказанные сложности приписываются «вспомогательным элементам») [28].

Снижение чувствительности к ЗУ демонстрируют и данные, приведенные на рис. 8, полученные приблизительно при тех же условиях, что и данные по рис. 7.

В завершение этого раздела, вернёмся к данным по рис. 4, обращая внимание на цветовые различия использованных образцов. И отметим, что в основном нашем эксперименте наблюдатели обучались только определению ЗУ, без всякого учёта цветовых особенностей. Теперь же, при переходе от «псевдослучайного» образца к решётчатому со всё большим периодом «решётки» (P), виден, как и ожидалось, постепенный переход от ассимиляции к одновременному контрасту [29]. Хотелось бы подчеркнуть, что изменение ассимиляции в ходе обучения ЗВ показывает, что это не просто явление первого порядка (из-за наличия своего рода пространственного

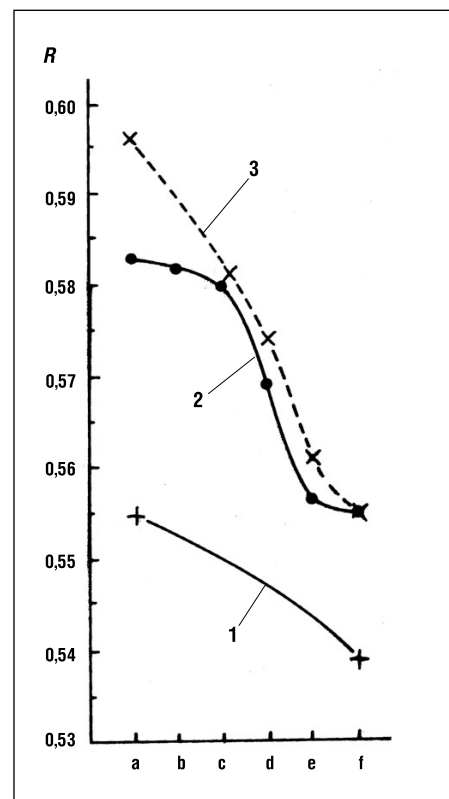


Рис. 8. Зона наблюдения подобна той же, что и в случае рис. 5. Видно снижение чувствительности к зрительной уравниваемости (выраженной относительной шириной эталонного образца при зрительной уравниваемости (R)) при повторных сеансах наблюдения при различных контрастах по Майкельсону (C_m) в зоне наблюдения: $C_m = 16$ (1), 60 (2) и 50% (3)

суммирования), а содержащее и эффекты большего порядка [30].

3. Итоговые замечания и удивительные данные

В предыдущих разделах был рассмотрен факт, широко обсуждавшийся в литературе в последнее время: что обучение ЗВ может серьезно влиять на выполнение зрительных задач второго порядка. Реальный мир сложен и ЗВ второго порядка неразрывно связано с такими задачами второго порядка как определение ЗУ. Объективные оценки ЗУ (включая автоматизированные) сталкиваются с соответствующими переходными изменениями чувствительности, выходящими далеко за пределы обычной индивидуальной изменчивости, и (или) сталкиваются с несообразностями экспериментальных представлений зрительных раздражителей.

Нам кажется, следует принять два подхода: первый – для среднего граж-

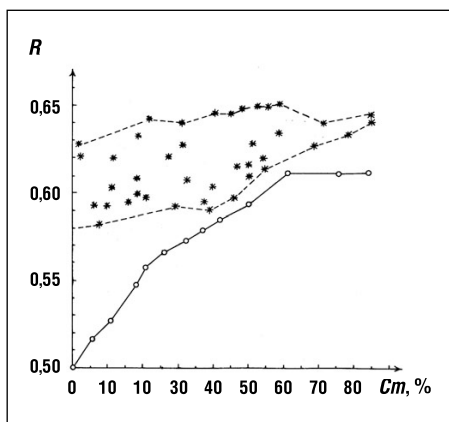


Рис. 9. Зависимости относительной ширины эталонного образца при зрительной уравновешенности (R) от яркостного контраста по Майкельсону (C_m), построенные по данным, полученным от трёх наблюдателей, хорошо обученных определению зрительной уравновешенности (ЗУ). Незаштрихованные кружки – усредненные данные: ЗУ здесь касалась двух однородных серых образцов с разными спектральными коэффициентами отражения. Звездочки соответствуют определениям ЗУ в экспериментальных условиях, в которых существует контраст между эталонным образцом (однородная серая карточка) и набором разных разных пространственно текстурированных, многоцветных и структурированных испытуемых образцов. Вариант предъявления образцов – «разомкнутый контур». В противоположность случаю сравнения серых образцов (незаштрихованные кружки), совокупность звездочек лишь слабо зависит от C_m . Это подтверждает тот факт, что взаимосвязь различных параметров способствует стабильности результатов

данина и второй – для экспертов, порой являющихся психофизически подготовленными наблюдателями [9]. Их представляют, в частности:

- два полевых фактора, первый – для относительно простых (параллельных) задач первого порядка, а второй – для сложных (последовательных) задач второго порядка, или
- две инструментальные шкалы: одна для приборных отсчетов начальных реакций, а другая – для регистрации конечных стабильных реакций;
- соответствующие «алгоритмы тренировок» – для адаптивной обработки сигналов, которые начали исследоваться в 80-х [31].

Очевидно, как это бывает при автоматизации, необходимо тщательно согласовывать между собой объективные и субъективные оценки ЗУ. Из недавних публикаций известно, что некоторые причины их несоответствия непременно содержат как

текстурные эффекты, так и (или) систематические погрешности, обусловленные используемыми методами «подытоживания» выходных взаимосвязанных данных.

Бернс и др. [32], столкнувшись с похожей проблемой, касавшейся цветовых различий и определения допуска, предложил математически проанализировать набор метрических данных, представляющих точную оценку различий визуальных цветовых различий среди населения, вместе с набором экспериментальных характеристик. Заметим, что наборы данных, соответствующие различным аспектам зрительной функциональности, могут приводить к различным выводам.

С учётом предложения Бернса и др., мы несколько последних лет собираем разные данные, поступающие от наших хорошо подготовленных наблюдателей в контексте решаемых задач. Например, на рис. 9 показана зависимость R , от яркостного контраста зоны наблюдения. Реакции трёх наблюдателей, полученные при описанных ниже условиях, соединены (использовался вариант предъявления образцов «разомкнутый контур»); незаштрихованные кружки обозначают усредненные данные от наблюдателей по ЗУ пространственно однородной серой карточкой (средняя яркость 17 кд/м^2) с другой однородной серой карточкой большей яркости. Звездочки обозначают условия ЗУ между серой однородной карточкой со средней яркостью 17 кд/м^2 и: различными рисунками, неразборчивыми и разборчивыми, нарисованными тушью на белой бумаге, шерстяными трикотажными образцами с разными стежками и комбинациями цветов, цветными фотографиями старинных ковров и т. д. (Ради ясности, из-за наложения звездочек друг на друга их число внутри пунктирной рамки ограничено.)

Удивительно, что в то время, как график, соответствующий равноярким серым пространственно однородным эталонному и испытуемому образцам (незаштрихованные кружки), проходит, как и ожидалось, через ординату 0,5 (взаимная симметрия плюс нулевой яркостной контраст) совокупность звездочек пересекает ось ординат намного выше точки 0,5. Этот (абсолютно новый) факт является относительную оценку зрительно-

го веса текстуры, взаимосвязанную с контрастами различных параметров за вычетом яркостного контраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ronchi L.R. Advanced visual research and lighting science. *Light & Engineering*, 15, 2007, pp.10–20.
2. Meinhardt G., Persike M., Mesenholl B., Hagemann C. Cue combination in a combine feature detection and figure identification task. *Vision Res.* 46, 2006, p. 3977–3993.
3. Doshier B.A., Lu Z.-L. Level and mechanisms of perceptual learning: learning first order luminance and second order texture objects. *Vision Res.* 46, 2006, p.1996–2007.
4. Landy M.S., Oruc L. Properties of second order channels. *Vision Res.* 42, 2002, p.2311–2329.
5. Wong E.H., Levi D.M. Second order spatial summation in amblyopia. *Vision Res.* 45, 2005, p.2790–2809.
6. Graham N., Sutter A. Spatial summation in simple (Fourier) and complex (non-Fourier) texture channels. *Vision Res.* 38, 1998, p.231–258.
7. Itti L., Koch C. A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Res.* 40, 2000, p.1489–1506.
8. Peters R.I., Jyer A., Itti L., Koch C. Components of bottom-up gaze allocation in natural images. *Vision Res.* 45, 2005, p.2397–2416.
9. Ellison A., Walsh V. Perceptual learning in visual search: some evidence of specificities. *Vision Res.* 38, 1998, p.333–345.
10. Furmanskii C.S., Engel S.A. Perceptual learning in objects recognition: object specificities and size invariance. *Vision Res.* 40, 2000, p.473–484.
11. Ronchi L.R. Balancing visual weights. *Ophthalm. J.Physiol. Opt. (OPO)*, 22, 2002, p.416–419.
12. Ronchi L.R., Villani S., Abbozzo M. Cognitive aspects of color vision in natural scenes. In: Proc. AIC 2003 «Color Communication and Management», 4–6-Aug. 2003, Bangkok, Thailand, p.115–119.
13. Ronchi L.R. Visual balance, one of the ingredients of space perception. *Light & Engineering*, 11, 2003, p.22–29.
14. Ronchi L.R. Is the prediction of the visual balance, at the site of design, useful in practice. *Light & Engineering*, 14, 2006, p. 70–79.
15. Ronchi L.R. An experiment on some inter-related visual appearances. In: Proc. CIE Expert Symp. on Visual Appearance, Paris, France, 19–20 Oct. 2006.
16. Ronchi L.R. Textured textiles and advanced visual research. In: Proc. AIC 2007, «Color In Science and Industry», Color Ass. of China, Hangzhou, 12–14 July 2007, p.,131–134.
17. Morriss R.H., Dunlap W.P. Influence of chroma and hue on spatial balance of color pairs. *Color Res. & Appl.* 13, 1988, p. 385–388.
18. Turatto M., Galfano G. Color, form and luminance capture attention in visual search. *Vision Res.* 40, 2000, p. 1639–1643.

19. *Narisada K.* Perception in complex fields under road lighting conditions. *Lighting Res. & Technol.* 27, 1995, p.123–131.

20. *Mangine H., Jakes K., Noel C.* A preliminary comparison of CIE color difference to textile color acceptability using average observer. *Color Res. & Appl.* 30, 2005, p.288–294.

21. *Osorio D., Bossomeyer T.R.I.* Human cone pigment spectral sensitivities and the reflectance of natural surfaces. *Biol. Cybern.* 67, 1992, p. 217–222.

22. *Land M.S., Graham N.* Visual perception of texture. In: *The Visual Neurosciences*, L.M. Chalupa, J.S. Werner (Eds), A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, MA, 2003, p.1106–1118.

23. *Ekroll V., Faul F., Niederèe R.* The peculiar nature of simultaneous color contrast in uniform surrounds. *Vision Res.* 44, 2004, p. 1765–1786.

24. *Ling S., Carrasco M.* Sustained and transient covert attention enhance the signal via different contrast response functions. *Vision Res.* 46, 2006, p.1210–1220.

25. *Peli E.* Contrast in complex images. *J. Opt. Soc. Am. A* 7, 1990, p. 2032–2040.

26. *Peli E.* In search of a contrast metric: matching the perceived contrast of Gabor patches at different phases and bandwidths. *Vision Res.* 37, 1997, p. 3217–3224.

27. *Koenderink J.J., van Doorn A.J.* Shape from shading. In: *The Visual Neurosciences*, L.M. Chalupa, J.S. Werner (Eds), A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, MA, 2003, p.1090–1105.

28. *Mueller N.G., Mollenhauser M., Roesler A., Kleinschmidt A.* The attentional field has a Mexican Hat distribution. *Vision Res.* 45, 2005, p.1129–1137.

29. *Bauml K.-H., Wandell B.A.* Color appearance of mixture gratings. *Vision Res.* 36, 1996, p. 2849–2864.

30. *Shevell S.K., Cao D.* Chromatic assimilation by temporal nulling. *Vision Res.* 46, 2006, p.106–116.

31. *Windrow B., Stearns S.D.* Adaptive Signal Processing. Engelwood Cliffs, N.J., Prentice-Hall (1985).

32. *Berns R.S., Alman D.H., Reniff L., Snyder G.D., Balonon-Rosen M.R.* Visual determination of suprathreshold color-difference tolerance using Probit Analysis. *Color Res. & Appl.* 16, 1991, p.297–316.



Лючия Р. Ронки (Luchia R. Ronchi), доктор философии по физике, профессор. Президент Фонда «Giorgio Ronchi». В 1983–1991 гг. – директор отделения б

(фотобиология и фотохимия) МКО, а в 1994–1997 гг. – президент Международной колориметрической ассоциации



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ВСЕРОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ В АСПИРАНТУРУ И ДОКТОРАНТУРУ

Послевузовское профессиональное образование во ФГУП ВЭИ решает задачу подготовки кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) через очную и заочную аспирантуру, докторантуру и в форме соискательства.

ПОДГОТОВКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО СЛЕДУЮЩИМ НАУЧНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- 01.04.08 – Физика плазмы
- 01.04.09 – Физика низких температур

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты
- 05.09.12 – Силовая электроника
- 05.14.02 – Электростанции и электроэнергетические системы
- 05.14.12 – Техника высоких напряжений
- 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах
- 05.27.02 – Вакуумная и плазменная электроника

Продолжительность обучения:

Докторанта – 3 года (только очная форма)

Очного аспиранта – 3 года

Заочного аспиранта – 4 года

Соискателя – до 5 лет.

АСПИРАНТУРА

Прием документов в аспирантуру на бюджетные места (на конкурсной основе) осуществляется ежегодно с 01 марта по 30 апреля и с 01 по 30 сентября..

Вступительные экзамены проводятся с 15 мая по 15 июня и с 15 октября по 15 ноября.

Прием документов, сдача вступительных экзаменов и зачисление в аспирантуру на контрактной основе с оплатой стоимости обучения физическими или юридическими лицами производится в те же сроки, что и для бюджетного обучения.

Все поступающие в аспирантуру проходят собеседование с предполагаемым научным руководителем, согласовывается предполагаемая тема диссертации.

Лица, сдавшие полностью или частично кандидатские экзамены, при поступлении в аспирантуру освобождаются от соответствующих вступительных экзаменов.

Список документов, представляемых при поступлении в аспирантуру:

- Заявление на имя Генерального директора ФГУП ВЭИ
 - Копия или ксерокопия диплома об окончании ВУЗа (заверяется в аспирантуре)
 - Копия или ксерокопия выписки из зачетной ведомости (Приложения к диплому)
 - Список научных трудов или реферат
 - Заключение предполагаемого научного руководителя с отзывом на автореферат
 - Личный листок по учету кадров и 2 фотографии 3 х 4 см
 - Автобиография
 - Для лиц, сдавших кандидатские экзамены, – удостоверение по форме 2.2
 - Копия трудовой книжки
 - Гарантийное письмо
- Поступающие могут приложить дополнительные документы, свидетельствующие об их

потенциале (копии документов о наградах на конкурсах, олимпиадах и т. д.).

Паспорт и диплом предъявляются лично. Поступающие в аспирантуру сдают вступительные экзамены по специальности, философии и иностранному языку в объеме программы для высших учебных заведений. Экзамен по специальности сдается первым.

Лица, сдавшие полностью или частично кандидатские экзамены, при поступлении в аспирантуру освобождаются от соответствующих вступительных экзаменов.

Успешно сданные вступительные экзамены в аспирантуру действительны в течение календарного года.

Институт не имеет возможности предоставлять иногородним общежитие.

ДОКТОРАНТУРА

Прием заявлений на бюджетные места осуществляется ежегодно – с 01 сентября по 31 октября; зачисление по конкурсу – с 01 декабря.

Список документов, представляемых при поступлении в докторантуру:

- Заявление на имя Генерального директора ФГУП ВЭИ
- Направление организации
- Нотариально заверенная копия диплома о присуждении ученой степени кандидата наук
- Личный листок по учету кадров с автобиографией (заверяется по месту работы) и 2 фотографии 3 х 4 см
- Список опубликованных научных работ по установленной форме
- Развернутый план докторской диссертации

В докторантуру принимаются лица, имеющие степень кандидата наук.

Подготовка докторантов осуществляется по очной форме.

- Копия трудовой книжки, заверенная по месту работы
- Заключение НТС подразделения ФГУП ВЭИ, где планируется прохождение докторантуры
- Решение Ученого совета ФГУП ВЭИ
- Паспорт и диплом кандидата наук предъявляются лично.

Телефон: 361–9207; **E-mail:** nli@vei.ru
Адрес: Москва, Красноказарменная ул., д. 12
Заведующая аспирантурой:
Неня Ирина Ивановна