



«МЕРТВЫЕ ЗОНЫ» ВНИМАНИЯ

УТОЧКИН И. С., Высшая школа экономики, Москва

В статье описываются два экспериментальных исследования, доказывающих существование «мертвых зон» зрительного внимания. Феномен «мертвых зон» проявляется в задаче обнаружения и опознания изменений и является частным случаем широко изучаемого в настоящее время феномена слепоты к изменению – неспособности к обнаружению и/или опознанию зрительного изменения объекта в зрительной сцене при условии прерывания восприятия в момент этого изменения. «Мертвые зоны» внимания – это особенно ярко выраженная слепота к изменению объектов, расположенных вблизи объекта, привлекающего наибольшее внимание. В эксперименте 1 феномен «мертвых зон» продемонстрирован на материале стандартной методики мерцания, предназначенной для изучения слепоты к изменению в сложных зрительных сценах (Rensink et al., 1997). В эксперименте 2 феномен продемонстрирован на материале специально разработанной методики внезапного изменения. В статье обсуждаются предположения о возможных механизмах «мертвых зон» внимания.

Ключевые слова: слепота к изменению, «мертвые зоны» внимания, фокус внимания, методика мерцания, методика внезапных изменений.

Введение

Повседневное окружение человека включает в себя огромное количество предметов, обладающих широким спектром характеристик. Существенным свойством этого окружения является, помимо прочего, его динамичность: с предметами могут происходить изменения (например, объекты могут перемещаться, вещества вступать в химические реакции), и результатом этих физико-химических изменений являются изменения перцептивные. Но, несмотря на такое многообразие предметов и их возможных трансформаций, опыт наивного самонаблюдения формирует в нас уверенность в том, что мы в состоянии «охватить» своим сознанием все предметы и заметить все изменения, которым они подвергаются (Beck et al., 2007; Levin et al., 2002). Так, например, водитель автомобиля убежден, что если на дорогу внезапно выбежит пешеход или включится красный сигнал светофора, он сразу же это заметит и успеет предпринять соответствующие действия. Однако эта интуитивная уверенность в возможностях собственного зрительного восприятия не всегда оправданна. Если изменение произойдет в стабильном зрительном поле, скорее всего оно будет автоматически обнаружено детекторами движения и действительно сразу же привлечет к себе внимание. Однако если изменение происходит в момент, когда стабильное восприятие прерывается (например, человек перевел взор или воспринимаемая сцена на короткое время была заслонена), сознание обнаруживает поразительную неспособность зафиксировать это изменение. В течение последних 10–15 лет психологами активно изучается этот феномен, получивший название *слепоты к изменению* (*change blindness*).

Несколько впечатляющих примеров повседневной слепоты к изменению были продемонстрированы в экспериментах, выполненных Д. Саймонсом и Д. Левиным. В одном из полевых исследований (Simons, Levin, 1998) экспериментатор под видом прохожего подходил к наивным испытуемым – реальным прохожим – и просил по карте показать дорогу к одному из объектов университетского городка. Через 15–20 секунд после начала разговора двое фиктивных рабочих проносили между экспериментатором и испытуемым дверь.



В этот момент экспериментатор менялся местами с одним из рабочих. Таким образом, когда дверь уносили, перед испытуемым стоял уже другой человек. В этой ситуации почти половина испытуемых не заметили подмены собеседника и продолжали свои объяснения. В другой серии экспериментов (Levin, Simons, 1997) испытуемые смотрели короткие видеофрагменты, в которых был применен монтаж, т. е. мгновенная смена ракурсов съемки, и во время этой смены происходили изменения. В экспериментах обнаружилось, что почти 70 % испытуемых не замечали подмены главного действующего лица, а изменения менее существенных деталей (например, предметов одежды или посуды) оставались проигнорированными почти в 100 % случаев!

Приведенные выше примеры касались слепоты к изменениям, происходящим неожиданно. Однако феномен слепоты к изменению проявляется и в тех случаях, когда субъект заранее знает о факте изменения и ищет его активно. Существует ряд специализированных лабораторных методик, изучающих целенаправленный поиск изменений. Самой известной такой методикой является *парадигма мерцания (flicker paradigm)* (Rensink et al., 1997): испытуемому на экране попеременно предъявляются два статичных изображения, отличающихся друг от друга всего одной деталью, а в перерыве между ними – пустой экран. Задача испытуемого – указать, какая деталь изменяется. Кроме того, при восприятии статичных изображений слепоту к изменению можно получить, если поверх изображения на короткое время предъявлять локальные дистракторы (так называемый эффект «грязевых брызг» – *mud splashes*) и одновременно с этим вводить изменение, пусть даже и не заслоненное от наблюдателя (O'Regan et al., 1999). Наконец, если изменение происходит во время саккады, оно также может остаться незамеченным (Grimes, 1996 – по: Simons, 2000).

Феномен слепоты к изменению тесно связан с проблемой *зрительного внимания* человека и традиционно относится к классу так называемых ошибок внимания. Факторы, которые влияют на легкость или сложность нахождения изменений, исследователи традиционно связывают с управлением вниманием. Так, изменения, происходящие с предметами, передающими основной смысл зрительной сцены, замечаются гораздо легче, чем изменения второстепенных деталей. В терминологии Р. Рензинка и его коллег (Rensink et al., 1997) значимые предметы сцены называются предметами *основного интереса (central interest)*, а второстепенные – предметами *побочного интереса (marginal interest)*.

В одном из наших более ранних исследований изучались стратегии зрительного поиска изменений в сложных сценах (Utochkin, submitted). Для данного исследования нами использовались изображения только со второстепенными изменениями. Именно в ходе этого исследования было сделано наблюдение, которое легло в основу настоящей экспериментальной работы. Так, мы обнаружили, что испытуемые на некоторых изображениях особенно долго не могли найти изменения, находящиеся «на самом видном месте», т. е. очень близко к тому месту, которое, по нашим представлениям, должно было привлекать к себе основное внимание. Парадоксально, но такие близкие изменения подчас обнаруживались даже медленнее, чем изменения, происходящие вдали от объектов, привлекающих внимание. Тем не менее, у нас не было достаточных доказательств того, что такой эффект «проигрыша» ближних изменений дальним является систематическим и что он связан именно с объектом, преимущественно находящимся в фокусе внимания.

Исследование, описываемое в настоящей работе, направлено на то, чтобы в систематически контролируемых экспериментальных условиях подтвердить или опровергнуть гипотезу, сделанную на основе вышеописанного наблюдения. В общем виде эту гипотезу можно сформулировать следующим образом: второстепенные изменения, происходящие



ближе к фокусу внимания, замечаются хуже, чем те, которые происходят далеко от него. В свою очередь, это означает, что ближние изменения должны медленнее обнаруживаться испытуемыми, а также, вероятно, хуже опознаваться.

Для проверки этой гипотезы нами были проведены два эксперимента по обнаружению и опознанию зрительных изменений. При этом в качестве стимульного материала были специально отобраны сложные изображения, содержащие явный «тематический центр» – объект, привлекающий к себе основное внимание (процедура отбора изображений описана ниже). Соответственно, ближние или дальние изменения второстепенных объектов вводились относительно расположения этого главного объекта.

В обоих экспериментальных задачах испытуемые должны были найти зрительные изменения, затратив на это как можно меньше времени, и описать, что именно менялось, т. е. выполнить обнаружение и опознание. Принципиальные отличия между двумя экспериментами состояли в условиях предъявления изменений. В первом случае использовалась стандартная *методика мерцания* (Rensink et al., 1997), в которой изменение происходит регулярно, но каждое изменение скрыто от глаз наблюдателя пустым экраном. Во втором случае (эксперимент 2) нами была разработана и использована *методика внезапного изменения*, т. е. ситуация, когда изменение происходит на глазах испытуемого, но всего один раз и в неожиданный момент. Хотя этот вариант задачи на обнаружение изменения обычно не используется в соответствующей экспериментальной области, он обладает более высокой экологической валидностью в сравнении с методикой мерцания, поскольку в большей степени приближен к реальному восприятию, где изменения происходят чаще всего внезапно и не повторяются. Таким образом, использование двух вариантов методики обнаружения изменений было призвано усилить эмпирическую базу доказательства или опровержения основной гипотезы.

Эксперимент 1

Методика

Испытуемые

В исследовании приняли участие 55 студентов факультета менеджмента ГУ-ВШЭ – 18 мужчин и 37 женщин. Средний возраст испытуемых – 18,7 лет. Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрение.

Аппаратура и стимуляция

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

В качестве стимулов были использованы 15 оригинальных фотографий, содержащих природные и городские пейзажи, изображения архитектурных сооружений и животных. Для каждой из фотографий с помощью программ Adobe Photoshop и MS Paint были изготовлены модификации, отличающиеся от оригиналов одной деталью. Кроме этих фотографий также использовался слайд с однородным серым полем, выполнявшим функцию «пустого стимула» (по методике мерцания).

12 из 15 фотографий использовались в основных сериях эксперимента и были специально отобраны с помощью двойной процедуры, включавшей в себя экспертную оценку и запись движений глаз. Целью данной процедуры был выбор только таких изображений, которые включали бы в себя один наиболее привлекательный (главный) объект или часть объ-

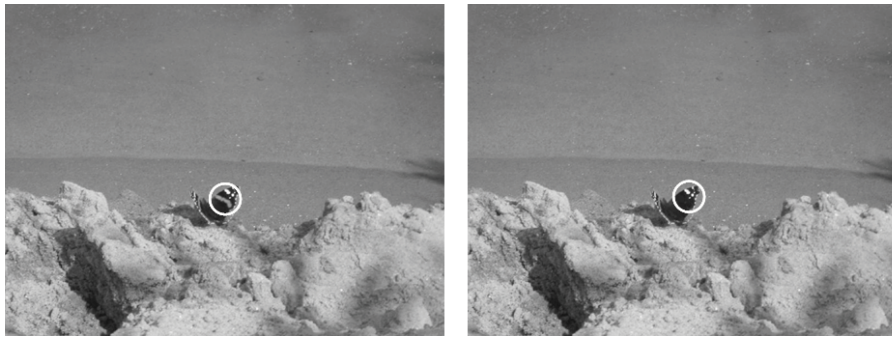


екта и множество более или менее значимых (второстепенных) объектов, которые бы явно уступали главному по привлекательности. В процедуре экспертной оценки участвовали 17 студентов факультета психологии ГУ-ВШЭ. Им было предъявлено 16 изображений, предположительно обладавших вышеуказанным свойством. Каждое изображение предъявлялось в программе MS PowerPoint с помощью мультимедийного проектора в течение 25 с. После предъявления каждого изображения испытуемые должны были по памяти письменно перечислить все детали, которые они видели на изображении, особо выделив главную, по их мнению, деталь, привлекающую больше всего внимания. Данная процедура напоминает процедуру определения главных и второстепенных объектов, использованную в классическом исследовании Р. Рензинка и коллег (Rensink et al., 1997). Прошедшими отбор считались те изображения, в которых не менее 75 % экспертов указали одну и ту же главную деталь. Этому критерию удовлетворили 14 из 16 изображений. В процедуре записи движений глаз приняли участие 9 испытуемых, которым ставилась задача свободного рассматривания тех же самых 16 изображений, что и в задании на экспертную оценку. Время предъявления каждого изображения составило 25 с. Опыт проводился на базе факультета психологии МГУ им. М. В. Ломоносова с помощью системы регистрации движений глаз SMI RED III (частота смены кадра 50 Гц)¹. Рассчитывался процент от общего времени фиксации заранее заданных сегментов зрительной сцены, содержащих центральный и некоторые из наиболее часто упоминаемых периферических объектов. Если объект был достаточно крупным (более 4°), он делился на более мелкие сегменты. С помощью данной методики были отобраны изображения, в которых сегменты с максимальным процентом времени фиксации совпали с главными объектами (по экспертным оценкам) и этот максимальный процент не менее чем в 3 раза превысил процент времени фиксации любого другого сегмента. В результате было отбраковано еще два изображения, и для основной серии эксперимента использовалось 12 изображений.

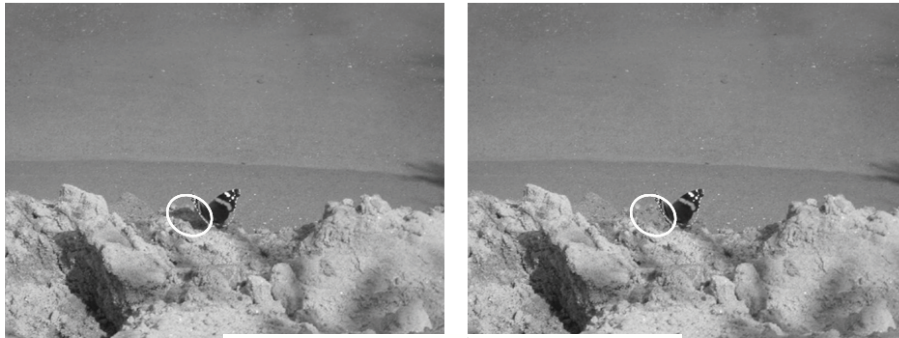
Для каждого из 12 изображений было сделано по три модификации в зависимости от тестируемого места изменений. Изменение могло происходить: 1) с главным объектом (или наиболее привлекательной его частью, если весь объект занимал большую площадь на экране), 2) с второстепенным объектом вблизи главного и 3) с второстепенным объектом вдали от главного. Соответственно, три типа изменений были названы нами: 1) центральными (поскольку главный объект рассматривался как система отсчета), 2) ближними и 3) дальними. Пример всех типов изменений представлен на рис. 1. К сожалению, уравнивать второстепенные и главные изменения по перцептивным и тем более семантическим характеристикам оказалось невозможным, поскольку зачастую эти характеристики и определяли статус объекта – главный он или второстепенный². Однако для ближних и дальних изменений такое уравнивание было сделано: на соответствующих модификациях одного изображения изменению подвергаются сходные объекты, приблизительно равные по угловому размеру, яркости и цвету. Например, на рис. 1 в качестве ближнего меняющегося объекта выступает исчезающая тень на песке от бабочки, а в качестве дальнего – такая же по площади часть тени от песчаной горки.

¹ Автор выражает глубокую признательность О. А. Михайловой за помощь в организации и проведении опытов с регистрацией движений глаз и в обработке результатов этих опытов.

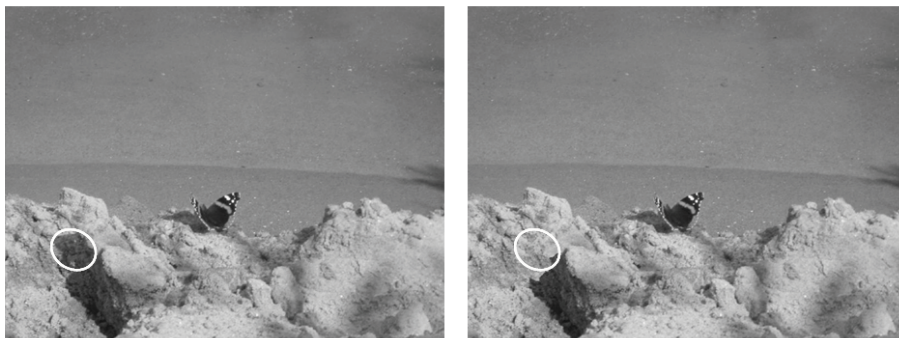
² Впрочем, полное уравнивание периферических и центральных изменений не является принципиальным, поскольку основным предметом для сравнения служат ближние и дальние периферические изменения. Введение в эксперимент центральных изменений служит скорее контрольным условием, которое позволяет удостовериться, что соответствующий объект находится в фокусе внимания испытуемого.



а



б



в

Рис. 1. Примеры зрительных изменений одного и того же изображения, использованных в экспериментах 1 и 2:

а – центральное изменение; б – ближнее изменение; в – дальнее изменение.

Остальные три из пятнадцати фотографий были взяты из предыдущих исследований слепоты к изменению, проведенных нами в лаборатории экспериментальной психологии ГУ-ВШЭ (Utochkin, submitted), и использованы для тренировочной серии. Эти изображения не проходили такого же отбора, как изображения для основной серии, поскольку служили только для ознакомления испытуемых с методикой проведения опыта.



Процедура

Испытуемые усаживались перед экраном на расстоянии 60 см от монитора. В инструкции им сообщалось, что их задача – найти единственное различие между двумя попеременно сменяющимися друг друга изображениями. Как только различие обнаруживалось, испытуемый должен был немедленно сигнализировать об этом нажатием на кнопку Y клавиатуры персонального компьютера, после чего на статичном слайде показать и назвать экспериментатору изменяющуюся деталь. В случае непреодолимых затруднений испытуемый мог пропустить ответ, для чего также должен был нажать на кнопку Y и сообщить, что он не видит изменения. Если испытуемый не останавливал предъявление в течение 5 мин с начала мерцания, то по прошествии этого времени его останавливал экспериментатор.

Предъявление стимулов. В ходе типичной пробы испытуемому попеременно показывались оригинальное изображение (назовем его А) и его копия с модифицированной деталью (назовем его А`), причем при каждой смене изображения с А на А` или обратно на экране предъявлялся «пустой стимул», что соответствует классическому алгоритму методики мерцания (Rensink et al., 1997). 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 обнаружения изменения, т. е. до нажатия на кнопку. Одна последовательность «А-пустой стимул – А`-пустой стимул» рассматривалась как полный *цикл мерцания*. Схема мерцания показана на рис. 2. После нажатия на кнопку на экране появлялось изображение А (уже без лимитированного времени экспозиции), на котором испытуемый должен был показать и назвать меняющуюся деталь, после чего экспериментатор запускал следующую пробу.



Рис. 2. Схема типичной пробы в эксперименте 1 (данное изображение не использовалось в настоящем исследовании).

В начале эксперимента испытуемые проходили тренировочную серию, состоящую из трех проб. Следом за тренировочной серией шла основная серия, состоящая из 12 проб, из которых четыре пробы содержали центральное изменение, четыре пробы – ближнее и четыре пробы – дальнее. Пробы с разными типами изменений предъявлялись в



квазислучайном порядке так, чтобы один тип изменений не встречался два раза подряд. Каждое изображение встречалось у одного испытуемого только в одной пробе и только с одним из возможных типов изменения. Соответственно, разные типы изменений одного и того же изображения варьировались между испытуемыми.

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

Зависимые переменные. В эксперименте регистрировались следующие показатели: 1) время поиска изменения, измеренное в циклах мерцания (А-пустой экран – А`-пустой экран, 1 цикл = 1200 мс); 2) вероятность ошибок пропуска ответа; 3) вероятность ошибок опознания (верное обнаружение места изменения, но неправильное описание самой менявшейся детали или характера изменения). Помимо ошибок пропуска и опознания была возможна ошибка локализации, когда испытуемый усматривал изменение в неизменной детали, находившейся в другой части экрана, нежели истинная цель. Эта ошибка, однако, была настолько редкой, что специально не анализировалась. Особо отметим, что время нахождения изменения рассчитывалось только по тем пробам, в которых испытуемый верно находил изменение, т. е. не сделал ошибок локализации или пропуска.

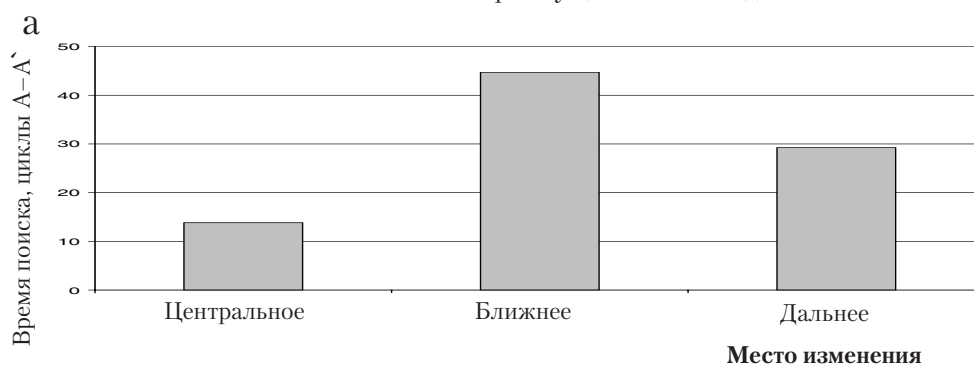
Результаты

Результаты эксперимента 1 представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1. Средние и стандартные отклонения зависимых переменных (по результатам эксперимента 1).

Место изменения	Время поиска, циклы А-А`	Вероятность ошибки пропуска ответа	Вероятность ошибки опознания
Центральное	13,82±11,17	0,05±0,10	0,02±0,06
Ближнее	44,70±25,93	0,31±0,21	0,19±0,18
Дальнее	29,25±18,86	0,20±0,18	0,07±0,12

Дисперсионный анализ с повторными измерениями показал, что существуют значимые различия между тремя условиями предъявления изменений для времени поиска изменений ($F(2,53)=74,90, p<0,001$), вероятности ошибки пропуска ($F(2,53)=31,11, p<0,001$) и вероятности ошибки опознания ($F(2,53)=21,99, p<0,001$). Дополнительная проверка с помощью апостериорных тестов показала, что значимыми являются все парные различия между условиями. Как видно из табл. 1 и рис. 3, центральные изменения в целом обнаруживаются быстрее и чаще и опознаются точнее, чем периферические, при этом среди периферических изменений по всем показателям преимущество имеют дальние.



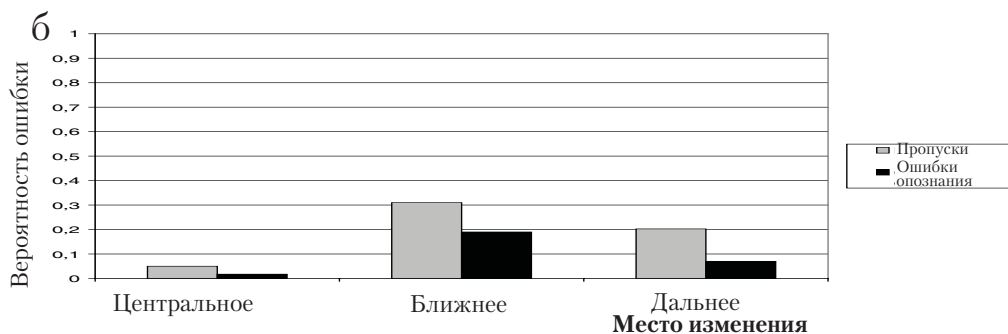


Рис. 3. Средние показатели: а – времени поиска и б – вероятностей ошибок пропуска ответа и опознания в зависимости от места изменения (по результатам эксперимента 1).

Эксперимент 2

Методика

Испытуемые

В исследовании приняли участие 34 студента факультета менеджмента ГУ-ВШЭ – 16 мужчин и 18 женщин. Средний возраст испытуемых – 18,8 лет. Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрение.

Аппаратура и стимуляция

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

В качестве стимулов использовались те же оригинальные и модифицированные изображения, что и в эксперименте 1. Кроме того, для регистрации моторных ответов испытуемых использовались специально сконструированные пульта, обеспечивающие регистрацию времени реакции с погрешностью не более 2 мс.

Процедура

Отличие процедуры данного эксперимента от эксперимента 1 состоит в том, что вместо методики мерцания использовалась специально созданная нами методика внезапного изменения, при которой изменение не скрыто от наблюдателя пустым экраном (а потому его легче заметить), но происходит всего один раз в течение пробы и в неизвестный для испытуемого момент. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы, заметив это единственное изменение, максимально быстро нажать на кнопку пульта, а затем сообщить экспериментатору об изменении.

Типичная проба эксперимента 2 включала в себя предварительный просмотр, период ожидания изменения и показ изменения. В ходе предварительного просмотра на экране в течение 5 сек демонстрировалось оригинальное изображение А и испытуемому предлагалось ознакомиться с основными элементами зрительной сцены. Сразу после исчезновения изображения А на 1 сек появлялся серый фон с белой надписью «ВНИМАНИЕ!», означавшей, что испытуемому следует ожидать изменения. Период ожидания изменения составлял 10 сек, в течение которого один раз происходила смена изображения с А на А'. Субъективно смена изображений воспринималась испытуемым как мгновенное изменение одной детали в зрительной сцене. Смена изображений могла произойти в любой момент с третьей по восьмую секунду (т. е. в течение 6 сек) с шагом 500 мс. Иными словами, изображение А присутствовало на экране не менее 2 сек в начале интервала ожидания, а изображение А' – не менее 2 сек в конце этого интервала. Как



только изменение наступало, испытуемый должен был немедленно нажать на кнопку пульта. Если испытуемый не нажимал на кнопку пульта в течение 2000 мс с момента изменения, то по окончании интервала ожидания на экране вновь появлялось слово «ВНИМАНИЕ!» и интервал ожидания повторялся вновь, и так до тех пор, пока испытуемый не нажимал на кнопку в ответ на изменения. По завершении интервала ожидания (при условии, что испытуемый вовремя нажал на кнопку) на экране появлялся серый фон с белой надписью «Покажите изменение», после чего на экране статично предъявлялось модифицированное изображение А` для показа изменения. Испытуемый должен был показать место изменения, назвать изменившуюся деталь и характер изменения (появление, исчезновение, смена цвета и т. п.).

В отличие от эксперимента 1, где каждое из 12 основных изображений предъявлялось только с одной из трех возможных модификаций, в эксперименте 2 предъявлялись все три модификации, но в разных пробах. Таким образом, общее количество проб в основной серии составило 36: 12 изображений с тремя типами изменений. При этом последовательность проб была составлена таким образом, чтобы каждому типу изменений равное количество раз предшествовал другой из двух оставшихся типов, а два одинаковых типа изменения встречались не более двух раз подряд. При этом в половине случаев последовательность проб предъявлялась в прямом, а в другой половине – в обратном порядке, т. е. в эксперименте была применена схема реверсивного уравнивания. Кроме того, основной серии эксперимента 2 предшествовала тренировочная серия, состоявшая из трех проб, в которые были включены те же изображения, что и в тренировочную серию эксперимента 1.

Независимой переменной, как и в эксперименте 1, был фактор «Место изменения», который варьировался на трех уровнях: центральное, ближнее и дальнее.

Зависимые переменные. Поскольку в эксперименте 2 изменение происходило на глазах испытуемого, задача обнаружения не требовала столь же развернутого во времени поиска. В связи с этим основным скоростным параметром было *время реакции* (ВР) испытуемого на зрительное изменение. Еще одна переменная – *вероятность ошибки опознания*, аналогичная одноименной переменной в эксперименте 1.

Особое место в процедуре анализа заняли ошибки пропуска. Поскольку согласно процедуре эксперимента проба повторялась до тех пор, пока испытуемый не обнаруживал изменения, общая (накопленная) вероятность пропусков должна была равняться 0, что равнозначно вероятности обнаружения, равной 1. Однако вероятность обнаружения для каждого повтора пробы не равна 1, и этот показатель информативен, с точки зрения феномена слепоты к изменению. Поэтому в качестве еще одной зависимой переменной мы рассматривали *вероятность обнаружения изменений* для четырех повторных предъявлений пробы, так как более четырех попыток испытуемым не требовалось. Ошибки локализации не анализировались, поскольку практически не встречались в ходе эксперимента.

Результаты

Общие результаты эксперимента представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Средние и стандартные отклонения времени реакции и вероятности ошибок опознания (по результатам эксперимента 2).

Место изменения	Номер попытки				Общая вероятность обнаружения
	1	2	3	4	
Центральное	0,90	0,08	0,01	0,01	1,0
Ближнее	0,84	0,12	0,03	0,01	1,0
Дальнее	0,85	0,12	0,02	0,01	1,0



Таблица 3. Вероятности своевременного обнаружения изменения в зависимости от номера попытки.

Место изменения	ВР на изменение	Вероятность ошибки опознания
Центральное	597±202	0,17±0,11
Ближнее	561±196	0,50±0,16
Дальнее	584±190	0,31±0,13

Дисперсионный анализ с повторными измерениями выявил значимые различия между тремя условиями независимой переменной для вероятности ошибки опознания ($F(2,32)=56,70, p<0,001$). Дополнительная проверка с помощью апостериорных критериев показала, что значимыми являются все парные различия между условиями. Как видно из табл. 2 и графика (рис. 4), меньше всего ошибок испытуемые допускают при опознании центральных изменений, больше всего – при опознании ближних изменений. Для ВР и показателей вероятности обнаружения при разных попытках различия между условиями независимой переменной оказались незначимыми.



Рис. 4. Средние значения вероятностей ошибок опознания в зависимости от места изменения (по результатам эксперимента 2).

Общее обсуждение

Как видно из результатов эксперимента 1, выполненного по стандартной методике мерцания, у испытуемых наблюдается выраженный феномен слепоты к изменению. Для нас, однако, наиболее важным является пространственное «распределение» слепоты относительно объектов или частей объектов, которые находятся преимущественно в фокусе внимания. Сравнительно короткое время поиска и низкий процент ошибок при обнаружении и опознании изменений, обозначенных нами как центральные, являются свидетельством в пользу того, что соответствующие объекты действительно привлекают к себе больше внимания, чем прочие объекты, которые подвергались изменению.

Что касается изменений ближних и дальних второстепенных объектов, нами были обнаружены феномены, в целом соответствующие предварительным наблюдениям и общей гипотезе настоящего исследования. Еще раз укажем на эти эффекты: 1) ближние изменения ищутся примерно в 1,5 раза дольше, чем дальние; 2) ближних изменений в 1,5 раза чаще вообще не удается найти; 3) наконец, испытуемые почти в три раза чаще совершают ошибки при опознании ближних изменений. Таким образом, все результаты эксперимента 1 указывают на снижение эффективности решения перцептивной задачи в отношении объектов, находящихся вблизи фокуса внимания.



Теперь обратимся к результатам эксперимента 2. Отличительной особенностью этого эксперимента, по сравнению с экспериментом 1, было то, что изменение, которое необходимо было обнаружить, не было скрыто от глаз испытуемого и могло быть найдено автоматически, без длительного обследования зрительной сцены, как в стандартной методике мерцания.

Тем не менее, несмотря на видимую простоту этого задания, в нем также были заключены определенные сложности для испытуемого. Главная из них заключалась в том, что изменение происходило всего один раз в течение пробы в неизвестный заранее момент и в неизвестном месте. Соответственно, в течение всего интервала наблюдения испытуемый имел только одну возможность заметить и опознать изменение. В отличие от стандартной методики мерцания, реализованной в эксперименте 1, эта ситуация более близка к ситуациям реального восприятия, где события зачастую происходят не систематически и не повторяются.

В эксперименте 2 о процессах обнаружения и опознания изменений свидетельствуют разные зависимые переменные. На обнаружение прежде всего указывают ВР и вероятность обнаружения в каждой повторной попытке. На эффективность процесса опознания указывает вероятность ошибок опознания.

Как показывает распределение вероятностей обнаружения изменений по четырем повторным попыткам (см. табл. 3), процесс обнаружения даже в условиях отсутствия маскировки не является идеально эффективным, хотя вероятность обнаружения изменения уже с первой попытки довольно высока: 0,84–0,90. Иными словами, в эксперименте 2 нами были обнаружены признаки слепоты к изменению. Наиболее вероятными причинами слепоты в данных условиях являются мигания и движения глаз, совпадающие по времени с моментом изменения (по: Simons, 2000), хотя соответствующей синхронизации в ходе эксперимента не проводилось.

Обратимся теперь к анализу эффективности обнаружения изменений относительно трех условий независимой переменной. Согласно полученным результатам, место зрительного изменения не влияет ни на ВР, ни на вероятность обнаружения. Этим результат эксперимента 2 принципиально отличается от результатов эксперимента 1, где были показаны зависимости как времени поиска, так и вероятности ошибок пропуска от места изменения.

На наш взгляд, такое различие результатов может быть объяснено разными требованиями, которые предъявляют две экспериментальные задачи к процессам внимания. Так, успешное обнаружение изменений в эксперименте 1 возможно при условии активного и тонкого «сканирования» зрительной сцены, где одну из ведущих ролей играют процессы произвольного внимания, которые, несомненно, связаны с осмысленным восприятием сцены и ее элементов. Отсюда – неравномерное уделение внимания³ разным частям изображения относительно его смыслового ядра – объекта, обозначенного нами как центральный. Отметим также, что уделять внимание разным частям изображения в условиях мерцания испытуемый может скорее всего только последовательно, и, следовательно, время и вероятность пропусков зависят от того, как часто, как долго и как тщательно испытуемый обследует тот или иной объект или пространственный сегмент. Если обратиться к традиционной

³ В данном контексте мы предпочитаем термин «уделение внимания» более привычному термину «распределение внимания». Дело в том, что под распределением внимания обычно понимают одновременное нахождение нескольких содержаний в фокусе внимания. В настоящей работе речь идет скорее о частоте последовательных попаданий объектов в фокус внимания и о времени нахождения объектов в этом фокусе.



терминологии, можно сказать, что ведущую роль здесь играют процессы фокального внимания (Neisser, 1967). В эксперименте 2, напротив, задание ориентирует испытуемого широко распределять внимание по всему пространству изображения, чтобы не пропустить событие, которое произойдет всего однажды в любой части этого пространства. По У. Найссеру, здесь задействованы процессы предвнимания, реализующие функцию бдительности и глобального мониторинга. Изменение, происходящее на глазах испытуемого, в свою очередь обнаруживается автоматически и является сильной детерминантой непроизвольного внимания на самом базовом его уровне – уровне вынужденного (Добрынин, 1938), или экзогенного, (Jonides, 1981) внимания. Такой процесс протекает не только автоматически, но и преимущественно параллельно (Jonides, 1981), что и проявилось в показателях ВР в эксперименте 2: как обычно бывает при параллельных процессах, ВР не зависело от места изменения. Вероятно, эти экзогенные детерминанты превосходят по силе детерминанты более высокого уровня, связанные с интересом и значением воспринимаемых объектов.

Тем не менее, несмотря на отсутствие связи между местом изменения и эффективностью обнаружения, в эксперименте 2 четко проявилось влияние места изменения на процессы опознания, для которых недостаточно предвнимательного грубого параллельного анализа сцены. В целом можно отметить, что вероятность ошибок опознания в эксперименте 2 значительно выше, чем в эксперименте 1. На наш взгляд, это связано с тем, что в эксперименте 1 изменения носили регулярный характер и испытуемый, обнаружив изменение, имел возможность перепроверить свои предположения относительно меняющегося объекта и характера изменения. В эксперименте 2 изменение происходило только однажды, и, обнаружив его, испытуемый дальше имел дело только с измененным объектом и при опознании изменения должен был опираться только на образ памяти. Именно при анализе ошибок опознания нами был получен эффект, сходный с аналогичным эффектом в эксперименте 1: наименьший процент ошибок опознания испытуемые допускают по отношению к изменениям центральных объектов, а наибольший – по отношению к изменениям ближних объектов. Для объяснения этого факта позволим себе сделать следующее предположение: вероятно, при ознакомлении с изображением в ходе предварительного просмотра и далее, при ожидании изменения, испытуемый обследует объекты и запоминает некоторые их характеристики. Разумно предположить, что лучше всего будут запомнены характеристики тех объектов, которые чаще всего оказывались в фокусе внимания, прежде всего это центральные объекты. В результате, чем точнее запомнены характеристики объектов, тем ниже вероятность ошибки опознания. Можно, таким образом, предположить, что поскольку объекты, находящиеся близко к центральному, чаще других опознаются неправильно, то, вероятно, внимания этим объектам уделяется меньше всего. Отметим, что, в отличие от простого обнаружения изменения, успешное выполнение задачи опознания в значительной мере опирается на активное (произвольное) и последовательное обследование зрительной сцены.

Подведем краткие итоги двух проведенных экспериментов. Нами было обнаружено, что перцептивная задача обнаружения и опознания изменений решается наименее эффективно в отношении второстепенных объектов *вблизи* смыслового центра изображения. Так, было показано, что испытуемые ищут такие изменения дольше, чем изменения более дальних, но также второстепенных объектов. Далее, было обнаружено, что изменения ближних объектов чаще остаются незамеченными и чаще опознаются неправильно.

Поскольку выделенный нами класс феноменов описан в данной работе впервые (по крайней мере, в области исследований обнаружения изменений), мы позволили себе вве-



сти авторский термин для его обозначения – **«мертвые зоны» внимания**. Понятие «мертвых зон» заимствовано нами из профессиональной автомобильной терминологии – там оно обозначает боковое пространство вокруг автомобиля, выпадающее из прямого обзора водителя и из зоны обзора зеркал заднего вида. По нашему предположению, вероятность обследования ближней периферии внимания по каким-то причинам снижена, как снижена она в «мертвых зонах» водительского места. На рис. 5 изображена гипотетическая схема уделения внимания объектам на примере стимула, использованного в экспериментах 1 и 2. Так, периферические объекты показаны областями пониженной светлоты, при этом предполагаемая «мертвая зона» внимания затемнена максимально.

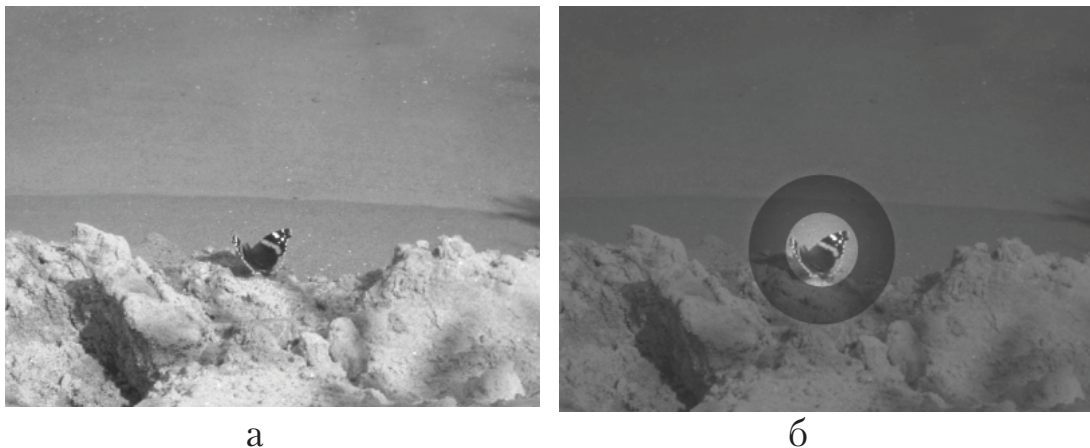


Рис. 5. Гипотетическая схема уделения внимания частям зрительной сцены относительно центрального объекта: а – исходное изображение; б – изображение, графически демонстрирующее фокус, периферию и «мертвую зону» внимания.

Хотя результаты данного исследования лишь выявляют факт существования «мертвых зон» и не раскрывают его механизмов, однако имеет смысл очертить возможные гипотезы, которые могут быть проверены в будущих экспериментах. В первую очередь просматривается определенное сходство феномена «мертвых зон» с хорошо изученными сенсорными механизмами зрительного восприятия фигур, в частности, с механизмом латерального торможения, которое заключается в ослаблении ответов рецепторов сетчатки на световой стимул при более интенсивном возбуждении соседних рецепторов, по сравнению с изолированным ответом на стимул той же светлоты. Традиционно с механизмом латерального торможения связывают способность зрительной системы фиксировать резкие перепады яркости, благодаря чему возможно выделение фигуры из фона по четко воспринимаемому контуру. Вероятно, подобную функцию выполняет и «мертвая зона»: образы второстепенных объектов, расположенных вблизи главного, могут подвергаться торможению, что способствует выделению последнего в качестве «фигуры», понимаемой как главный объект воспринимаемой сцены. Вместе с тем, на наш взгляд, характер «мертвых зон» должен быть не периферическим, как в случае латерального торможения, а скорее центральным.

Еще одним важным результатом двух экспериментов является то, что «мертвые зоны» внимания проявляют себя в основном в тех показателях, которые предположительно являются результатом активного обследования зрительной сцены. Этот активный процесс свя-



зан с неравномерным уделением внимания главным и второстепенным деталям. Напротив, те компоненты обнаружения изменений, которые опираются на систему произвольного (экзогенного) внимания, не зависят от значимости объекта, подвергнутого изменению, и признаков «мертвых зон» в них не наблюдается. Таким образом, можно выдвинуть гипотезу о том, что «мертвые зоны» внимания являются следствием относительно высокоуровневых процессов произвольного внимания, участвующих в осмысленном восприятии сложных сцен и происходящих в них событий.

Выводы

1. В ходе двух экспериментов был выявлен комплекс феноменов, указывающий на относительное снижение эффективности обнаружения и опознания зрительных изменений в той пространственной области, которая примыкает к объекту, привлекающему к себе внимание. Этот комплекс явлений включает в себя увеличение времени поиска изменений, вероятности их пропуска (что можно также описать как усиление феномена слепоты к изменению), а также возрастание количества ошибок опознания. Данный комплекс феноменов был назван нами **«мертвыми зонами» внимания.**

2. Признаки «мертвых зон» внимания проявляются по-разному в зависимости от условий задачи поиска. Так, если изменение происходит на глазах испытуемого, привлекая тем самым его произвольное внимание, оно обнаруживается автоматически, и «мертвых зон» не наблюдается. Если изменение систематически маскируется предъявлением пустого фона (классическая методика мерцания), что затрудняет обнаружение изменений, «мертвые зоны» внимания проявляются в процессе активного поиска этих изменений. Кроме того, «мертвые зоны» проявляются при **опознании** изменений вне зависимости от условий **обнаружения.**

Литература

- Добрынин Н. Ф. О теории и воспитании внимания // Психология внимания / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. Я. Романова. М.: ЧеРо, 2005. С. 518–533.
- Beck M. R., Levin D. T., Angelone B. L. Metacognitive errors in change detection: Lab and life converge // *Consciousness and Cognition*. 2007. V.17. P. 58–62.
- Jonides J. Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement // Long J. B., Baddeley A. D. (eds.) *Attention and Performance IX*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1981. P. 187–203.
- Levin D. T., Drivdahl S. B., Momen N., Beck M. R. False predictions about the detectability of visual changes: The role of beliefs about attention, memory, and the continuity of attended objects in causing change blindness // *Consciousness and Cognition*. 2002. V. 11. P. 507–527.
- Levin D. T., Simons D. J. Failure to detect changes to attended objects in motion pictures // *Psychonomic Bulletin and Review*. 1997. V. 4. № 4. P. 501–506.
- Neisser U. *Cognitive psychology*. N. Y.: Appleton-Century-Crofts, 1967.
- O'Regan J. K., Rensink R. A., Clark J. J. Change blindness as a result of 'mudsplashes' // *Nature*. 1999. V. 398. P. 34.
- 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. V. 8. № 5. P. 368–373.
- Simons D. J. Current approaches to change blindness // *Visual Cognition*. 2000. V. 7. P. 1–15.
- Simons D. J., Levin D. T. Failure to detect changes to people during real-world interaction // *Psychonomic Bulletin and Review*. 1998. V. 5. № 4. P. 644–649.



Utochkin I. S. Strategies of visual search for changes in complex scenes // Journal of Russian and East European Psychology. Submitted.

Velichkovsky B. M., Dornhoefer S. M., Kopf M., Helmert J., Joos M. Change detection and occlusion modes in road-traffic scenarios // Transportation Research. Part F. 2002. V. 5. P. 99–109.

«DEAD ZONES» IN ATTENTION

UTOCHKIN I.S., Higher school of economics, Moscow

This essay describes two experimental studies, which demonstrate the existence of «dead zones» in visual attention. The phenomenon of «dead zones» manifests in the task of finding and identifying changes, and is one example within the currently widely-studied field of change blindness – the inability to find and/or identify visual changes of an object in a field of vision, under the conditions of interruptions of perception in the moment of the aforementioned changes. «Dead zones» in visual attention are starkly expressed «blindness» to changes in objects which are located in close proximity to an object which attracts higher attention. In Experiment 1, the phenomenon of «dead zones» is demonstrated in the context of a standard methodology of «flickering», designed to study change blindness in complex visual scenarios (Rensink et al., 1997). In Experiment 2, the phenomenon is demonstrated by a specially developed methodology of sudden changes. This essay discusses hypotheses of the possible mechanisms pertaining to these «dead zones» in attention.

Keywords: change blindness, «dead zones» in attention, attention focus, flicker methodology, sudden change methodology.

Transliteration of the Russian references

Dobrynin N.F. О теории и воспитании внимания // Психология внимания / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. Я. Романова. М.: ЧеРо, 2005. С. 518–533.