



ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ

На правах рукописи

ДЖАФАРОВ

ЭХТИБАР НУРАДДИНОВИЧ

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ СТРУКТУРА
ЗРИТЕЛЬНОГО ОБРАЗА

Специальность № 19.00.01 - общая психология

Автореферат диссертация
на соискание ученой степени
кандидата психологических наук

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА · 1979

Введение

Проблема элементарной структуры зрительного образа – это проблема выявления его отдельных элементарных составляющих, их взаимной координации и внутренней организации. Составляющие зрительного перцепта – это его свойства, признаки или качества, позволяющие специфицировать данный перцепт, выделить его среди других. Но для такой спецификации недостаточно просто перечислить признаки, необходимо показать еще в каких связях и отношениях друг к другу они находятся (как они скоординированы) и каковы их значения. Значение признака – это его количественная модификация, ее часто можно назвать "степенью выраженности" признака. Форма или "шкала" количественной вариации признака и есть его внутренняя организация. Система, координация и внутренняя организация признаков необходимо предполагают друг друга и их разделение условно. Но и сама проблема "единицы – координация – организация" может быть лишь условно отделена от целого комплекса других проблем, выводящих постановку вопроса об элементарной структуре перцепта за предела описания самих явлений восприятия: говоря об этих проблемах, мы фактически продолжаем формулировать все тот же вопрос об элементарной структуре перцепта. Первая из этих проблем связана с тем, что восприятие всегда включено в то или иное действие по отношению к источникам стимуляции. В этой работе мы ограничиваемся рассмотрением действий "лабораторного" типа, в которых проинструктированный наблюдатель производит оценки источников стимуляции ("оценочное действие"). Проблема состоит в том, как соотносятся структура перцептивного образа с организацией оценочного действия (зависит ли

первая от второй, предполагают ли разные действия разные системы перцептивных единиц и т.д.). Вторая проблема, составляющая необходимый аспект анализа перцептивных структур – это проблема отношения структуры перцепта к структуре стимуляции. В частности, какие стимульные параметры, признаки или характеристики соответствуют разным перцептивным единицам (т.е. качественно различен для восприятия, являются перцептивно-сепаратными), а какие соответствуют разным значениям (количественным модификациям) одного и того же признака? Постановку вопроса о соотношении структур стимуляции и перцепта традиционно квалифицируют как психофизическую. Именно она является базисной для настоящей работы, в которой обосновывается возможность описания зрительного перцепта исключительно "на языке" стимульных структур (разумеется, сам перцепт при этом понимается в узком смысле, не включающем семантические компоненты сложного комплекса, называемого в работе зрительным Образом).

Актуальность проблемы следует из того, что то или иное ее решение во многом определяет характер понимания природы и функционирования восприятия. Кроме того, проблема имеет важные приложения, прежде всего для конструирования систем "компьютерного видения".

Интерес к рассматриваемой проблеме возрос в последние годы в связи с (1) открытием и развитием методов исследования специфически-настроенных нейронов; (2) развитием психофизических методов выявления перцептивно-сепаратных стимульных признаков (обыкновенно говорят о "каналах" или "механизмах", настроенных на эти признаки). В то же время отсутствует

унифицированный понятийный аппарат для анализа структуры перцепта. Исключение составляет прямое описание последней в терминах нейронной активности. Однако даже физиологически-ориентированные авторы отмечают необходимость "не-нейронных" концептуальных схем, в сопоставлении с которыми можно было бы выяснить (а не постулировать изначально) характер участия конкретных нейронных образований в зрении. Цель настоящей работы состоит в том, чтобы предложить один из вариантов построения такой унифицированной "не-нейронной" схемы. Мы стремились к тому, чтобы этот вариант упорядочивал и обобщал существующие интерпретации известных нам опытных фактов, и в то же время позволял предсказывать результаты, достаточно неожиданные с точки зрения других подходов.

В работе получены новые экспериментальные результаты:

(А) продемонстрирована возможность селективной адаптации, тестируемой не по контрастным порогам, но идентичной по логике процедуры традиционной "контрастно-тестируемой" адаптации;

(В) получены данные об изменении порогов смазывания ("полосового" движения по В.Смит, 1969) и полного слияния движения точки после адаптации к движению с различными скоростями в среднем диапазоне и в том же или противоположном направлении; исследованы частотные и хронометрические показатели различения противоположных направлений после адаптации;

(С) получены данные об изменении амплитудных порогов криволинейности синусоидальной линии после адаптации к высокоамплитудным синус-линиям различной пространственной частоты;

(Д) получены данные о характере стивенсовской шкалы

видимой частоты порогово-контрастных синусоидальных одномерных решеток;

(Е) сконструирован новый вариант иллюзии "полос Маха не для яркости".

При проведении экспериментов были применены некоторые методические новшества: апробирован новый вариант метода фракционирования и особая схема планирования-обработки экспериментов, включающих сравнение постадаптационных и контрольных условий.

Интерпретация результатов и анализ литературы базируются на разработанном в исследовании особом варианте стимульно-ориентированных подходов к восприятию (Дж.Гибсон, У.Р.Гарнер, Г.Йоханссон). Этот вариант (названный нами "оценочным подходом") обосновывается путем анализа понятия "стимульной структуры" и принципиальной схемы оценивания (в частности, оценивания наблюдателем стимуляции). Основные положения оценочного подхода изложены ниже.

Работа может иметь практическую ценность для проблем конструирования "видящих" компьютеров и при разработке систем индикации, предназначенных для длительного наблюдения. Обзоры по отдельным проблемам могут быть использованы в учебных курсах по восприятию и психофизике. Экспериментальные и обзорные части работы использованы в отчетах по двум хоздоговорным работам.

Работа состоит из пяти глав, введения и заключения (183 с.), списка литературы (279 названий) и приложений (8 таблиц и 24 рисунка).

I. Оценочный подход

Оценочный подход направлен на анализ строения конкретного оценочного действия, начинающегося предъявлением/наблюдением и завершающегося ответом-суждением. Основная проблематика оценочного подхода может быть выражена двумя вопросами: "На основе какой стимульной структуры выносится данное суждение?" (что оценивается? – вопрос общий для всех стимульно-ориентированных подходов, к которым относится и оценочный) и "По каким правилам строится ответ?" (проблема внешней репрезентация перцептивной оценки). Первый вопрос полностью исчерпывает, в рамках подхода, вопрос о перцепте, точнее о той его части, которая определяет вынесение данного суждения, второй относится к внеперцептивным системам означивания и поиска выразительных средств. Перцепт, таким образом, трактуется как определенным образом структурированная стимуляция, как результат выбора одной из объективно присущих стимульному "потoku-полю" структур. Такой выбор мы называем оцениванием - поэтому перцепт есть оцененная стимуляция. Поясним сказанное подробнее.

1.1. Стимульная структура.

В физической картине мира стимуляция представляет собой двумерное распределение лучистой энергии, модулируемое во времени. Стимуляция есть категория взаимодействия, контакта источников стимуляции и наблюдателя; поэтому она характеризует не предъявление, а предъявление/ наблюдение (следует читать как один термин). Стимуляция есть нерасчлененное "поле-поток" энергии и, чтобы что-либо о ней говорить (объективно, речь пока не идет о восприятии!), ее необходимо структурировать. Структура стимуляции включает

некоторое ее функциональное представление (напр., в виде функции $\vec{x} \rightarrow B$, где \vec{x} – координата, B – яркость, в виде функция $B \rightarrow \{\vec{x}\}$, где $\{\vec{x}\}$ – область, занятая яркостью B , в виде функции $\vec{\omega} \rightarrow B_{\vec{\omega}}(\vec{x})$, где $B_{\vec{\omega}}(\vec{x})$ – элемент функционального разложения $B(\vec{x})$ и т.п.) в систему предикатов (свойств и отношений) различных порядков, заданных на этом представлении. В большинстве случаев система предикатов может быть представлена как иерархическая система функционалов (= признаков, качеств), связанная сетью отношений. В структуриацию входит выделение связных пространственно-временных областей, называемых стимулами, выделение линий, краев, ориентаций, скоростей, пространственных Фурье-гармоник, в структуриацию входит пространственное расположение (компланарное, трехмерное), выделение геометрических фигур и т.д. и т.п. Частной формой структуриации стимуляции является ее описание в форме источников стимуляции.

Различные структуриации взаимосвязаны, но не сводимы друг к другу. Так, по распределению яркости не всегда можно выяснить, представима ли стимуляция как движущееся изображение и даже если это возможно, приложение к нему векторов движения может не быть однозначным (Йоханссон, Уоллах). К этому следует добавить неоднозначность восстановления трехмерной структуриации по компланарно-геометрической, неоднозначность топологического замыкания (отнесения контура к одной из граничащих областей), неоднозначность геометрических многоточечных группировок и т.д.

1.2. Оценивание.

Все приведенные примеры структуриаций равно объективны. Ни одна из многообразных форм структуриации

не является более "правильной", чем другая, если только структура непротиворечива и существует эмпирическая процедура, позволяющая классифицировать стимульные "поля-потоки" в соответствии с этой структурой. Такую процедуру мы называем оценением. Оценивание – это обобщение понятия "измерение".

Всякую оценочную процедуру (выполняется ли она прибором или человеком) можно рассматривать как классификацию или наименование оцениваемого на языке заложенной в основу оценки структуры. Последняя определяет то, что можно назвать приборной позицией наблюдателя. Так, стимуляцией для вольтметра и для амперметра является один и тот же электрический ток, но они занимают разные приборные позиции – по разному структурируют свою стимуляцию. Величина тока в падение напряжения – суть две оценочные структуры, по которым ("на языке" которых) производится классификация электрических токов. На этом примере видно, что всякая оценочная процедура (в том числе производимая человеком, "вставшим" в определенную приборную позицию) предполагает некоторый вопрос относительно оцениваемого (в случае приборов заложенный в самую их конструкцию), организацию предъявления/наблюдения и вынесение суждения, внешнюю репрезентацию оценки. Оцененное (= упорядоченное, структурированное) есть в такой же мере результат оценивания, в какой и его объект: амперметр структурирует токи по величине, но величина тока есть его объективное свойство. Поэтому оценивание можно определить как выбор одной из бесчисленных объективно-присущих оцениваемому структур.

Возвращаясь к стимуляции: всякая наложенная на стимуляцию непротиворечивая структура содержится в самой стимуляции,

выбрана из нее (иначе она не могла бы быть наложена). Но следует иметь в виду, что сам факт выбора одной определенной структуризации (и игнорирования всех других) является субъективным – его основания не лежат в самой стимуляции.

1.3. Общая теория измерений.

Определение оценивания как эмпирической процедуры, в результате которой оцениваемое получает место в некоторой структуре, резко противопоставляет понятие оценки и понятие измерения в "стивенсовской традиции". Оценивание также может иметь форму "приписывания чисел в соответствии с некоторыми правилами", но только если под правилами понимаются правила самой эмпирической процедуры. В этом случае оценочной структурой ("на языке" которой производится классификация) является та или иная числовая система. Если оценка состоит в приписывании числа, как в случае пересчета или чтения показания шкалы, то свойства числовой системы (упорядоченность, нулевая точка и т.д.) заданы в самой процедуре оценки и нет никаких оснований говорить, что формальный тип шкалы зависит от шкалируемой "эмпирической системы с отношениями". Определение формального типа шкалы, ее "допустимого преобразования" – проблема, возникающая не при оценке (измерении), а при согласовании оценочных структур, лежащих в основе разных независимых оценок (измерений). Согласование – это теоретическое конструирование, переструктуризация согласуемых структур, приводящая последние к общему виду. Теорией формальных правил таких согласований и является общая теория измерения "стивенсовского" типа. Рассмотрим простой пример. Общая теория номинальных шкал, говоря коротко, состоит в том, что: (1) одина-

ковые (в отношении классификационного свойства) объекты должны получать одинаковые, а разные – разные имена; (2) мощность множества имен должна быть не меньше мощности множества классов одинаковых объектов. Нетрудно понять, что эти правила лишены всякого содержания по отношению к самой, отдельно взятой, классификационной процедуре, т.е. в пределах отдельной классификации не существует способа проверки ни одного из этих правил: ведь одинаковость (различность) объектов определяется самим фактом приписывания им одинаковых (равных) имен, а мощность множества классов неразличимости – мощностью наименовательного словаря. Пусть, однако, мы имеем две классификации, А и В, одного и того же множества объектов и нам нужно проверить, согласуются ли эти две классификации, есть ли, скажем, В результат укрупнения А. Теперь уже приведенные выше правила номинальных шкал оказываются определяющими смысл и контролирующими правильность процедур разбиения и вторичного наименования.

1.4. Восприятие.

Из сказанного следует, что перцепт можно рассматривать как оценку стимуляции человеком, "вставшим" в определенную приборную позицию. Поскольку оценивание есть структуризация, т.е. указание места в структуре, то еще более короткая дефиниция выглядит так: перцепт есть структурированная стимуляция. Перцепт субъективен, поскольку предполагает акт выбора субъектом одной определенной структуризации (выбора не в смысле перебора альтернатив, а "в силу приборной позиции"). Но сама выбираемая структура объективна и целиком описывается в "стимульных терминах". С физической точки зрения стимуляция

остается самотождественной при смене одного ее представления на другое – перцепт же содержит свое описание (= описание стимуляции) как форму своего существования. Смена структуризации (напр., одной группировки точек на другую) переживается как смена перцепта. "Приборная позиция" (мы не знаем, можно ли описать ее целиком в организмических терминах) определяется оценочным действием, которое осуществляет наблюдатель, т.е. вопросом, на который отвечает наблюдение и организацией предъявления/наблюдения, а также, возможно, ближайшей "стимульной предысторией". Понимание перцепта как структурированной стимуляции (= оцененной стимуляции), включенной в систему конкретного оценочного действия, представляет собой основу предлагаемого подхода к восприятию.

II. Включенность перцепта в действие оценивания

Одной из особенностей оценочного подхода является признание возможности того, что при одних и тех же условиях предъявления/наблюдения выполнение разных оценочных действий может основываться на разных, в том числе несовместимых, стимульных структурах. Опишем эксперимент, демонстрирующий это положение.

Эксперимент I. Для некоторых простых действий (типа обнаружения яркостных неомогенностей) стимульные структуры, на которых основано вынесение суждения, могут быть представлены как результат линейного-инвариантного преобразования представляющей функции $B(x)$ с простым амплитудным детектором в качестве правила выбора ответа. Известно, что возможность такой структуризации ограничена определенным классом

функций $B(x)$. Значительно меньше данных связано с анализом валидности линейно-инвариантно-трансформационного представления стимуляции (в понятие трансформации вкладывается только логический, а не процессуальный смысл) по отношению к оценкам, отличным от указанного выше типа.

Мы провели эксперимент для построения зависимости видимой частоты пространственных одномерных синус-решеток на пороговом уровне контраста от их номинальной частоты. Любой нелинейный эффект в такой ситуации был бы очень демонстративен, т.к. (а) все известные "стивенсовские" шкалы одномерных пространственных отношений линейны; (в) многие психофизические тесты типа обнаружения пространственных негомогенностей допускают линейно-инвариантно-трансформационное представление околороговых распределений яркости (при достаточной высокочастотности их пространственного спектра).

Коротко опишем процедуру эксперимента, т.к. она представляет самостоятельный интерес. Исп. доводил контраст до "едва-видения" и говорил, находится ли увиденная частота в заданном отношении к эталону. После каждого отрицательного ответа эксп. маленькими шагами изменял частоту, пока исп. не указывал, что искомое отношение впервые "проскочено". Достигнутое значение частоты принималось за новый эталон (исп. еще 1-2 раза доводит его до "едва-видения") и задавалось очередное отношение (2, 3, 1/2 или 1/3). Процедура начиналась с фиксированной высокой частоты, ясно видимой на пороговом уровне контраста, отношения чередовались по одной из 11 последовательностей (типа 1/2, 1/2, 1/3, 2, 3, 2), после каждой последовательности восстанавливалась исходная частота.

Предложенный метод представляет собой новый вариант метода фракционирования. Его преимущества состоят в том, что: (а) он не требует двух регрессионных анализов (У.Торгерсон, 1958) и психофизическая зависимость получается путем аппроксимации протокольных данных (припишем эталонной частоте ранг 1 и сопоставим ей центральную меру установленных частот ранга 1, половине эталонной частоты сопоставим центральную меру установок ранга 1/2 и т.д.); (b) если угадана закономерность, связывающая стимулы, оцениваемые в отношении 2 и 3 друг к другу, психофизическая зависимость восстанавливается однозначно; (с) можно применить довольно мощный тест на валидность данных – все установки, соответствующие данному рангу, независимо от пути, к нему приведшему (напр., 1/2 и 1/2, 1/3, 3) должны образовывать однородную группу. Сам исходный эталон в группу ранга 1 не включается.

Результаты для одного исп. показаны на рис. 1 (показано \pm ст.откл.). Прямолинейный регрессионный анализ по двум участкам: средне-низкие частоты и высокие частоты. Дисперсионный анализ показывает однородность частот по рангам.

Обсуждение. Представляется, что параметр "видимая частота" имеет максимальное значение, достигаемое, когда физическая частота принимает некоторое значение, несколько меньшее, чем использованное в качестве эталонного ("частота насыщения"). За пределами частот насыщения видимая частота остается в своем максимальном значении, а видимая решетка постепенно теряет качество, характеризуемое обычно как "ясность". По достижении верхнего частотного порога, когда пороговая модуляция = 1, решетка уже более не видна и частота ее не опре-

делена. Эта картина может оказаться упрощенной; возможно, что речь должна идти не о стабилизации, а лишь об очень медленном возрастании. Важно лишь то, что существует некоторая высокая частота (≈ 14 цикл/град. для исп. 1), не совпадающая с верхним частотным порогом, при превышении которой зависимость видимой частоты от физической резко меняется. В диапазоне от нуля до частоты насыщения видимая и физическая частоты статистически совпадают.

Вывод. Факты по обнаружению пространственных синус-решеток показывают, что средне- и высокочастотные модуляции в лучшей степени показывают свойства линейности и инвариантности, чем низкочастотные. Теперь мы видим, что это специфическая особенность определенного круга оценочных действий; в области оценки пространственной частоты зона линейной связи оказывается смещенной влево по оси частот.

III. Перцептивно-сепаратные стимульные подструктуры

Структура стимуляции может быть задана некоторым функциональным представлением и системой определенных на нем функционалов (= признаков). В современной литературе имеет место тенденция рассматривать только функционалы, определенные на представлении типа $B(x)$. Предполагается при этом, что (а) значение любого функционала монотонно связано с контрастностью m в выражении $B(x) = B_0[1 + mC(x)]$; (в) при заданном m (обыкновенно полагают – независимо от B_0) существует оптимальный для данного функционала $C(x)$, форма на которую он ("канал", "фильтр", "рецептивное поле") "настроен". Предполагается, что обнаружение основано на некоторой

шкале, монотонно связанной с величинами функционалов-признаков (Р.Ф.Куик, 1974). $C(x)$ определяет форму стимуляции, m и V_0 – модифицируют "степень ее выраженности". Поэтому измерение контрастных порогов является наиболее чистым вариантом исследования некоторой фиксированной группы функционалов; неконтрастные пороги связаны с переходом от одних признаков к другим и потому более сложны. Один из самых мощных методов выявления сепаратных "каналов" – метод селективной адаптации. Логика этого метода состоит в следующем: (а) пусть видимость тестового стимула (контрастный порог) определяется величиной, монотонно связанной с величинами "реакций" некоторой группы "каналов" (= значениями функционалов-признаков); (b) пусть часть этих "каналов" находится в "активном состоянии" во время длительного наблюдения адаптирующего стимула (= часть функционалов-признаков имеет высокие значения); (с) тогда и только тогда, по аналогии с периферической адаптацией, можно ожидать, что в этих "каналах" разовьется "утомление" или "торможение", которое выразится в том, что контрастный порог обнаружения тестового стимула повысится.

Исключительность яркостного контраста, упорядоченность всех признаков "по контрастам" – это отражение классической дихотомии "структура – энергия". Однако энергетические параметры суть такие же структурирующие параметры, как форма распределения яркости, конфигурации, движения и т.д., все эти параметры рядоположны. Этому чисто логическому положению можно придать наглядность, указав на множество примеров, когда "структурные" качества подчиняются "энергетическим"

закономерностям: индукция, суммация и т.д. Достаточно сказать, что "иллюзии" Маха и Крейка-О'Брайена-Корнсуита можно получить заменив градиенты яркости на градиенты величин, последовательно расположениях объектов, их толщины и сепарация, расстояний до наблюдателя. На рис. 2 изображен аналог полос Маха для линейного градиента наклона (= тангенс угла), построенный автором. Вглядевшись внимательно, можно обнаружить, что самые сильно и самые слабо наклоненные линия лежат у концов линейного градиента (физически все наклоны вправо и влево от участка градиента постоянны).

Как же решается вопрос о системе перцептивно-сепаратных признаков и их упорядочения по значениям, если мы отказываемся от априорного фиксированного разделения: форма – контраст? Ведь безусловно, что одни параметры должны быть "качествами" (спецификациями), а другие их "количествами" (значениями, "степенью выраженности"). Решение этого вопроса в рамках оценочного подхода состоит в следующем: разделение на значение и спецификацию является реальной частью стимульной структуры, задающей перцепт, или, что то же самое: перцептивная сепаратность есть одна из характеристик перцепта (причем одна из наиболее общих). Следовательно то, что в стимуляции входит в перцепт как спецификация признака, а что как его значение – есть вопрос эмпирический. Это и есть постановка проблемы перцептивной сепаратности в рамках оценочного подхода – нет другого ясного понимания сепаратности А и В, кроме указания на то, что А и В суть не значения одного в того же признака, а имеют разные спецификации. Ясно, что по отношению к разным оценочным действиям могут быть выделены разные стимульные

структуризации, в том числе разные и по системе сепаратных спецификаций и их упорядочению по значениям. Разумно, однако, полагать, что общее соотношение между спецификациями и значениями признаков (подструктур) должно быть связано с психофизическими тестами, аналогичными тестам, связанным с соотношением контраста и формы распределения яркости. В частности, нетрудно построить обобщенную формулировку принципа селективной адаптации для действий обнаружения: (1) пусть пороговое сечение для обнаружения выделенного свойства тестового стимула задано на шкале, монотонно связанной со значениями некоторого класса признаков; (2) пусть адаптирующий стимул обладает высокими значениями некоторых из этих признаков так, что результирующее значение на шкале обнаружения лежит выше порогового сечения; (3) тогда и только тогда длительное наблюдение адаптирующего стимула может привести к изменению приборной позиции, эквивалентному сдвигу порогового сечения по шкале в сторону адаптирующего значения. Нам действительно удалось получить не-по-контрасту-тестируемую селективную адаптацию.

Эксперимент II. В этой группе опытов были исследованы амплитудные пороги видимой кривизны тонкой синусоидальной линии и их изменение после адаптации к синус-линиям разной частоты.

Результаты. На рис. 3А,В (отдельно по исп.) показаны величины амплитудной чувствительности к синус-линиям разных частот ("кривые Тайлера"; Тайлер, 1973), на рис. 4А,В,С -сдвиги чувствительности к частоте, показанной стрелкой, после адаптации к синус-линиям разной частоты и постоянной надпоро-

говой амплитуды. На рис. 5А,В показаны сдвиги чувствительности к некоторой частоте после адаптации к синус-линии той же частоты, расположенной синфазно (SF) или противофазно (CF). Вертикали показывают 95% доверительные интервалы. (Планирование и обработка экспериментов с адаптацией производилась по специальной схеме, названной в работе "схемой сэндвича" с вычислением локальных постадаптационных сдвигов). Различия между точками на рис.4 исследовались по Тьюки и подтверждают то, что видно непосредственно: наличие локальных максимумов для двух адаптирующих частот – равной тестовой и в 5 раз меньшей. На рис.4А второго экстремума нет, но он "угадывается" в том смысле, что подъем кривой по Тьюки резко "приостанавливается" в интервале $1 + 0,4$. Сравнение SF- и CF-адаптаций показывает, что оба сдвига значимы; F-t-критерий (0,05) подтверждает, что синфазная адаптация сильнее, чем противофазная.

Обсуждение. На основании одних только кривых Тайлера (рис. 3) можно утверждать, что обнаружение кривизны должно основываться на геометрических структурациях, его следует обсуждать в терминах форм, частот, амплитуд. В частности, исключена возможность того, что оценка кривизны дается на основании контраста некоторой двумерной пространственной гармоникой или монотонной функции от некоторой области гармоник. Можно показать, что такая модель предсказывает монотонный рост кривой Тайлера с ростом частоты. Неадекватность спектральной модели еще более ясна из кривых рис. 4: адаптирующая синус-линия той же и в 5 раз меньшей частоты, чем тестовая, не имеют большего спектрального сходства с послед-

ней, чем какие-либо другие. Против спектральных схем, основанных только на контрастах, говорят также различие SF- и CF-адаптаций. Этот опыт, кроме того, исключает возможность привлечения к анализу пика адаптации при равенстве адаптационной и тестовой частот "поточечных трансформаций", предлагавшихся гештальтистами для анализа "фигуративных послеэффектов". (Это объяснение предполагает, что точки тестовой линии "сдвигаются со своих мест" в сторону от соответствующих точек адаптирующей линии. Однако если синфазная адаптирующая линия "сплющивает" тестовую, то контрфазная должна ее "раскачать", т. е. после CF-адаптации мы должны были бы иметь повышение чувствительности.) Согласно оценочному подходу, чтобы объяснить селективную адаптацию необходимо выяснить, что в организации стимуляции имеет статус спецификаций, а что – значений признаков. Простейшее предположение (по аналогии с частотной организацией синус-решеток) состоит в том, что каждая частота синус-линии определяет отдельную спецификацию, в то время как амплитуды представляют собой значения, принимаемые соответствующими признаками. Почастотная организация объясняет один из полученных нами локальных максимумов адаптации: когда тестовая и адаптирующая частоты совпадают. Амплитуды представляют в этом понимании "степень выраженности" частоты. Испытуемый адаптируется к частоте с большой выраженностью и порог выраженности этой частоты сдвигается в сторону адаптирующего значения, повышается. Чтобы продвинуться дальше, представим себе синус-линию как некоторую геометрическую форму, так что две разные синус-линии могут иметь одинаковую или равную форму. Самым естественным предположением при таком подходе явля-

ется определение формы как класса геометрически подобных линий, т.е. синус-линий с данным отношением амплитуды к периоду. Выбрав данную форму как спецификацию, мы можем изменять степень ее "выраженности" путем согласованного реципрокного изменения амплитуды и частоты.

Каких же результатов адаптации следует ожидать, если стимульная структура организована "по формам", а организация замерных серий построена как у нас в эксперименте (т.е. по частотам)? Для ответа на этот вопрос построим 6 отношений амплитуды к периоду для наших адаптирующих линий и выясним, какое из этих чисел, будучи поделенным на тестовую частоту, дает величину, ближе всего лежащую к контрольным пороговым амплитудам.

Оказывается, результаты подсчета соответствуют как раз той адаптирующей частоте, на которой кривая постадаптационных сдвигов имеет второй локальный максимум.

По-видимому, реальная стимульная структура построена и "по частотам" и "по формам", т.е. адаптация происходит по двум, а не по одному стимульному признаку. У различных испытуемых вероятно может преобладать (т.е. в большей степени быть связано с выбором ответа) та или другая организация.

Выводы. Эксп. II формально копирует логику традиционных "по-контрасту-тестируемых" экспериментов с селективной адаптацией, следовательно организация стимуляции по контрастно-упорядоченным признакам не более "элементарна", и не более "реальна", чем ее организация по специально-упорядоченным геометрическим формам. Эксперимент показывает также, что картина "каналов, настроенных на" есть лишь условный способ

представления сепаратных стимульных структур.

Эксперимент III. В этой группе опытов были исследованы пороги смазывания и полного слияния циклически-повторяющегося движения точки и их изменение после адаптации к таким же движениям в том же или противоположном направлении в диапазоне средних скоростей. Результаты представлены на рис 6, 7 и 8. Обработка по Шеффе подтверждает картину, видимую на глаз. (1) Порог смазывания значимо повышается (0,01) после адаптации к движению со средней скоростью, если последнее имеет то же направление, что и тестовое, и не изменяется (0,05; заметим, что 1,5% составляет приборный коэффициент вариации), если адаптирующее и тестовое направления противоположны. (2) Величина этой адаптации совершенно не зависит (0,05) от скорости адаптирующего движения в диапазоне средних скоростей; (3) порог слияния не изменяется (0,05) после адаптации к движению со средней скоростью, независимо от его направления.

Обсуждение. Результаты эксп. III А нельзя объяснить традиционными схемами, полученными в результате тестирования контрастных порогов. Если порог смазывания трактовать как скорость, при которой контраст точки приближается к пороговому, то представление о "механизмах, настроенных на узкие полосы направлений в скоростей" исключает возможность получения адаптационных сдвигов. Результаты такие трудно объяснить тем, что "полосы скоростей", на которые настроены различные механизмы, пересекаются, создавая в результате адаптации аналог эффекту Блейкмора-Нэчмиаса-Саттона (1970); в этом случае адаптационный сдвиг должен был бы уменьшаться по мере уменьшения адаптирующей скорости.

Предположив, что реальная структуризация стимуляции, созданной движущейся точкой, может быть представлена в терминах скоростей и направлений, необходимо, согласно предложенной схеме анализа адаптационных опытов, найти вероятную систему сепаратных признаков, по значениям которых определяется решение о выборе ответа. Для порогов смазывания схема определяется непосредственно по результатам эксперимента. Векторы скоростей движущейся точки организуются по направлениям движения (как сепаратным спецификациям признаков) и отдельно по каждому направлению организуются значениями некоторой функции от скоростей (как значениям сепаратных признаков). Функцию эту можно условно назвать "степенью выраженности" или "степенью ясности" движения. Функция имеет достаточно широкое плато в области средних скоростей (область "одинаково ясных" движений) и начинает убывать по мере усиления "кометообразности", достигая в зоне смазывания очень маленьких значений ("плохо выраженное" движение). Именно в этой зоне находится сечение критерия выбора ответа испытуемыми, которое, согласно правилу адаптации, должно сдвигаться по оси выраженности в сторону адаптирующего значения. Порог изменяется только при совпадении тестового и адаптирующего направлений, так как разные направления образуют разные стимульные признаки. Постадаптационный сдвиг не зависит от адаптирующей скорости потому, что она не выходит за пределы плато.

Результаты показывают, что очень высокие скорости (между точками смазывания и слияния) образуют сепаратный признак по отношению к движениям того же направления, но со средними или высокими скоростями. Структура, определяющая пороги

слитости, зависит, безусловно, от скорости движения, но эта зависимость не определена ниже некоторого достаточно большого значения скорости. Этот формальный вывод хорошо согласуется с феноменологией очень больших скоростей. Между точками смазывания и слияния (отличающихся в 1,5 – 2 раза) движение видится как "направленная пульсация яркостной волны" вдоль линии, занимающей всю траекторию движения. Точка слияния, поэтому, это скорее точка слияния пульсаций, определена только в системе таких "пульсирующих" перемещений и, следовательно, не является очень большим или очень маленьким значением признака, имеющегося и у более медленных движений. Для проверки валидности этой интерпретации были проведены специальные контрольные эксперименты, в которых было показано отсутствие постадаптационных сдвигов уровня и скорости различения противоположных направлений "почти-слитых" движений.

Выводы. Эксперимент показывает, что те стимульные параметры (в нашем случае - скорость), которые в одних оценочных действиях образуют сепаратные спецификации, в других действиях могут выступать как значения некоторых других признаков. Реальная система сепаратных спецификаций, при этом, может выглядеть весьма сложно и не охватываться простыми рациональными понятиями (типа "направление").

Данные, аналогичные описанным, были получены Ю.Алликом, Э.Джафаровым, М.Тепп и А.Лифшицем (1976) для стробоскопических порогов смещения.

IV. Заключение

Продуктивность детального анализа организации стимульного "потока-поля" для исследования многих проблем восприятия

была доказана глубокими работами Дж.Гибсона и Г.Йоханссона. Однако проблематика элементарной структуры перцепта традиционно считалась не соотносимой со стимульно-ориентированными подходами, анализируясь в терминах абстрактных "механизмов", "каналов", "рецептивных полей". Предложенный нами вариант стимульно-ориентированного подхода не является противопоставлением этим схемам, а служит попыткой "перевести" их на более общий и более последовательный язык стимульных структур. Наши экспериментальные факты и анализ литературы показывают плодотворность такого "перевода". Конечно, проблема структуры перцепта теряет при этом привычную простоту: нельзя говорить ни о списках признаков, ни об "алфавите", ни об этапах построения, ни о "каналах", настроенных на элементарные стимулы. Но зато приобретается другая, на наш взгляд более глубокая простота: для каждого действия оценивания следует искать такое структурное представление стимуляции, на значениях компонент которого основывается вынесение суждения. Интересно, что та же самая проблема, но только конструктивно, стоит перед создателем "видящего" компьютера: как следует представить в виде входного воздействия оцениваемые объекты и как следует организовать программу вынесения ответа? Оценочный подход можно квалифицировать как психофизический. Однако это требует некоторого переосмысления одного из основных психофизических понятий – понятия "сенсорного состояния". Психофизическая теория - это теория оценивания конкретного типа (обнаружения, распознавания и т.д.), отвечающая на два вопроса: (1) как преобразуется стимул в сенсорное состояние? и (2) как по последнему отойдет ответ? Здесь

вводится понятие сенсорного состояния как (стохастической) функции от значения стимульных параметров. Но понятие функции предполагает (а) некоторое структурное представление стимулов (напр., упорядочение по интенсивности) и (б) выразимость значения функции через аргументы. Следовательно, "сенсорное состояние" можно рассматривать как некоторый признак стимуляции, связанный с другими ее признаками системой отношений (корень кубический из интенсивности такой же объективный признак, как и сама интенсивность). Поэтому "сенсорное состояние" логически не необходимый термин, и вместо (1) можно говорить просто о компонентах стимульной структуры, по которым строится ответ. Стимульно-ориентированные теории в большей степени связаны с этим вопросом, чем с вопросом о самих правилах построения ответа. Последний есть частный аспект вопроса о комплексе процессов, разворачивающихся вокруг и по поводу перцепта как своего объекта или "поля". Этот комплекс мы назвали Образом. В Образе перцепт категоризуется, личностно означивается, семантически связывается с предыдущим опытом. Образ управляет действием, в нем формируются планы или вопросы для новых действий, им регулируются условия предъявления/наблюдения и т.д. Существует множество уровней и аспектов изучения Образа. Особо следует отметить модели переработки информации, которые, в таком понимании, не только согласуются, но и прямо дополняют стимульно-ориентированные схемы, как убедительно показывают работы У.Р. Гарнера.

Наше последнее замечание касается понимания активности восприятия. Если и правомерно говорить об известной противопоставленности традиционных психофизических концепций

"активным" теориям восприятия, в частности, деятельностному подходу, то в подходах описанного выше типа такое противопоставление снимается. Дело в том, что активность восприятия состоит в его включенности в систему активных развернутых действий, и этот деятельностный принцип прямо реализован в оценочном подходе (психофизическом и стимульно-ориентированном). Но восприятие не активно в смысле волюнтарности, оно есть не процесс конструирования, а процесс извлечения, вычерпывания объективной информации. Такое понимание освобождает нас от необходимости обосновывать адекватность перцепции механизмами моторного подчинения формам предметов, в лучшем случае весьма частными. Напротив, сам перцепт, являясь структурированной стимуляцией, обеспечивает основу адекватности практической деятельности и научения. По теме диссертации опубликовано:

1. Структура процесса обнаружения. Вестник МГУ. Психология, 1977, № 4 (14 с).
2. К вопросу о моделировании и математизации в психологии (совм. с А.Н.Леонтьевым). Вопросы психологии, 1973, № 3 (14 с). Англ. перевод опубликован в *Soviet Psychology*, v. XII, № 2 за 1973-74 г. (20 с).
3. О структуре процесса построения образа. Психологические исследования, 1976, № 6, (10 с).
4. О структуре процесса построения образа (ответ в дискуссии). Психологические исследования, 1976, № 6 (5с).

5. *Mechanisms of motion perception in the human visual system (with J. Attik, M. Tepp, A. Livšits). - In: Information processing in visual system / ed. V.D. Glezar. - Leningrad, 1976 (5c.)*
6. **Новая книга о зарубежных исследованиях константности зрительного восприятия (совм. с Б.М. Велачковским). Вопросы психологии, 1978, № I (3 с.).**

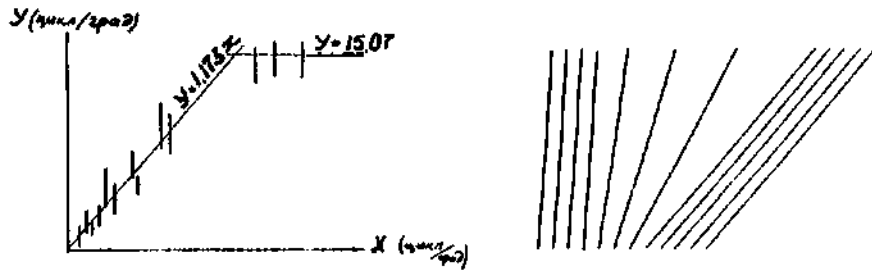


Рис.1. Эксперимент I.

Рис.2. Градиент наклонов.

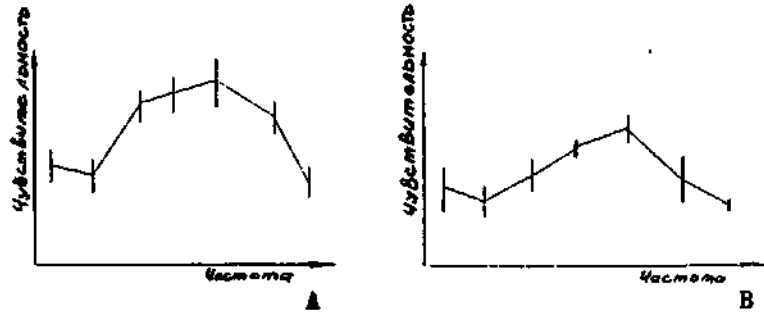


Рис.3. Эксперимент II. Кривая Тайлера.

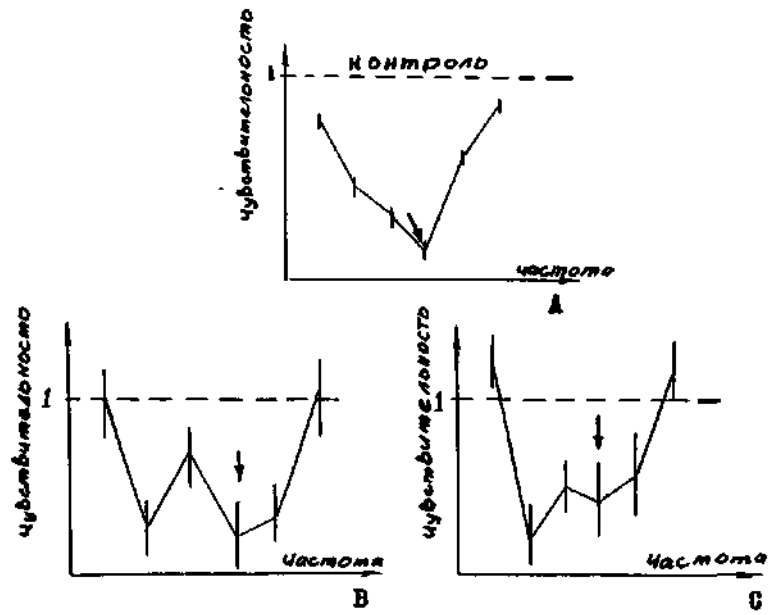


Рис.4. Эксперимент II. Кривая адаштеши.

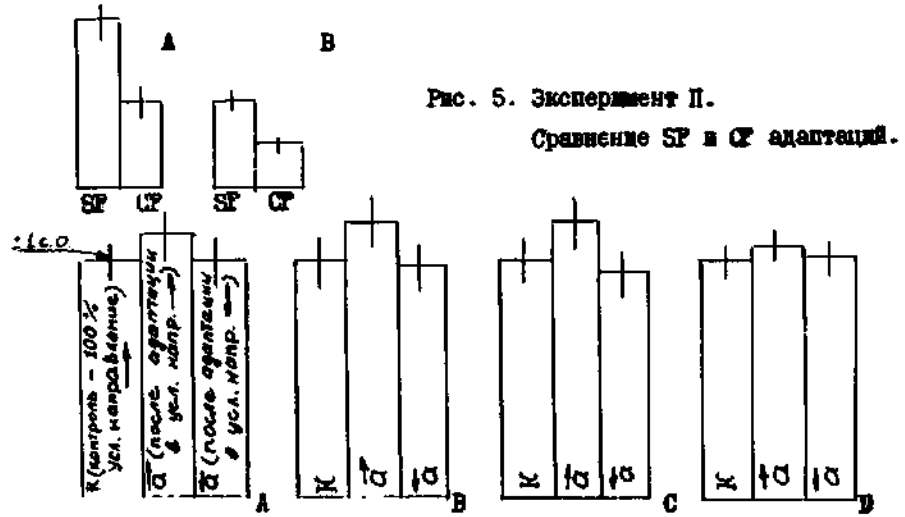


Рис. 6. Эксперимент III. Пороги слияния.

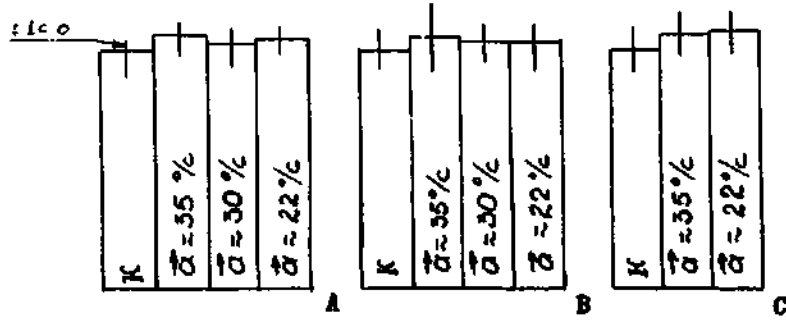


Рис. 7. Эксперимент III. Пороги слияния.

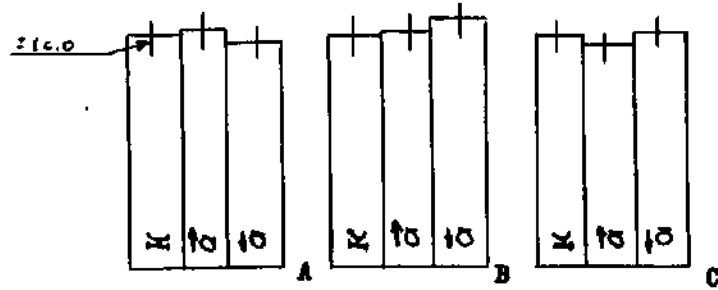


Рис. 8. Эксперимент IV. Пороги слияния.

Подп. к печати 5/1-79 Ф. 60 x 90 116
Физ. п. л. 1,75 Уч.-изд. л. 1,18
Заказ 1052 Тираж 100

Изд-во Московского университета. Москва, К-9.
ул. Герцена, 6/7.
Типография Изд-ва МГУ. Москва, Ленгоры