
Короткие сообщения

ОБЪКТНЫЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ И ЗРИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ: ВКЛАД В ИЛЛЮЗОРНЫЕ ЗРИТЕЛЬНЫЕ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ

Д.В. ДЕВЯТКО

Резюме

В феномене «слепоты, вызванной движением» (СВД) заметный зрительный стимул, предъявляемый на вращающемся фоне, время от времени перестает осознаваться. Возможная причина этих иллюзорных исчезновений — соревнование объектных репрезентаций целевого стимула и маски (Vopneh et al., 2001). Однако ранее не исследовался вопрос о том, какое количество зрительных признаков, различающих целевой стимул и маскирующий паттерн, необходимо, чтобы запустить механизм исчезновений при СВД. Мы систематически варьировали тип и количество отличительных признаков, измеряя продолжительность и количество исчезновений целевого стимула при СВД.

Показано, что достаточно любого одного различающего признака, чтобы вызвать исчезновения. Различие между целевым стимулом и маской по цвету влияет на число исчезновений, тогда как различие по признаку движения — на их продолжительность.

Ключевые слова: слепота, вызванная движением, зрительные признаки, объектные репрезентации.

Весь воспринимаемый нами мир, по сути, состоит из объектов, которые наша зрительная система выделяет из поступающей информации (Грегори, 2003). Из-за ощущения непосредственной данности зритель-

ных впечатлений, обычно сопровождающего наш сознательный опыт, лишь сталкиваясь с иллюзиями, мы вспоминаем о той скрытой работе, которая стоит за восприятием объектов. Исчезновение яркого и хорошо

различимого объекта из центральной части поля зрения наблюдателя кажется вполне естественным, если речь идет о лице пассажира, который вдруг развернул перед собой газету, или о монстре из компьютерной игры, который был выведен игроком из строя. Эти примеры зрительного исчезновения объединяет между собой наличие физической причины (заслонение или устранение зрительного стимула), которая вызвала отсутствие входного сигнала, необходимого для построения в сознании образа объекта. Но может ли «исчезнуть» предъявленный на экране компьютера отчетливо воспринимаемый объект, на который мы обращаем внимание, следуя инструкции экспериментатора? Утвердительный ответ противоречит здравому смыслу, особенно если известно, что в реальном мире объект постоянно присутствует на экране. Тем не менее такие субъективные исчезновения характерны для феномена «слепоты, вызванной движением» (motion-induced blindness, далее — СВД): отчетливо видимый статичный стимул время от времени исчезает из сознания, будучи наложенным на вращающуюся «маску», не перекрывающую этот стимул (Bonneh et al., 2001). На иллюзорные исчезновения целевых стимулов при СВД влияет широкий спектр факторов: размер и яркость целевых стимулов, скорость вращения маски (там же), упорядочивание по глубине (Graf et al., 2002), перцептивная группировка (Bonneh et al., 2001; Mitroff, Scholl, 2005; Shibata et al., 2010) и внимание (Devyatko, 2011; Geng et al., 2007). Были выдвинуты различные предположения о механизмах возникновения феномена

СВД (подробнее см.: Gorea, Caetta, 2009; New, Scholl, 2008; Wallis, Arnold, 2009). Большая часть накопленных к настоящему времени данных свидетельствует в пользу теории соревнования объектных репрезентаций, модулируемого вниманием (Bonneh et al., 2001). Одно из основных положений данной теории заключается в том, что модулируемое вниманием соревнование, ведущее к «вытеснению» целевого стимула из сознания, может происходить между конкурирующими объектными репрезентациями целевого стимула и маскирующего паттерна. Описываемый конфликт возникает, когда механизмы внимания не могут быть распределены или разделены между дискретными элементами в одно и то же время в одном и том же месте (там же, р. 800).

Зрительные объекты иногда рассматриваются как связанные наборы признаков (цвет, яркость, форма, ориентация), располагающиеся в определенном локусе зрительного поля (Scholl, 2001, р. 15). Очевидно, для запуска соревнования между репрезентациями двух наложенных друг на друга зрительных объектов необходимо, чтобы эти объекты различались хотя бы по одному признаку. В противном случае можно будет заключить, что это один и тот же объект, и запуск предполагаемого соревнования не состоится. Поскольку ранее данный аспект выдвинутой Й. Боннэ с соавт. гипотезы напрямую не изучался, мы посчитали необходимым экспериментально проверить, какого количества признаков, по которым различаются целевой и маскирующий стимулы, достаточно, чтобы запустить гипотетический

механизм СВД — соревнование между объектными репрезентациями.

В рамках исследований эффекта выскакивания в зрительном поиске был описан «эффект избыточного сигнала» или выгоды от переопределенности (*redundancy gain*) (Krummenacher et al., 2001). Данный феномен заключается в том, что время обнаружения целевого объекта среди отвлекающих становится значимо меньше в ситуации, когда он отличается от них по двум релевантным заданию признакам, в сравнении с ситуацией, когда цель отличается по какому-то одному признаку. Например, испытуемые быстрее обнаруживают красную наклонную линию на фоне синих вертикальных линий в сравнении с красной вертикальной линией или синей наклонной линией среди синих вертикальных линий. Поскольку преимуществом в захвате внимания обладают целевые объекты, отличающиеся большим количеством признаков, а одним из условий запуска обсуждаемого выше механизма СВД является захват внимания целевыми стимулами (Geng et al., 2007), мы предположили, что увеличение количества признаков, отличающих целевой стимул от элементов маскирующего паттерна, приведет к росту количественных параметров СВД. Таким образом, гипотезы исследования заключаются в следующем:

1) для запуска механизма объектного соревнования репрезентаций целевого стимула и маскирующего паттерна в условиях СВД необходимо и достаточно, чтобы они различались по какому-либо одному зрительному признаку;

2) чем больше признаков будут отличать целевой стимул от маски,

тем сильнее будет объектное соревнование, что выразится в увеличении количества и продолжительности субъективных исчезновений целевого стимула.

Для экспериментальной проверки этих гипотез мы систематически варьировали количество и тип признаков, которые отличали целевой стимул от элементов маски, чтобы оценить их влияние на основные характеристики СВД. В типичной стимуляции СВД целевой стимул обычно отличается от элементов маски по форме (круг в сравнении с крестами), цвету (желтый против синего) и наличию/отсутствию движения (статичная цель наложена на вращающуюся маску). Мы использовали целевые стимулы, которые отличались от составляющих маску элементов по одному, двум или трем указанным признакам, тогда как маска всегда представляла собой вращающийся вокруг своей оси квадрат, состоящий из синих крестиков (см. рисунок 1).

Процедура и методы исследования

Испытуемые. В эксперименте приняли участие 25 человек в возрасте от 17 до 26 лет (5 юношей и 20 девушек). Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрение.

Аппаратура. Для предъявления стимулов использовался персональный компьютер IBM PC на базе процессора Athlon 2000, видеокарта NVIDIA GeForce 4 MX, монитор Samsung SyncMaster 757 DFX, 17". Зрительная стимуляция была создана с помощью программы Macromedia

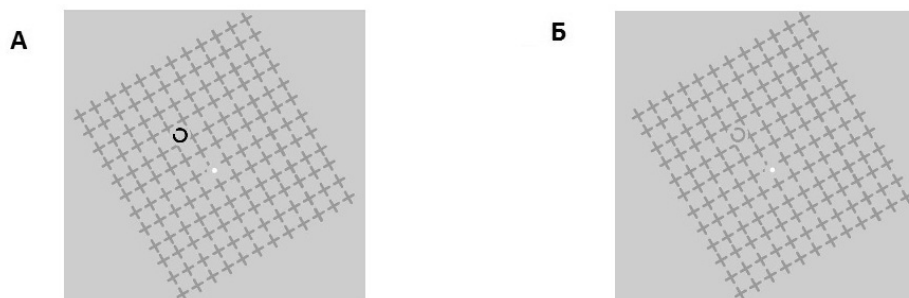
Рисунок 1

Примеры стимуляции. В оригинальной стимуляции использовался черный фон.

Светло-серым представлен синий цвет, черным – желтый цвет.

А – статичная желтая цель-подкова, на фоне вращающейся маски из синих крестиков (три признака отличают цель от элементов маски).

Б – подкова вращается вокруг своей оси (цель отличается от маски только по форме)



Flash MX 2004 и предъявлялась с помощью программы Macromedia Flash Player 7. Для фиксации ответов испытуемых (времени и продолжительности нажатий клавиш) использовалась специально написанная программа, нажатия фиксировались с обычной клавиатуры (BTC model 52 01, input +5V, 170mH), подключенной к другому компьютеру Intel Pentium 4 CPU 2.40 GHz 514, 608 kB RAM.

Стимуляция и процедура. Использовался внутрисубъектный план $2 \times 2 \times 2$ с тремя факторами: наличие/отсутствие различия между целевым стимулом и маской по форме, цвету или движению. Так как в условии с отсутствием каких-либо различий между целью и маской невозможно обнаружить целевой стимул, мы его исключили и использовали только 7 условий, в которых стимулы могли отличаться сразу по трем признакам, паре любых двух признаков или одному из трех признаков. В зависи-

мости от условия цель была либо в форме креста ($0.367^\circ \times 0.367^\circ$), либо в форме подковы ($d = 0.367^\circ$), ее цвет мог быть желтым (яркость 31.55 кд/м^2) или синим (яркость 3.88 кд/м^2). В пробах, где целевой стимул и маска различались только по одному признаку (цвет или форма), а также в пробе с различием по цвету и форме цель вращалась в том же направлении и с той же скоростью, что и маска. Маскирующий паттерн ($6^\circ \times 6^\circ$) всегда состоял из синих крестиков одного размера с целью; он вращался по часовой стрелке со скоростью $240^\circ/\text{сек}$. Целевой стимул располагался на 1° зрительного угла выше и на 2° левее белой фиксационной точки ($d = 0.1^\circ$; яркость 28.48 кд/м^2) в центре экрана и был окружен защитной зоной ($0.4^\circ \times 0.4^\circ$). Во всех условиях использовался черный фон (1.13 кд/м^2).

Эксперимент проходил в затемненной комнате. В условиях естественного

зрения испытуемых просили удерживать взгляд на точке фиксации и внимательно следить за исчезновением целевого стимула. Каждый раз, когда цель исчезала, испытуемые должны были нажимать на кнопку на клавиатуре и удерживать ее нажатой до появления цели.

Продолжительность каждой пробы составляла 120 сек., межпробный интервал — 30 сек. Каждому условию соответствовала одна проба.

Результаты

Анализ полученных показателей количества исчезновений целевого стимула с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с повторными измерениями выявил значимые главные эффекты сходства/различия по цвету ($F(1, 24) = 64.498, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.729$) и движению ($F(1, 24) = 72.023, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.750$). Также был обнаружен менее выраженный эффект сходства/различия по форме целевого стимула ($F(1, 24) = 6.267,$

$p < 0.05, \eta_p^2 = 0.207$). Были выявлены значимые взаимодействия для пар факторов сходства/различия по форме и цвету ($F(1, 24) = 29.293, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.550$) и форме и движению ($F(1, 24) = 10.578, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.306$).

Для суммарной продолжительности исчезновений были выявлены значимые главные эффекты факторов сходства/различия по цвету ($F(1, 24) = 7.709, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.243$) и движению ($F(1, 24) = 39.211, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.620$). Кроме того, значимыми оказались взаимодействия всех трех факторов ($F(1, 24) = 15.645, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.395$) и пар факторов сходства/различия по форме и цвету ($F(1, 24) = 15.936, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.399$) и форме и движению ($F(1, 24) = 7.040, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.227$).

На рисунках 2 и 3 приведены диаграммы с данными о центральной тенденции и разбросе в каждом условии для суммарного количества и продолжительности иллюзорных исчезновений целевого стимула,

Рисунок 2

Суммарное количество исчезновений в каждом условии (\pm одно стандартное отклонение)

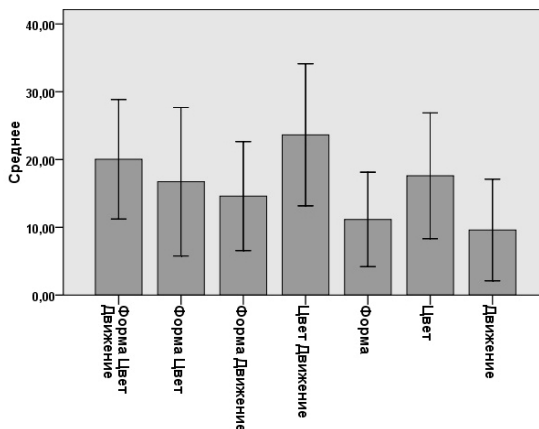


Рисунок 3

Суммарная продолжительность исчезновений в каждом условии
(\pm одно стандартное отклонение)

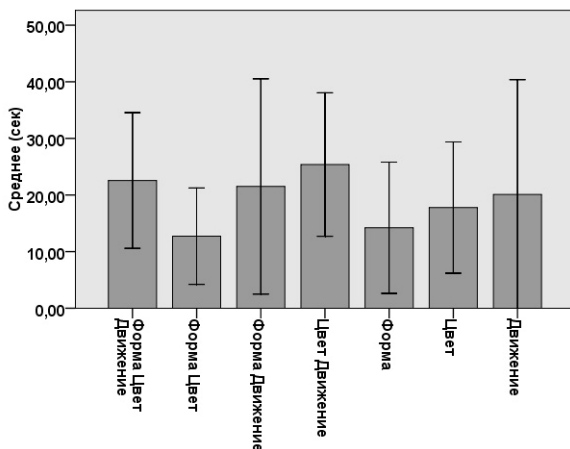


Таблица 1

Результаты t-теста для общего количества и продолжительности исчезновений

Условие	ФЦД	ФЦ	ФД	ЦД	Ф	Ц	Д
ФЦД		$t = 2.109$, $p < 0.05^*$	$t = 3.632$, $p < 0.01^*$	n.s.	$t = 5.723$, $p < 0.01^*$	n.s.	$t = 5.575$, $p < 0.01^*$
ФЦ	$t = 6.814$, $p < 0.01^*$		n.s.	$t = -3.305$, $p < 0.01^*$	$t = 2.651$, $p < 0.05^*$	n.s.	$t = 2.818$, $p < 0.01^*$
ФД	n.s.	$t = -2.306$, $p < 0.05^*$		$t = -4.525$, $p < 0.01^*$	$t = 3.517$, $p < 0.01^*$	n.s.	$t = 2.704$, $p < 0.05^*$
ЦД	n.s.	$t = -6.285$, $p < 0.01^*$	n.s.		$t = 6.424$, $p < 0.01^*$	$t = 4.962$, $p < 0.01^*$	$t = 6.882$, $p < 0.01^*$
Ф	$t = 2.977$, $p < 0.01^*$	n.s.	$t = 2.855$, $p < 0.01^*$	$t = 3.802$, $p < 0.01^*$		$t = -3.587$, $p < 0.01^*$	n.s.
Ц	$t = 2.472$, $p < 0.05^*$	$t = -2.286$, $p < 0.05^*$	n.s.	$t = 4.949$, $p < 0.01^*$	n.s.		$t = 4.106$, $p < 0.01^*$
Д	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

Примечание. На светло-сером фоне приведены значения t-Стьюдента (кол-во степеней свободы = 24) для количества исчезновений, на белом — для суммарной продолжительности исчезновений. Звездочкой отмечены значимые различия; n.s. — различия не значимы. Ф — форма, Ц — цвет, Д — движение.

результаты попарного сравнения с помощью теста Стьюдента см. в таблице 1.

Обсуждение результатов

Результаты показывают, что достаточно различия между целевым стимулом и маскирующим паттерном по любому из признаков (цвет, форма, движение), чтобы вызвать иллюзорные исчезновения в условиях СВД. Наибольшее количество исчезновений наблюдалось во всех условиях, в которых цель отличалась от маски по цвету. Этот результат поддерживает уточняющую теорию соревнования объектных репрезентаций при СВД гипотезу Х. Гена с соавт. о том, что яркие желтые стимулы захватывают непроизвольное внимание (Geng et al., 2007). Способность желтого цвета притягивать внимание отмечал еще классик психологии внимания Э.Б. Титченер: «...существуют известные качества, которые непреодолимо привлекают к себе внимание: <...> горький вкус, запах мускуса и желтый цвет» (Титченер, 2005, с. 185). Захват непроизвольного внимания, в свою очередь, приводит к интенсификации обработки зрительной информации в ближайшем окружении целевого стимула и усиливает соревнование между ним и маской (Geng et al., 2007). Цель одного цвета с маской менее «успешна» в захвате внимания, что выражается в меньшем количестве исчезновений. Наибольшая продолжительность исчезновений наблюдалась в условиях со статичной целью, наложенной на вращающуюся маску. Согласно теории объектного соревнования, у движе-

ния есть приоритет в захвате внимания, поэтому оно побеждает в соревновании за осознание (Bonneh et al., 2001). Вращение целевого стимула может вызывать более быстрые переключения внимания от побеждающей в соревновании маски назад, к целевому стимулу, что в результате может приводить к более коротким периодам субъективного исчезновения, чем в условиях со статичным целевым стимулом. Работа этого принципа легко прослеживается в наших данных: на продолжительность исчезновений особое влияние оказывает фактор движения (статичная цель дольше отсутствует в сознании после субъективного исчезновения). Так, в условии «Форма — Цвет — Движение» продолжительность исчезновений стимула дольше, чем в условии «Форма и Цвет», но не наблюдается значимых различий по данному показателю между условием с тремя отличительными признаками и двумя парами признаков, включающих в себя различие по признаку движения.

Сопоставим наши результаты с данными Л.-Ч. Ши с соавт. (Hsu et al., 2004), которые изучали влияние группировки между целевым стимулом и маскирующим паттерном на продолжительность исчезновений при СВД. Они обнаружили, что в условии, когда целевой стимул и маскирующий паттерн были сгруппированы друг с другом по признаку «хорошего продолжения» или сходства, продолжительность исчезновений СВД была ниже, чем в условии без группировки. Условие «Движение» в нашем эксперименте похоже на условие, в котором цель хорошо группировалась по принципу сходства

с маской в эксперименте Л.-Ч. Ши с соавт., а условие «Форма и Движение» — на условие с плохой группировкой (целевой стимул был статичен и отличался по форме). Мы получили значимо больше исчезновений целевого стимула в условии «Форма и Движение», тогда как по суммарной продолжительности исчезновений наши условия не различались. К сожалению, Л.-Ч. Ши с соавт. приводят только данные о времени, прошедшем до первого исчезновения, и суммарной продолжительности исчезновений в процентах. В их работе продолжительность исчезновений в условии с плохой группировкой между целевым стимулом и маской больше, чем в условии с хорошей группировкой, хотя из текста статьи непонятно, достигает ли это различие уровня статистической значимости.

Результаты дисперсионного анализа, показывающие различия силы основного эффекта для каждого из факторов, косвенно отражают различие в их относительном вкладе в соревнование объектных репрезентаций. Из величин объясненной дисперсии (см. значения частичного этаквадрат — η_p^2 в разделе «Результаты») для каждого из факторов видно, что наличие/отсутствие сходства по признаку движения вносит самый большой вклад в наблюдаемую дисперсию значений количества ($\eta_p^2 = 0.750$) и суммарной продолжительности исчезновений ($\eta_p^2 = 0.620$), тогда как сходство/различие по цвету имеет большой вклад только в дисперсию количества исчезновений ($\eta_p^2 = 0.729$).

Эти данные могут служить некоторым подтверждением нашей гипотезы о том, что разные отличительные признаки вносят неодинаковый вклад в возникновение соревнования объектных репрезентаций. Они влияют на разные аспекты (наблюдаемые характеристики) исчезновений в условиях слепоты, вызванной движением.

Возможно, именно из-за непропорциональности вклада каждого признака и их различных взаимодействий в количественные характеристики СВД на наших данных не наблюдается простого «аддитивного» эффекта сложения признаков. В силу описанных причин, мы нашли лишь частичное подтверждение нашей гипотезы о том, что увеличение количества признаков, различающих целевой стимул и маску, приводит к усилению объектного соревнования, являющегося причиной субъективных исчезновений. Результаты парных сравнений демонстрируют, что количество исчезновений целевого стимула при СВД значимо больше в условии, когда цель отличается по всем трем признакам («Форма — Цвет — Движение»), чем в условиях с парами отличительных признаков «Форма и Движение» или «Форма и Цвет» (но не «Цвет и Движение»). Тем не менее наши данные служат подтверждением теории объектного соревнования, поскольку нам удалось показать влияние отличительных признаков на количественные характеристики СВД, а также выявить особый вклад каждого признака в механизмы феномена.

Выводы

Различия по одному признаку между целевым стимулом и маской

достаточно, чтобы запустить объектное соревнование при «слепоте, вызванной движением».

Увеличение числа признаков, отличающих целевой стимул от маски, может приводить к росту количества и/или продолжительности исчезновений целевого стимула при СВД.

Литература

Грегори Р.Л. Разумный глаз. М.: Едиториал УРСС, 2003.

Титченер Э.Б. Внимание // Психология внимания / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М.: ЧеРо, при участии издательства «Омега-Л», 2005. С. 182–211.

Bonneh Y., Cooperman A., Sagi D. Motion-induced blindness in normal observers // *Nature*. 2001. 411. June. 798–801.

Devyatko D.V. Attentional distribution affects motion-induced blindness // *Journal of Russian and East European Psychology*. 2011. 49. 5. September–October. 30–44.

Geng H.Y., Song Q.L., Li Y.F., Xu S., Zhu Y. Attentional modulation of motion-induced blindness // *Chinese Science Bulletin*. 2007. 52. January. 1063–1070.

Gorea A., Caetta F. Adaptation and prolonged inhibition as a main cause of motion-induced blindness // *Journal of Vision*. 2009. 9. 6. 1–17.

Graf E.W., Adams W.J., Lages M. Modulating motion-induced blindness with depth ordering and surface completion // *Vision Research*. 2002. 42. 2731–2735.

Hsu L.-C., Yeh S.-L., Kramer P. Linking motion-induced blindness to perceptual

Различие по цвету между целевым стимулом и маской приводит к более частым исчезновениям, тогда как различие по признаку движения (наличие/отсутствие движения) влияет на продолжительность исчезновений целевого стимула, увеличивая последнюю.

filling-in // *Vision Research*. 2004. 24. 44. 2857–2866.

Krummenacher J., Müller H.J., Heller D. Visual search for dimensionally redundant popout targets: Evidence for parallel-coactive processing of dimensions // *Perception & Psychophysics*. 2001. 63. 907–917.

Mitroff S.R., Scholl B.J. Forming and updating object representations without awareness: Evidence from motion-induced blindness // *Vision Research*. 2005. 45. 8. 961–967.

New J.J., Scholl B.J. «Perceptual Scotomas»: A functional account of motion-induced blindness // *Psychological Science*. 2008. 19. 7. 653–59.

Scholl B.J. Objects and attention: the state of the art // *Cognition*. 2001. 80. 1–2. June. 1–46.

Shibata M., Kawachi Y., Gyoba J. Combined effects of perceptual grouping cues on object representation: Evidence from motion-induced blindness // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2010. 72. 387–397.

Wallis T.S.A., Arnold D.H. Motion-induced blindness and motion streak suppression // *Current Biology*. 2009. 19. 325–329.

Десятко Дина Викторовна, факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, аспирант

Контакты: tsukit86@gmail.com