

## О ВОЗМОЖНОСТИ МЕТАКОГНИТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ МЕРТВОЙ ЗОНЫ ВНИМАНИЯ

И.С. УТОЧКИН, Ю.М. СТАКИНА

---

### Резюме

*Мертвая зона внимания – это выраженная неспособность заметить перцептивные события вблизи «центра интереса» – объекта, привлекающего пристальное внимание наблюдателя. В двух экспериментах сравнивались скорость поиска и точность обнаружения зрительных изменений вблизи и вдали от «центра интереса», при этом испытуемые получали предварительную информацию о мертвой зоне внимания. Результаты далее сравнивались с результатами более ранних экспериментов (Уточкин, 2011), в которых предварительной информации о мертвых зонах не было. Обнаружено, что предварительная информация не влияет на скорость поиска изменений, но вероятность их обнаружения и опознания внутри мертвой зоны возрастает. Результаты интерпретируются в терминах метакогнитивной регуляции и стратегий зрительного обследования предъявляемых сцен.*

**Ключевые слова:** *внимание, мертвая зона внимания, слепота к изменению, метакогнитивная регуляция, стратегия.*

---

Одним из ведущих направлений фундаментальных и прикладных исследований внимания является его распределение в пространстве. Исследователей пространственного внимания интересует целый ряд

вопросов относительно его детерминант, динамических свойств, пространственного охвата и пр. (см. обзор: Фаликман, 2006). Несмотря на большое количество исследований в этой области, выполненных на

простом материале психофизических задач (где на однородном фоне предъявляются ограниченные наборы простых объектов), сравнительно мало известно о распределении пространственного внимания при восприятии естественных сцен. Помимо того, что такие сцены организованы гораздо сложнее, чем стимулы для психофизических экспериментов, они также обладают еще одной важной особенностью: наличием смысловых центров, или «центров интереса», — объектов, передающих основной смысл изображения. Несомненно, эти объекты привлекают к себе основное внимание. Однако не менее интересен вопрос о том, как внимание к «центру интереса» влияет на восприятие остальных частей изображения и какие факторы определяют распределение внимания вокруг этого центра. Этому вопросу будет посвящено настоящее исследование.

В серии экспериментальных исследований, выполненных нами ранее, было показано существование так называемой «мертвой зоны внимания» (Уточкин, 2009, 2011; Utotchkin, 2011). Такая мертвая зона располагается в области, близко примыкающей к доминирующему «центру интереса» (к примеру, наиболее интересному и привлекательному

объекту зрительной сцены). При этом эффективность перцептивной переработки объектов и событий в этой области снижена настолько, что наблюдатель демонстрирует стойкое игнорирование ясно различимых изменений этих объектов — «слепоту к изменению»<sup>1</sup>, — и выраженность этой слепоты заметно превышает выраженность аналогичной ошибки внимания на более дальней периферии. Нам удалось доказать, что именно внимание к центральному объекту является причиной возникновения мертвой зоны, а привлечение дополнительного внимания к «центру интереса» лишь усиливает ее основное проявление — длительность периода игнорирования (Utotchkin, 2011).

Стоит отметить, что прототипы мертвой зоны внимания в зрительных задачах были описаны и ранее рядом когнитивных ученых (см. обзор: там же). Однако во всех исследованиях авторы имели дело с упрощенной психофизической стимуляцией (ограниченный набор дискретных объектов, предъявляющихся на короткое время на однородном фоне). Кроме того, инструкция к таким экспериментам обычно требует жесткой фиксации взора. Результаты традиционно интерпретируются в терминах «тормозного

---

<sup>1</sup> Феномен слепоты к изменению (change blindness) в современной литературе рассматривается как прямое следствие невнимания к объекту в момент его изменения, если только это изменение происходит в момент краткого прерывания восприятия (например, при саккадах, мигании и т.п.), когда локальное изменение объекта маскируется глобальной сменой всего образа. И наоборот, внимание, направленное на объект в момент его изменения (даже если происходит прерывание сцены), рассматривается как необходимое условие непрерывного доступа к репрезентации объекта в рабочей памяти и, соответственно, осознанного восприятия этого изменения (Kahneman et al., 1992; Rensink et al., 1997).

окружения» (inhibitory surrounds), которое неизбежно возникает при конкуренции нейронных репрезентаций объектов, когда более заметный объект подавляет своего более слабого «соседа» (Desimone, Duncan, 1995; Tsotsos, 2011).

В отличие от стандартного тормозного окружения, феномен мертвой зоны внимания был получен при свободном (и довольно длительном) рассматривании сложных зрительных сцен, т.е. в ситуации, более приближенной к реальному зрительному восприятию. Как правило, естественные сцены включают в себя объекты, передающие основной смысл данной сцены («центры интереса»), и второстепенные объекты, служащие своего рода фоном. Хотя общая схема реальной сцены воспринимается, как правило, почти мгновенно (Biederman, 1987), восприятие и запоминание ее деталей требует более длительного и тщательного сканирования и предполагает многократную смену фокуса внимания. При таком динамическом характере восприятия сложных сцен интерпретация паттерна распределения внимания (включающего в себя феномен мертвой зоны) исключительно в традиционных терминах статического тормозного окружения ставится под вопрос. Несомненно, низкоуровневые механизмы пространственного торможения, связанного со вниманием, могут вносить свой вклад в возникновение мертвой зоны внимания, и данная гипотеза обсуждается в литературе (Уточкин, 2009; Чуприкова, 2010; Utochkin, 2011). Однако наряду с этим мы предполагаем, что определенный вклад в возникновение мертвой зоны может вносить и

более высокоуровневый механизм управления вниманием, ответственный за формирование спонтанной стратегии обследования сцен. Этот механизм, предположительно, определяет приоритеты (т.н. «лист ожидания»), в соответствии с которыми одни части сцены фиксируются в первую очередь, а другие — в последнюю. С этой точки зрения мертвая зона внимания выступает как область с крайне низким приоритетом в обработке (обсуждение возможных причин столь низкого приоритета этой области см. в: Уточкин, 2011).

Если мертвая зона внимания хотя бы отчасти является следствием стратегии последовательного зрительного обследования сцены, то, управляя этой стратегией, мы можем менять и степень выраженности самой мертвой зоны.

Мы предположили, что самым естественным (хотя и не единственным) способом повлиять на стратегию обследования зрительной сцены, предположительно приводящей к проявлениям мертвой зоны, является сообщение испытуемым информации об этой мертвой зоне. Такого рода стратегия может быть отнесена к области метакогнитивной регуляции, поскольку она представляет собой способ управления когнитивными процессами, основанный на субъективном представлении человека о функционировании самих когнитивных процессов.

Следовательно, если возникновение мертвой зоны внимания, по крайней мере отчасти, можно приписать использованию определенной стратегии поиска, то манипулирование этой стратегией на метакогнитивном уровне, по нашему предположению,

должно уменьшать проявления мертвой зоны. Применительно к парадигме слепоты к изменению, использованной нами ранее, это означает, что поиск вблизи «центра интереса» должен становиться более быстрым, а опознание объектов — более точным. Это предположение было проверено нами в двух экспериментах, представляющих собой модификацию наших более ранних экспериментов (Уточкин, 2011).

## Эксперимент 1

### *Испытуемые*

**Аппаратура и стимуляция.** Стимуляция предъявлялась на экране стандартного VGA-монитора с диагональю 43 см. Частота обновления монитора составляла 85 Гц, разрешение 800×600 точек. Для предъявления стимулов использовалась программа-конструктор зрительной стимуляции StimMake (авторы А.Н. Гусев и А.Е. Кремлев).

В качестве стимульного материала использовались 12 фотографий животных, архитектурных сооружений и пейзажей. Все они были использованы в наших более ранних исследованиях мертвой зоны внимания (Уточкин, 2009, 2011; Utochkin, 2011). Как и в прежних экспериментах, каждая фотография имела три модификации: изменение центрального, ближнего и дальнего объектов.

**Процедура.** Испытуемые располагались примерно в 50 см от экрана монитора. В инструкции им сообщалось, что их задача — найти изменяющуюся деталь в двух попеременно сменяющих друг друга изображениях. Как только эта деталь

обнаруживалась, испытуемый должен был немедленно нажать на кнопку выносного пульта, после чего в специальной брошюре, содержащей черно-белые репродукции тестовых изображений, указать изменяющуюся деталь. В случае непреодолимых затруднений испытуемый мог пропустить ответ, для чего также должен был нажать на кнопку пульта и указать в брошюре, что изменение не было найдено.

**Предъявление стимулов.** В ходе типичной пробы испытуемому попеременно показывались оригинальное изображение (назовем его А) и его копия с модифицированной деталью (А'), причем при каждой смене изображения с А на А' или обратно на экране предъявлялся «пустой стимул» (однородное серое поле), маскирующий изменение и индуцирующий феномен слепоты к изменению. Длительность одного предъявления изображения А или А' составляла 400 мс, а длительность «пустого стимула» — 200 мс. Чередование стимулов А и А' происходило циклически до момента нажатия на кнопку пульта.

В начале эксперимента испытуемые проходили тренировочную серию, состоящую из одной пробы. Следом за ней шли две основные серии, состоящие из 12 проб каждая.

Первая серия была установочной. В ней испытуемому предъявлялись 12 тестовых изображений, и каждое содержало только центральное изменение. Если в ходе выполнения установочной серии испытуемые пропускали или неточно опознавали какие-то изменения, то по ее окончании экспериментатор предъявлял соответствующие изображения и показывал правильный ответ.

Это было необходимо для того, чтобы испытуемый точно осознал все центральные изменения и запомнил их. Смысл этой манипуляции заключался в том, что, увидев один раз зрительное изменение, человек уже не может не видеть его снова по собственному желанию. Таким образом, дополнительное внимание привлекалось к центральному объекту.

Вторая серия была зондовой. В ней осуществлялось непосредственное тестирование распределения внимания вокруг центра. Перед началом серии испытуемые получали подробные разъяснения относительно того, что такое мертвая зона внимания. Им также рекомендовалось использовать эту информацию для оптимизации поиска. Тем самым создавалась метакогнитивная установка, которая, по нашему предположению, могла оказать влияние на стратегию поиска. Затем испытуемым повторно предъявлялись 12 тестовых изображений, в которых они должны были найти еще одно изменение в дополнение к уже найденному центральному. Отметим, что центральное изменение продолжало происходить во время поиска. Второе же изменение, которое требовалось найти, было либо ближним, либо дальним. Половина предъявляемых изображений содержала ближние, половина – дальние изменения. Тип изменения в каждом изображении варьировался между испытуемыми.

**Независимая переменная.** Эксперимент имеет простой однофакторный дизайн, где в качестве независимой переменной выступает «Место изменения» – центральное, ближнее или дальнее (3 уровня).

С психофизической точки зрения процедура эксперимента была идентична процедуре нашего более раннего эксперимента (Уточкин, 2011, Эксперимент 1), в котором доказывалось, что природа мертвой зоны действительно связана с вниманием к центральному объекту. Единственным отличием настоящего эксперимента от более раннего было сообщение информации о мертвой зоне внимания. Благодаря этому стало возможным прямое сравнение результатов двух исследований на статистическом уровне. При этом процедура более раннего исследования рассматривается нами как контрольное условие по отношению к настоящему эксперименту.

**Зависимые переменные.** В эксперименте регистрировались следующие показатели: 1) медианное время поиска изменения (считалось только по пробам с успешным обнаружением, т.е. без учета пропусков); 2) процент ошибок пропуска ответа; 3) процент ошибок опознания (верное обнаружение места изменения, но неправильное описание самой менявшейся детали или характера изменения).

### *Результаты*

4.2% проб были признаны невалидными из-за неполадок с оборудованием или случайных нажатий на кнопку и исключены из дальнейшего анализа.

В таблице 1 содержатся основные результаты, полученные при трех уровнях фактора «Место изменения».

Серия непараметрических тестов по критерию Манна–Уитни показала,

что парные различия по времени поиска между центральными и ближними ( $U = 5686.0, p < 0.001$ ), центральными и дальними ( $U = 11795.0, p < 0.001$ ), ближними и дальними ( $U = 10631.0, p < 0.001$ ) изменениями значимы. Для анализа ошибок был применен критерий хи-квадрат. Он выявил значимые различия между распределениями пропусков ( $\chi^2(2) = 68.43, p < 0.001$ ) и ошибок опознания ( $\chi^2(2) = 8.21, p < 0.05$ ) в трех экспериментальных условиях. Эти эффекты обеспечиваются значимыми парными различиями между центральным и остальными двумя условиями. Парные различия между ближними и дальними изменениями оказались не значимыми для обоих видов ошибок.

Серия статистических тестов была выполнена для сравнения результатов данного эксперимента с полученными ранее (Уточкин, 2011, Эксперимент 1). Критерий Манна–Уитни не выявил значимых различий во времени поиска ни при

одном из трех условий. Критерий хи-квадрат показал, что в данном эксперименте испытуемые совершали значимо меньше пропусков ( $\chi^2(1) = 13.68, p < 0.001$ ) и ошибок опознания ( $\chi^2(1) = 5.52, p < 0.05$ ), чем в более раннем эксперименте без предварительной информации о мертвой зоне внимания.

## Эксперимент 2

### Испытуемые

Аппаратура и стимуляция были такими же, как и в Эксперименте 1.

Процедура также была близка к процедуре Эксперимента 1. Принципиальным отличием было то, что в зондовой серии в дополнение к уже найденному центральному изменению в изображение вводилось не одно, а сразу два периферических изменения — и ближнее, и дальнее. При этом испытуемому сообщалось, что он должен найти только одно изменение. Таким образом, если в

Таблица 1

Медианное время поиска и проценты ошибок при трех условиях фактора «Место изменения» (Ц — центральное изменение; Б — ближнее изменение; Д — дальнее изменение)

		С предварительной информацией о мертвой зоне (настоящий эксперимент)			Без предварительной информации (Уточкин, 2011, Эксперимент 1)		
		Ц	Б	Д	Ц	Б	Д
Время успешного поиска (с)	N	448	167	182	319	86	123
	Медиана	4.25	50.01	28.10	4.17	52.72	25.61
Пропуски	N	7	42	28	1	53	30
	%	1.5	20.1	13.3	0.3	33.3	18.8
Ошибки опознания	N	6	10	9	7	17	3
	%	1.3	4.8	4.2	2.2	10.7	1.8

Эксперименте 1 мы получили в основном временные характеристики поиска, то в Эксперименте 2 изменяются вероятностные характеристики пространственного распределения внимания. Они показывают, насколько часто внимание оказывается в тех или иных местах и задерживается в них на время, достаточное для осознанного восприятия изменений.

Как и в Эксперименте 1, испытуемым перед началом зондовой серии давалась информация о мертвой зоне внимания, т.е. происходила индукция метакогнитивной установки. Психофизическим аналогом данного эксперимента без метакогнитивной установки выступала процедура еще одного ранее проведенного нами эксперимента (Уточкин, 2011, Эксперимент 2).

### *Результаты*

По результатам эксперимента, дальнейшие изменения обнаруживаются первыми в среднем в 63% случаев ( $SD = 16\%$ ). Соответственно, ближние изменения обнаруживаются первыми в 37% случаев ( $SD = 16\%$ ). Эти различия являются высоко значимыми ( $t(36) = -4.96, p < 0.001$ ). В нашем более раннем эксперименте по аналогичной методике, но без предварительной информации о мертвой зоне внимания (Уточкин, 2011, Эксперимент 2), дальнейшие изменения были обнаружены первыми в среднем в 70% случаев ( $SD = 17\%$ ), ближние — в 30% ( $SD = 17\%$ ).

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа, результаты двух экспериментов по частоте обнаружения ближних и дальних изменений значимо не различаются.

### **Общее обсуждение**

Напомним, что основной особенностью проведенных экспериментов, в сравнении с проведенными нами ранее, явилось включение особой метакогнитивной стратегии регуляции поиска, которая могла бы привести к ослаблению или исчезновению проявлений мертвой зоны внимания, если эта мертвая зона действительно имеет высокоуровневое стратегическое происхождение.

Наши результаты оказались неоднозначными. С одной стороны, информация о мертвой зоне внимания, предоставленная испытуемым, не помогла ни устранить, ни даже ослабить один из основных признаков этого феномена — выраженное замедление поиска вблизи «центра интереса» (об этом свидетельствуют результаты Эксперимента 2, а также Эксперимента 1 применительно к переменной «Время поиска»). Несмотря на это, в Эксперименте 1 мы обнаружили, что процент пропущенных изменений и (что особенно важно) процент ошибок опознания в «ближнем» условии сравнялись с аналогичными показателями для «дальнего» условия. Это выравнивание, судя по всему, можно приписать именно действию метакогнитивной установки, поскольку при ее отсутствии процент ошибок в «ближнем» условии выше (Уточкин, 2011, Эксперимент 1).

Налицо, таким образом, своеобразное «расщепление» поискового поведения: поиск в мертвой зоне не становится более быстрым, но становится более точным. Для нахождения правдоподобного объяснения такого «расщепления» необходимо четко понимать особенности структуры

задачи, которая была поставлена перед нашими испытуемыми. Прежде всего, хотя им и была дана метакогнитивная установка, дальнейшая последовательность стимулов, как и в предыдущих исследованиях, включала в себя и ближние, и дальние изменения. Т.е. целевое событие могло располагаться как вблизи, так и вдали от «центра интереса» и испытуемые заранее не знали, где именно его следует искать. Иными словами, стратегия поиска должна была учитывать все пространство изображения как область потенциальной локализации цели. В предыдущих работах (см. Уточкин: 2011; Utochkin, 2011) мы обсуждали предположение о том, что стратегия больших скачков внимания, вероятно, является биологически оправданной при обследовании крупномасштабных зрительных сцен. Это означает, что, остановившись на одном объекте (например, наиболее интересном объекте сцены), внимание, скорее всего, переместится на большое расстояние, поскольку там находится абсолютно новый фрагмент сцены. Тогда области вблизи предыдущего фокуса внимания будут систематически «проскакиваться», что может рассматриваться как одна из причин мертвой зоны внимания. И судя по указанным выше характеристикам задачи, у наших испытуемых не было оснований менять спонтанную биологически оправданную стратегию. Таким образом, сохранение признаков мертвой зоны, по крайней мере, в скоростном аспекте решения задачи, объяснимо.

Теперь обратимся ко второй части полученных нами результатов, а именно к увеличению точности. Мы пред-

полагаем, что эти результаты отражают гораздо более локальные (как в пространстве, так и во времени) процессы применительно не столько ко всему поиску, сколько к работе внимания внутри самой мертвой зоны. Судя по всему, хотя метакогнитивная установка не влияет на стратегию рассматривания изображения в целом, она, вероятно, заставляет наблюдателя более тщательно и аккуратно просматривать именно ближнее окружение «центра интереса», избегая неточностей в опознании целевых объектов и снижая вероятность их пропусков. Иными словами, наблюдатель сознательно усиливает контроль за процессом поиска именно в той области, где, как он знает (именно это знание приобретает в ходе инструктирования о мертвой зоне), этот контроль стоит усилить. Таким образом, в масштабах нашего исследования можно говорить о локальном нисходящем влиянии метакогнитивной установки на организацию процесса внимания.

Подведем краткие итоги. Наше исследование показало, что феномен мертвой зоны внимания до некоторой степени поддается регуляции на метакогнитивном уровне. Эта регуляция локальна и в целом довольно адаптивна, т.е. при сохранении общей стратегии обследования сцены в целом метакогнитивная стратегия дополнительно подключается именно для обследования потенциальной мертвой зоны. Вместе с тем, полученные результаты по-прежнему не исключают низкоуровневого «тормозного» компонента в объяснении мертвой зоны, и более подробному исследованию этого объяснения мы планируем посвятить нашу дальнейшую работу.

## Литература

Уточкин И.С. «Мертвые зоны» внимания // Экспериментальная психология. 2009. № 2. С. 16–19.

Уточкин И.С. Мертвая зона внимания при восприятии изменений в зрительных сценах // Вопросы психологии. 2011. № 5. С. 111–120.

Фаликман М.В. Общая психология: Учебник для студентов высших учебных заведений / Под ред. Б.С. Братуся. Т. 4. М.: Академия, 2006.

Чурпикова Н.И. Метод тестирующего стимула в изучении локальных функциональных состояний в мозговых проекциях зрительных и вербальных раздражителей при осуществлении умственной деятельности // Экспериментальная психология. 2010. Т. 3. № 4. С. 72–86.

Biederman I. Recognition-by-components: A theory of human image under-

standing // Psychological Review. 1987. 94. 2. 115–147.

Desimone R., Duncan J. Neural mechanisms of selective visual attention // Annual Review of Neuroscience, 1995. 18. 193–222.

Kahneman D., Treisman A., Gibbs B.J. The reviewing of object files: Object-specific integration of information // Cognitive Psychology. 1992. 24. 2. 174–219.

Rensink R.A., O'Regan J.K., Clark, J.J. To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes // Psychological Science. 1997. 8. 5. 368–373.

Tsotsos J.K. A computational perspective on visual attention. Cambridge, MA; L.: MIT Press, 2011.

Utochkin I.S. Hide-and-seek around the centre of interest: The dead zone of attention revealed by change blindness // Visual Cognition. 2011. 19. 8. 1063–1088.

**Уточкин Игорь Сергеевич — доцент факультета психологии НИУ ВШЭ, руководитель научно-учебной группы когнитивных исследований НИУ ВШЭ, кандидат психологических наук**

Контакты: isutochkin@inbox.ru

**Стакина Юлия Михайловна — старший преподаватель факультета психологии НИУ ВШЭ, научный сотрудник научно-учебной группы когнитивных исследований НИУ ВШЭ, кандидат психологических наук**

Контакты: staulia@mail.ru