

Н. Е. Андрианова, М. В. Зотов

ФОРМИРОВАНИЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ ОБЪЕКТОВ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ДЕЙСТВИЙ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СОЦИАЛЬНЫХ СЦЕН¹

Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Наблюдая за поведением другого человека, индивид делает предположения о его намерениях, на основе которых генерирует быстрые предсказания относительно его дальнейших действий. Был предложен новый методический подход к объективной оценке быстрых предсказаний, возникающих при визуальном восприятии динамических событий. Проведенное с его помощью исследование показало, что при восприятии видеоизображений социальных ситуаций происходит углубленный анализ визуальных характеристик тех объектов, которые наблюдатель связывает с намерениями и прогнозируемыми действиями персонажей. В результате формируются устойчивые репрезентации этих объектов, в дальнейшем обеспечивающие их быстрый поиск и выявление произошедших с ними изменений. Формирование таких репрезентаций не зависит от длительности предшествующей фокальной обработки объектов. Поддерживаемые в рабочей памяти репрезентации объектов намерений (интенций) персонажей позволяют связать наблюдаемые аспекты действий в единый образ и, таким образом, обеспечивают основу для эффективного восприятия поведения других людей. Библиогр. 13 назв. Ил. 9.

Ключевые слова: социальные ситуации, зрительное восприятие, прогнозирование действий, метод детекции изменений, анализ движений глаз.

VISUAL REPRESENTATIONS OF PREDICTED ACTIONS OBJECTS IN THE PERCEPTION OF DYNAMIC SOCIAL SCENES

N. E. Andrianova, M. V. Zotov

St. Petersburg State University, 7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

Watching the others' behavior, an individual makes conjectures regarding their intentions and then generates rapid predictions about their further actions. We were elaborating modification of "flicker" procedure and proposed new methodical approach to an objective assessment of rapid predictions, arising during visual perception of dynamic events. The present study shows that when we perceive complex social scenes, "deep" analysis of perceptual characteristics of objects, associated with people's prospective intentions and actions is realized. As a result of this processing, stable representations of these objects are formed and provide the object's rapid search and change detection. The study reveals that the representation forming does not depend on the object's previous focal processing. The representations of the intent objects are maintained in visual working memory and allow integrating observed aspects of actions in the unified image. Thus, the representations are an important factor which provides effective perception of the other's behavior. Refs 13. Figs 9.

Keywords: social situations, visual perception, actions prediction, flicker paradigm, eye movement analysis.

Введение. В процессе зрительного восприятия ситуаций социального взаимодействия человек способен быстро распознавать намерения участников ситуации, давать моментальные прогнозы их действий и последствий этих действий. Он генерирует и изменяет такие прогнозы очень быстро, в режиме реального времени, в связи с чем зарубежные авторы используют выражение «онлайн прогнозирование действий других» («online prediction of others' actions») [1].

¹ Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ № 13-06-00616.

В работах Хунниус, ван Элк и других авторов были выделены такие факторы, способствующие успешному прогнозированию действий других людей, как контекст ситуации, цель или объект, на который направлено будущее действие, и особенности кинематики двигательного акта [1–2]. Если анализ особенностей движений носит вспомогательный характер, то влияние контекста ситуации и характеристик объекта предвосхищаемого действия является основополагающим [2–3]. Между тем в отмеченных работах, как и в большинстве исследований в данной сфере, анализировались только процессы прогнозирования простейших действий человека. Например, испытуемые наблюдали, как персонаж подносит чашку ко рту [2–3] или внезапно замедляет движение, направляясь к мячу [1]. При этом объектом изучения являлись либо данные субъективных отчетов испытуемых, которых просили высказать прогнозы о наблюдаемом действии [1], либо результаты анализа предвосхищающих движений глаз (anticipatory eye movements) [3].

Значительный интерес вызывают процессы быстрого прогнозирования сложно детерминированных действий людей в реальных ситуациях социального взаимодействия. Эти процессы отражают умозаключения наблюдателя и особенности осмысления им воспринимаемой информации [4], поэтому их исследование имеет большое значение для понимания механизмов социального познания. Между тем работы такого рода фактически отсутствуют в отечественной и зарубежной литературе. Во многом это связано с отсутствием методов объективной оценки быстрых предсказаний, генерируемых наблюдателем при восприятии динамических сцен. В условиях наблюдения за быстро развивающимися социальными ситуациями такие предсказания возникают и сменяют друг друга с высокой скоростью. Это препятствует их осознанию и вербализации индивидом, и затрудняет применение методов анализа субъективных отчетов. С другой стороны, выражаясь в скрытой направленности внимания (covert attention) на объекты, связанные с предполагаемыми намерениями (интенциями) персонажей, предсказания часто не проявляются в регистрируемых фиксациях взгляда наблюдателя (overt attention), в том числе и предвосхищающих движениях глаз. Другими словами, люди могут обнаруживать различное распределение фиксаций взгляда при сходной направленности предсказаний, что препятствует применению методов анализа движений глаз для их объективной оценки.

Сказанное определило цель настоящей работы: разработать методический подход для оценки быстрых предсказаний, возникающих у наблюдателя при зрительном восприятии динамических событий, и с его помощью исследовать процессы прогнозирования действий людей в условиях восприятия реалистичных видеоизображений социальных ситуаций.

Нами был разработан новый методический подход для оценки быстрых предсказаний, возникающих у индивида при восприятии динамических событий. Данный подход основан на процедуре детекции изменений в «парадигме мерцания» (flicker paradigm) [5]: испытуемому циклическим образом предъявляются изображение А и изображение А', где один или несколько элементов изменены, в перерыве между ними предъявляется маскировочный стимул, задача испытуемого состоит в том, чтобы обнаружить изменения. Существующие экспериментальные данные [5–6] позволяют предположить, что если предложить испытуемому выполнить данную процедуру в те или иные моменты восприятия динамически развивающейся ситуации, то он обнаружит изменения в первую очередь в тех элементах, с которыми

связаны его актуальные предсказания. Разработанная модификация процедуры детекции изменений представлена на рис. 1.

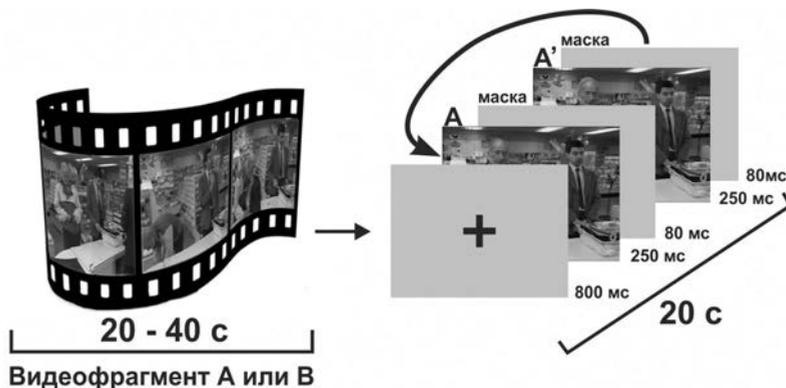


Рис. 1. Модификация процедуры детекции изменений для оценки предсказаний индивида при восприятии динамических событий

Как видно из рис. 1, сначала индивиду предъявляется видеофрагмент ситуации, содержание которого позволяет ему сформировать те или иные прогнозы относительно действий воспринимаемых персонажей. Затем индивиду предлагается процедура детекции изменений, при этом в качестве изображения А предъявляется кадр, ранее не виденный испытуемым. В качестве А' предъявляется модифицированный кадр, в котором одновременно присутствуют изменения как в элементах, связанных с прогнозами индивида, так и в других, в том числе визуально ярких элементах. Кадр А, маскировочный стимул и кадр А' попеременно предъявляются индивиду в течение 20 с. Задача испытуемого состоит в том, чтобы обнаружить все изменения в сцене. Анализируются последовательность и время обнаружения этих изменений.

С использованием данной экспериментальной процедуры было проведено два исследования. Цель **первого исследования** состояла в проверке гипотезы о том, что в условиях выполнения детекции изменений сразу после просмотра видеофрагмента социальной ситуации испытуемые будут замечать в первую очередь изменения в тех объектах, которые связаны с намерениями (интенциями) и прогнозируемыми действиями персонажей.

Выборка. В эксперименте приняли участие 32 здоровых испытуемых в возрасте от 19 до 26 лет, которые случайным образом были разделены на первую (N = 16) и вторую (N = 16) экспериментальные группы.

Процедура. Участники обеих групп выполняли модифицированную процедуру детекции изменений сразу после просмотра видеофрагментов социальных ситуаций (рис. 1). Первая группа испытуемых просматривала видеофрагменты вида «А», обеспечивающие понимание смыслового контекста сцены и позволяющие наблюдателю распознать намерения (интенции) воспринимаемых персонажей и осуществить прогноз их действий. Вторая группа испытуемых просматривала видеофрагменты вида «В», обеспечивающие возможность общей ориентировки в сцене и ее персонажах, но не позволяющие понять смысловой контекст сцены, распознать намерения и спрогнозировать действия персонажей. Все видеофрагменты предъявлялись без

звукового сопровождения. В качестве стимульного материала использовались три социальные сцены из телесериала «Мистер Бин» (Великобритания, 1990–1995 гг.), длительность которых составляла от 20 до 40 с. С целью оценки понимания предъявленного материала испытуемых просили вслух комментировать видеофрагменты. После того как видеофрагмент прерывался, испытуемые должны были перевести взгляд на фиксационный крест, после чего выполнить задачу детекции изменений (рис. 1). Содержание предъявленных социальных сцен было следующим.

Сцена 1. Персонаж «мистер Бин» подходит к кассе супермаркета, где стоит другой покупатель. Продавец возвращает покупателю скидочную карту (кладет ее перед ним на прилавок), но покупатель не замечает этого, «мистер Бин» демонстрирует аналогичную карту и кладет ее рядом с картой покупателя в ожидании своей очереди. Покупатель случайно ставит сумку на свою карту и не замечает этого. Видео ролик прерывается в тот момент, когда у наблюдателя возникает предсказание, что покупатель возьмет карту «мистера Бина».

Сцена 2. «Мистер Бин» ожидает в приемной врача, где также находится женщина с мальчиком, читающим журнал. «Мистер Бин» через плечо мальчика пытается заглянуть в журнал, но мальчик закрывает его. Видео ролик прерывается в тот момент, когда у наблюдателя возникает предсказание, что «мистер Бин» возьмет расположенные слева от него цветы, чтобы отвлечь внимание персонажей и забрать журнал.

Сцена 3. «Мистер Бин» находится в ресторане, где ему приносят несъедобное блюдо. «Мистер Бин» добивается его замены. Официант приносит новый поднос с блюдом, накрытым крышкой, и ставит его на столик «мистера Бина». Видео ролик прерывается в тот момент, когда у наблюдателя возникает предсказание, что официант снимет крышку, и «мистер Бин» увидит, что ему принесли то же самое блюдо.

В свою очередь, для испытуемых второй группы предъявлялись сокращенные видеосюжеты, остановленные раньше, чем в условии для первой группы. В задаче детекции изменений в качестве изображений А предъявлялись видеокadres трех сцен, отсутствующие в просмотренных видеофрагментах. Из содержания этих кадров было невозможно извлечь информацию о намерениях персонажей. Кадры трех сцен, использованные в детекции изменений, представлены на рис. 2.



Рис. 2. Кадры трех социальных сцен, использованные в задаче детекции изменений.

Примечание. Цифрами обозначены типы изменений в модифицированных кадрах А: 1 — изменение объекта, связанного с интенциями и прогнозируемыми действиями персонажа; 2 — изменение облика одного из персонажей; 3 — изменение «перцептивно яркого» объекта.

С помощью инструментария «Saliency Toolbox» [7] был проведен анализ каждого кадра с целью выявления «визуально ярких» (visual saliency) областей. По резуль-

татам данного анализа с помощью Adobe Photoshop были созданы модифицированные кадры А', каждый из которых включал 3 типа изменений: 1 тип — исчезновение объекта, связанного с намерением и прогнозируемыми действиями персонажа, характеризующегося небольшим размером и низким уровнем «визуальной яркости» (сцена 1 — «карта», сцена 2 — «блюдо», сцена 3 — «цветы»); 2 тип — изменение облика одного из центральных персонажей (сцена 1 — «волосы покупателя», сцена 2 — «скрипка музыканта», сцена 3 — «очки женщины»); 3 тип — исчезновение «визуально яркого» объекта сцены, не несущего смысловой нагрузки (сцена 1 — «товар», сцена 2 — «манжет», сцена 3 — «туфля»). Все типы изменений находились на примерно одинаковом расстоянии от точки фиксации взгляда испытуемого в момент начала выполнения задачи.

Оценивались порядок и время последовательного обнаружения испытуемыми всех типов изменений. При помощи системы бесконтактной регистрации движений глаз Tobii X120 (Tobii Inc., Швеция) осуществлялась непрерывная регистрация движений глаз участников в процессе восприятия видеофрагментов и выполнения задачи детекции изменений.

Результаты. Были проанализированы порядок и время обнаружения изменений для трех социальных сцен у испытуемых первой и второй групп. Проводился трехфакторный дисперсионный анализ ANOVA с одним межгрупповым фактором *Группа* (первая группа, вторая группа) и двумя внутригрупповыми факторами: *Тип изменения* (1 тип, 2 тип, 3 тип) и *Номер сцены* (сцены 1, 2 и 3). Для показателя порядка обнаружения изменений было выявлено статистически достоверное влияние фактора *Тип изменения* ($F(2,29) = 57,5; p < 0,001$) и взаимодействия факторов *Группа*Тип изменения* ($F(2,29) = 49,6; p < 0,001$) (рис. 3).

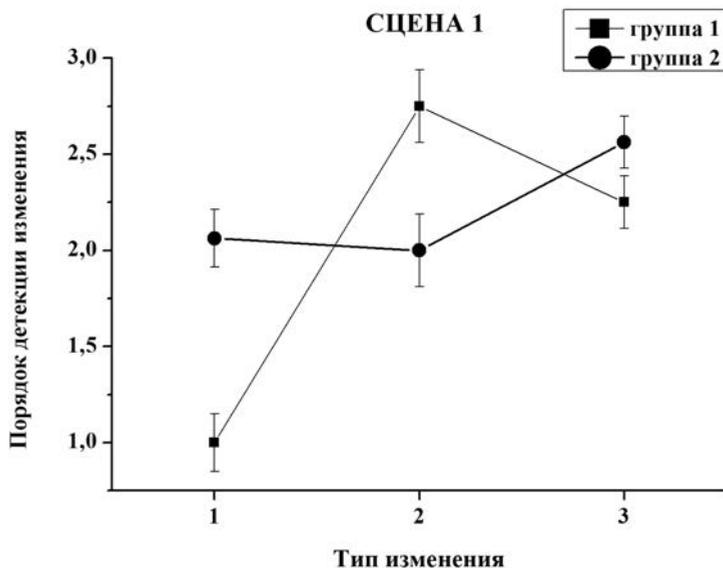


Рис. 3. Порядок обнаружения изменений в сценах 1–3 у испытуемых первой и второй групп. Начало

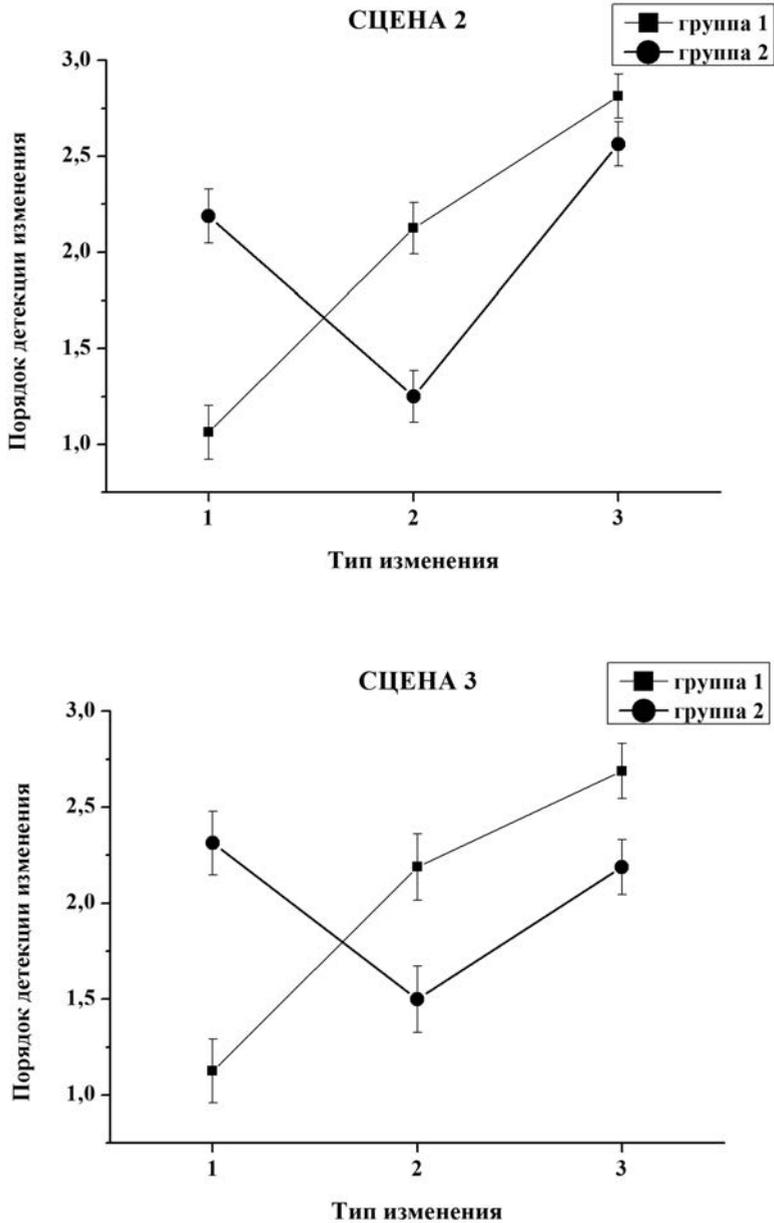


Рис. 3. Порядок обнаружения изменений в сценах 1–3 у испытуемых первой и второй групп.
Окончание

Как видно из рис. 3, участники первой группы, сформировавшие предсказания относительно действий персонажей, во всех трех сценах в первую очередь обнаруживали изменения в объектах, связанных с интенциями и ожидаемыми действиями воспринимаемых персонажей, несмотря на низкий уровень их «перцептивной яркости» (saliency). Напротив, участники второй группы, не имеющие сформирован-

ных предсказаний, в первую очередь обнаруживали изменения облика персонажа во всех сценах. Все испытуемые в последнюю очередь замечали изменения «перцептивно ярких» элементов, не несущих смысловой нагрузки, что подтверждает данные о том, что фактор «saliency» не оказывает существенного влияния на визуальное внимание испытуемых при восприятии социальных сцен [8].

Для показателя времени обнаружения изменений дисперсионный анализ выявил достоверное влияние факторов *Тип изменения* ($F(2,29) = 35,2; p < 0,001$), *Номер сцены* ($F(2,29) = 10,3; p < 0,001$) и взаимодействия факторов *Группа*Тип изменения* ($F(2,29) = 33,8; p < 0,001$) (рис. 4).

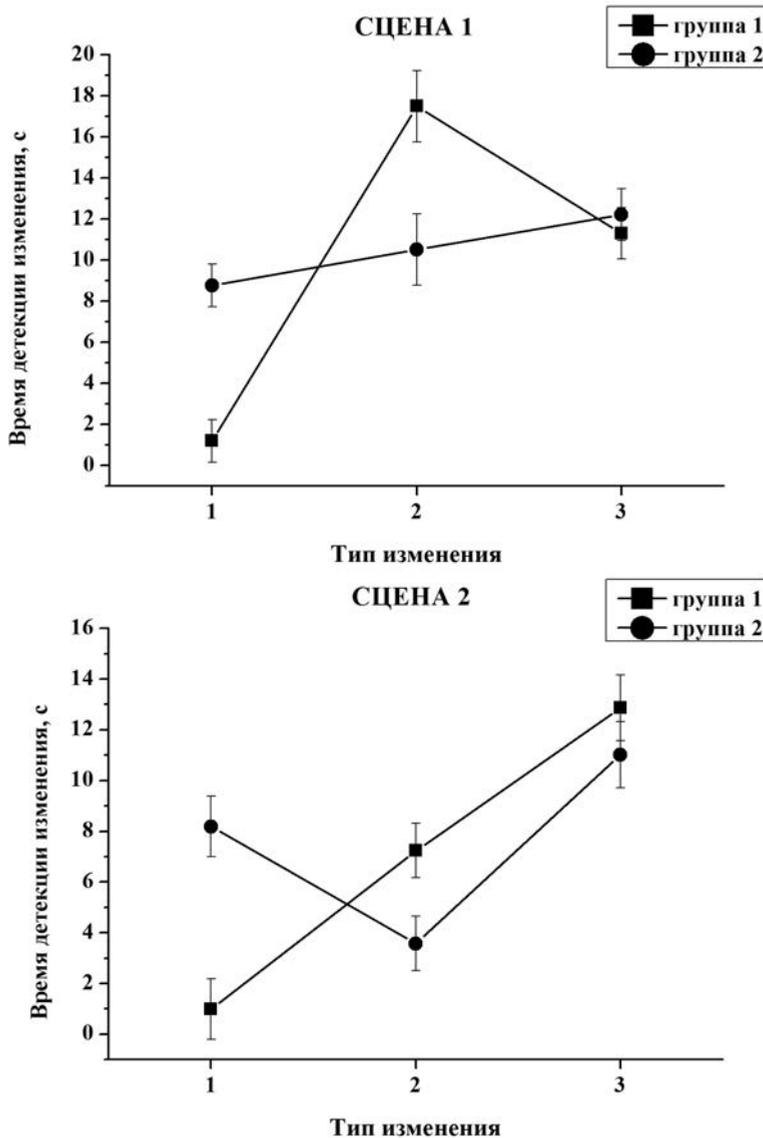


Рис. 4. Время обнаружения изменений в сценах 1–3 у испытуемых первой и второй групп. Начало

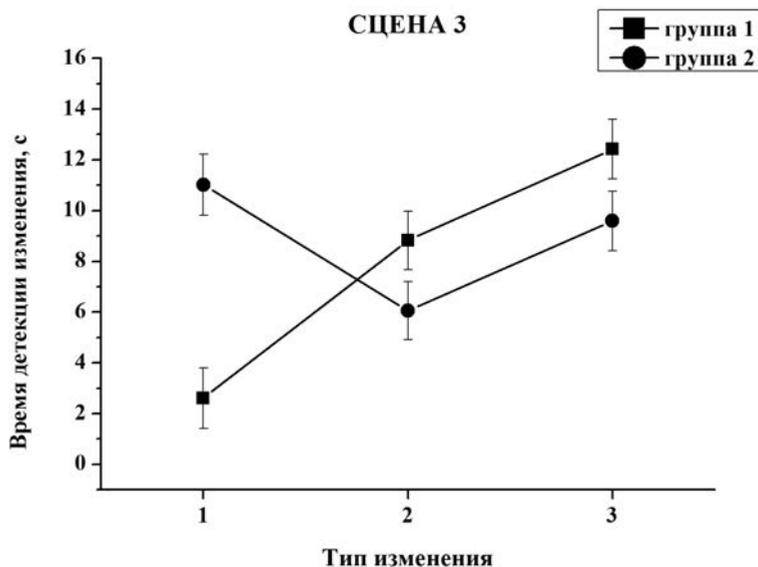


Рис. 4. Время обнаружения изменений в сценах 1–3 у испытуемых первой и второй групп.
Окончание

Как видно из представленных данных, при восприятии всех сцен испытуемые первой группы демонстрируют снижение времени обнаружения изменения объекта, рассматриваемого в качестве цели прогнозируемого действия персонажа, и возрастание времени обнаружения изменения в облике персонажей, в то время как участники второй группы демонстрируют противоположную тенденцию. Вместе с тем испытуемые обеих групп затрачивают значительное время на обнаружение изменений в «перцептивно ярких» объектах сцен.

Таким образом, результаты эксперимента подтверждают выдвинутую гипотезу. На примере трех социальных ситуаций показано, что испытуемые первой группы, сформировавшие предсказания о действиях персонажей, в первую очередь обнаруживали изменения в тех объектах, которые связаны с предсказанными действиями. Напротив, испытуемые второй группы, не имевшие достаточной информации для формирования предсказаний, в первую очередь обнаруживали изменения в облике персонажей. Это соответствует данным исследований, что при выполнении детекции изменений в фотографических изображениях социальных сцен здоровые индивиды в первую очередь замечают изменения в лицах и облике центральных персонажей [9].

Представленные результаты также свидетельствуют об эффективности использования разработанной экспериментальной процедуры для оценки быстрых визуальных предсказаний, возникающих у индивида при восприятии динамических событий. В качестве примера рассмотрим «тепловые карты» распределений фиксаций взгляда испытуемых 1-й и 2-й групп в течение 2 с после начала выполнения задачи детекции в сцене 1 (рис. 5).



Рис. 5. «Тепловые карты» распределения зрительных фиксаций испытуемых первой (слева) и второй (справа) групп в течение 2 с после начала детекции изменений

Установлено, что в течение первых 2 с после начала выполнения задачи 93% испытуемых первой группы фиксировали взгляд на области «скидочной карты», рассматриваемой в качестве объекта прогнозируемых действий персонажа («покупатель собирается взять чужую карту»). 87% испытуемых второй группы, не имевших сформированных предсказаний, в течение первых 2 с после начала выполнения задачи фиксировали взгляд на лице центрального персонажа сцены («покупатель»).

Интересно сопоставить эти данные с результатами нашего предварительного исследования, в ходе которого осуществлялась регистрация движений глаз испытуемых в процессе обычного восприятия той же социальной сцены, без последующей детекции изменений. Несмотря на то, что практически все испытуемые успешно распознавали намерение персонажа взять чужую карту, в начальный момент его движения лишь 40% из них демонстрировали предвосхищающие движения глаз к карте как объекту предсказанного действия. Другие испытуемые переводили взгляд на карту уже после того, как персонаж выполнил действие. Третьи испытуемые отмечали факт взятия карты «краем глаза» и сразу переводили взгляд на лицо «мистера Бина» с целью анализа его реакции. Итак, при наличии сходных визуальных предсказаний люди демонстрировали резко отличающиеся паттерны движений глаз. Это свидетельствует о том, что предвосхищающие движения глаз не могут рассматриваться в качестве критерия наличия визуальных предсказаний. Таким образом, предложенный экспериментальный подход позволяет более надежно, чем анализ движений глаз, выявлять визуальные предсказания испытуемых в ходе просмотра реалистичных социальных сцен.

Данные исследований свидетельствуют о том, что фиксация взора на области изменяющегося элемента не является достаточным условием для обнаружения изменения. Как отмечает зарубежный исследователь О’Реган, наблюдатели могут локализовать взгляд на одной области, но обрабатывать различные визуальные признаки или аспекты сцены для последующего кодирования и сохранения в памяти [10]. Поскольку обрабатываемые признаки группируются в «файлы объектов» («object files») [11], наиболее ярко это выражено в ситуациях, где изменяющийся объект присутствует в конкурирующем предметном окружении. Для сцен 2 и 3, в которых объекты прогнозируемых действий были представлены в конкурирующем предметном

окружении (рис. 2), у испытуемых первой и второй групп было проанализировано количество «неэффективных» зрительных фиксаций, то есть фиксаций на области изменяющегося объекта, не приводящих к обнаружению изменения.

Трехфакторный дисперсионный анализ ANOVA с одним межгрупповым фактором *Группа* (первая группа, вторая группа) и двумя внутригрупповыми факторами *Тип изменения* (1 тип, 2 тип, 3 тип) и *Номер сцены* (сцены 2 и 3) показал достоверное влияние на количество «неэффективных» зрительных фиксаций факторов *Тип изменения* ($F(2,29) = 13,6; p < 0,001$), *Группа* ($F(1,30) = 18,5; p < 0,001$) и взаимодействия факторов *Группа*Тип изменения* ($F(2,29) = 10,8; p < 0,001$) (рис. 6).

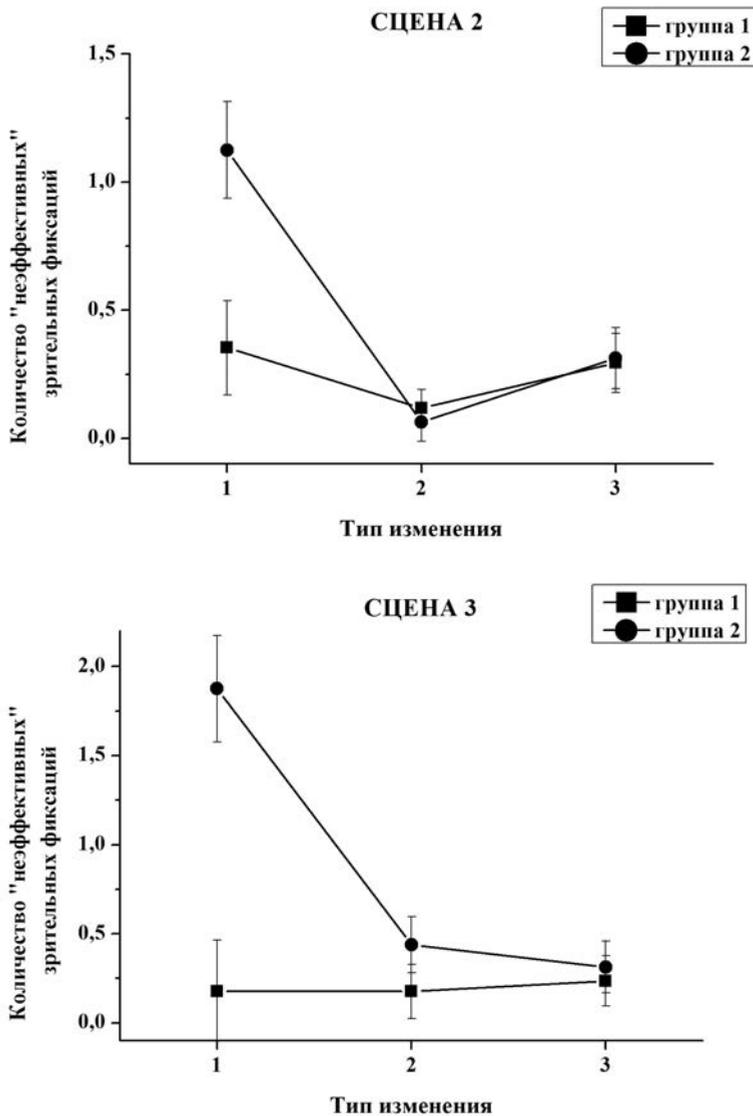


Рис. 6. Количество «неэффективных» фиксаций взгляда на области изменяющегося элемента в сценах 2 и 3 у испытуемых первой и второй групп

Как видно из рис. 6, испытуемые первой группы демонстрируют эффективное распознавание изменений в объектах, воспринимаемых в качестве цели прогнозируемых действий персонажа. Напротив, испытуемые второй группы, не имевшие сформированных предсказаний, один и более раз фиксировали взгляд на визуальной области № 1, не замечая изменяющиеся элементы, что объясняется обработкой нерелевантных визуальных признаков. Представленные данные объясняются тем, что испытуемые первой группы, в отличие от лиц второй группы, формировали устойчивые визуальные репрезентации объектов, связанных с намерениями и прогнозируемыми действиями персонажей, позволяющие им осуществлять быстрый поиск этих объектов в не виденных ими ранее кадрах и эффективно распознавать произошедшие с ними изменения.

Можно ли говорить о том, что достаточным условием формирования таких репрезентаций является предшествующая фокальная обработка объектов? Одно из объяснений полученных данных состоит в том, что во время просмотра видеофрагментов испытуемые первой группы, в отличие от лиц второй группы, фиксировали взгляд на объектах прогнозируемых действий, осуществляли их фокальную обработку и в результате сформировали их устойчивые визуальные репрезентации.

На примере сцены № 3 мы провели проверку данного предположения. У испытуемых первой и второй групп было проанализировано общее количество и суммарная длительность фиксации взгляда на объекте «блюдо» (см. рис. 2) в процессе восприятия видеофрагмента, предшествующего выполнению детекции изменений. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что у испытуемых первой группы показатели суммарной длительности ($9,06 \pm 1,0$ с) и количества ($17,81 \pm 1,9$) зрительных фиксаций на объекте «блюдо» достоверно не отличались от аналогичных показателей испытуемых второй группы ($9,24 \pm 1,0$ с и $19,87 \pm 1,9$ соответственно). Итак, испытуемые первой и второй групп демонстрировали примерно одинаковые длительность и количество фиксаций взгляда на объекте «блюдо» при восприятии видеофрагментов. Тем не менее, при последующем выполнении задачи детекции испытуемые первой группы, в отличие от лиц второй группы, обнаружили минимальное время поиска данного объекта и высокую эффективность распознавания в нем изменений. Различия в эффективности детекции изменений данного стимула были связаны не с особенностями его предшествующего восприятия, а с его разным смысловым значением для испытуемых разных групп.

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует, что при распознавании наблюдателем намерений персонажей воспринимаемой ситуации происходит избирательный анализ перцептивных характеристик тех объектов, которые рассматриваются в качестве целей прогнозируемых действий. В результате такого анализа формируются устойчивые репрезентации объектов прогнозируемых действий, обеспечивающие в будущем их эффективный поиск в сцене и быстрое выявление происходящих в них изменений. Этот вывод согласуется с данными исследований последних лет, свидетельствующих, что репрезентации целевых стимулов в рабочей памяти обеспечивают их эффективный поиск в реалистичных сценах [12–13]. Предположительно, такие репрезентации остаются активированными до момента завершения действия персонажа или выявления у него смены намерения. Формирование и поддержание в рабочей памяти репрезентаций объектов предвосхищаемых действий является одним из основных механизмов, обеспечивающих непрерывность

и эффективность процессов анализа действий людей при зрительном восприятии динамических социальных сцен.

Целью следующего эксперимента являлось выяснение того, включают ли в себя репрезентации только характеристики объектов, воспринимаемых в качестве целей прогнозируемых действий, или также признаки тех объектов, которые рассматриваются как средства достижения цели.

Экспериментальная процедура была та же, что и в предыдущем исследовании. В отличие от первого исследования, испытуемые первой ($N = 18$) и второй ($N = 16$) групп просматривали идентичный видеофрагмент сцены 4, различались только кадры, предъявленные им в процедуре детекции изменений.

Сцена 4. Персонаж «мистер Бин» находится в купе поезда. Заходит проводник и спрашивает у него билет. Не замечая проводника и не слыша его вопроса, персонаж достает билет и кладет его в книгу. Проводник наклоняется к «мистеру Бину» с требованием предъявить билет. Видеоролик прерывается в тот момент, когда у наблюдателя возникает предсказание, что «мистер Бин» предъявит билет.

В задаче детекции изменений испытуемым обеих групп предъявлялся идентичный кадр А, отсутствующий в предъявленном им видеофрагменте. На данном кадре «мистер Бин» держит в руке билет, остальные персонажи смотрят в разные стороны (рис. 7).



Рис. 7. Кадр сцены 4, использованный в процедуре детекции изменений.

Примечание. Цифрами обозначены области изменений в модифицированном кадре А': 1 — исчезновение билета в руке персонажа (группа 1); резкое изменение цвета кисти руки (группа 2); 2 — исчезновение страниц книги; 3 — исчезновение фуражки проводника.

Для первой группы испытуемых модифицированный кадр А' включал исчезновение билета в руке персонажа, в то время как для второй группы — резкое изменение цвета кисти этой руки. Остальные два изменения модифицированного кадра у испытуемых обеих групп были идентичными.

Результаты. Для показателя порядка обнаружения изменений двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверное влияние фактора *Область изменения* ($F(2,31) = 15,6; p < 0,001$) и взаимодействия факторов *Группа*Область изменения*

($F(2,31) = 12,1; p < 0,001$). В качестве первого изменения 94% испытуемых первой группы отмечали исчезновение билета в руке персонажа, в то время как лишь 31% испытуемых второй группы в качестве первого отмечали изменение цвета кисти руки в той же визуальной области.

Сходные результаты были получены для показателя времени обнаружения изменений. Дисперсионный анализ показал достоверное влияние на данный показатель факторов *Область изменения* ($F(2,31) = 10,9; p < 0,001$), *Группа* ($F(1,32) = 16,1; p < 0,001$) и взаимодействия факторов *Группа*Область изменения* ($F(2,31) = 5,4; p < 0,01$) (рис. 8).

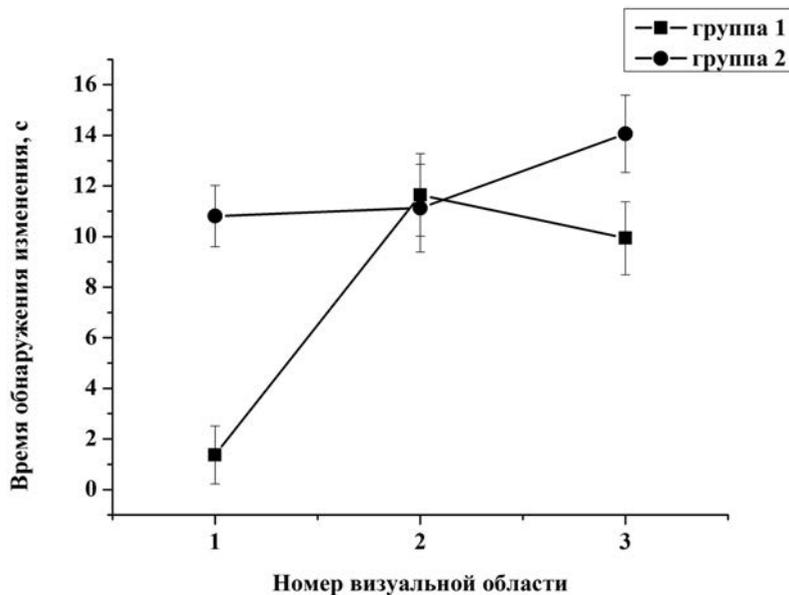


Рис. 8. Время обнаружения изменений в разных областях сцены 4 у испытуемых первой и второй групп

Как видно из рис. 8, испытуемые первой группы существенно быстрее распознавали исчезновение билета в руке ($1,3 \pm 1,1$ с), чем участники второй группы — изменение цвета этой же руки ($10,8 \pm 1,2$ с). Демонстрируемое испытуемыми второй группы большее время поиска изменений в области № 3 может объясняться частичной дезорганизацией поисковой деятельности, вызванной не подтвердившимися ожиданиями.

С целью анализа особенностей процесса опознания изменений было проанализировано количество «неэффективных» зрительных фиксаций, то есть фиксаций взгляда на целевой визуальной области, не приводящих к осознанию изменения. Выявлено достоверное влияние на данный показатель фактора *Группа* ($F(1,32) = 10,4; p < 0,01$) и взаимодействия факторов *Группа*Область изменения* ($F(2,31) = 7,8; p < 0,01$) (рис. 9).

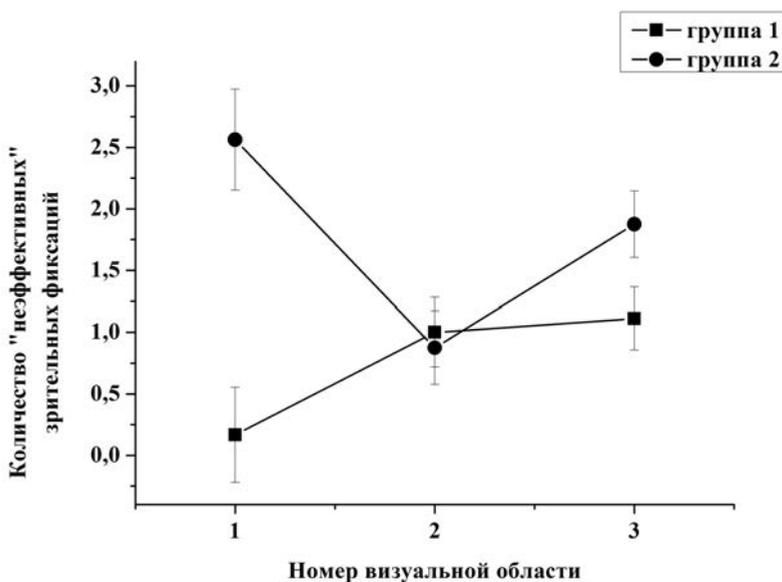


Рис. 9. Количество «неэффективных» фиксаций взгляда на различных областях сцены 4 у испытуемых первой и второй групп

Как иллюстрирует рис. 9, лица первой группы распознают исчезновение билета в руке персонажа фактически с первой фиксации ($0,16 \pm 0,3$), в то время как испытуемые второй группы более двух раз фиксировали взгляд на кисти руки персонажа, прежде чем осознавали изменение ее цвета ($2,6 \pm 0,4$). У последних возник эффект «слепоты к изменению»: они смотрели на явно меняющийся визуальный объект, но не осознавали его изменения. С учетом данных О’Регана [3], этот эффект можно связать с тем, что активация в зрительной памяти репрезентации объекта прогнозируемого действия («билет») резко затрудняла обработку визуальных признаков других объектов в области фиксации взгляда («кисть руки»).

Обсуждение результатов. Проблема распознавания намерений и быстрого прогнозирования действий воспринимаемых людей («online prediction of others’ actions») при визуальном наблюдении ситуаций социального взаимодействия имеет ключевое значение для социальной и когнитивной психологии, поскольку такое прогнозирование отражает процессы понимания и осмысления социальной информации. Между тем работы, посвященные данной проблеме, фактически не представлены в отечественной и мировой литературе. Это связано с отсутствием методов объективной оценки быстрых предсказаний, генерируемых человеком при восприятии динамических событий, в том числе ситуаций социального взаимодействия. В настоящей работе была предложена новая исследовательская процедура для оценки быстрых визуальных предсказаний, основанная на методе детекции изменений в «парадигме мерцания» (*flicker paradigm*). С использованием данной процедуры было проведено исследование, в ходе которого две группы испытуемых просматривали «немые» видеофрагменты социальных сцен, включавшие и не включавшие информацию для распознавания намерений и прогнозирования действий персонажей. Обнаружено, что лица, распознающие намерения воспринимаемых персона-

жей, в отличие от лиц, не понимающих смыслового контекста сцены, осуществляют углубленный анализ визуальных характеристик тех объектов, которые рассматриваются в качестве цели прогнозируемых действий персонажей. В результате формируются устойчивые репрезентации объектов прогнозируемых действий, на основе которых индивиды способны осуществлять быстрый поиск этих объектов в ранее не виденных ими кадрах сцены и эффективно распознавать произошедшие с ними изменения. Было показано, что формирование таких репрезентаций не зависит от длительности предшествующей фокальной обработки объектов. Полученные данные также свидетельствуют, что репрезентации объектов прогнозируемых действий не включают информацию о характеристиках тех объектов, которые рассматриваются как средства достижения цели. В целом проведенное исследование свидетельствует, что формирование и поддержание в зрительной рабочей памяти наблюдателя репрезентаций объектов прогнозируемых действий персонажей являются важным механизмом, обеспечивающим непрерывность и эффективность когнитивной оценки действий других людей в процессе зрительного восприятия социальных сцен.

Проведенное исследование также показало, что разработанная экспериментальная процедура является более надежным способом выявления и оценки быстрых предсказаний, генерируемых индивидом в процессе зрительного восприятия социальных событий, чем классические методы анализа движений глаз. В ближайшем будущем будет проведена оценка возможностей использования данной процедуры для анализа нарушений социального восприятия при психических заболеваниях, таких как шизофрения. Также представляется, что предложенный методический подход может быть использован для объективной оценки эффективности восприятия человеком-оператором различных видов визуальной информации, например, информации о воздушной обстановке, представленной на мониторе авиадиспетчера.

Литература

1. Stapel J. C., Hunnius S., Bekkering H. Online prediction of others' actions: The contribution of the target object, action context and movement kinematics // *Psychological Research*. 2012. Vol. 76, N 4. P. 434–445.
2. van Elk M., van Schie H., Bekkering H. Conceptual knowledge for understanding other's actions is organized primarily around action goals // *Experimental Brain Research*. 2008. N 189. P. 99–107.
3. Hunnius S., Bekkering H. The early development of object knowledge: a study of infants' visual anticipations during action observation // *Developmental Psychology*. 2010. N 46. P. 446–454.
4. Андреева Г. М. Психология социального познания. М.: Аспект Пресс, 2000. 288 с.
5. 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. Vol. 8, N 5. P. 368–373.
6. Simons D. J., Mitroff S. R. The role of expectations in change detection and attentional capture // *Vision and Attention* / eds L. R. Harris, M. R. M. Jenkin. New York: Springer Verlag, 2001. P. 189–207.
7. Walther D., Koch Ch. Modeling attention to salient proto-objects // *Neural Networks*. 2006. N 19. P. 1395–1407.
8. Birmingham E., Bischof W. F., Kingstone A. Saliency does not account for fixations to eyes within social scenes // *Vision Research*. 2009. N 49. P. 2992–3000.
9. Detecting Social and Non-Social Changes in Natural Scenes: Performance of Children with and Without Autism Spectrum Disorders and Typical Adults / Sheth B. R., Liu J., Olagbaju O., Varghese L., Mansour R., Reddoch S., Pearson D. A., Loveland K. A. // *Journal of Autism & Developmental Disorders*. 2011. N 41(4). P. 434–446.
10. O'Regan J. K., Deubel H., Clark J. J., Rensink R. A. Picture changes during blinks: Looking without seeing and seeing without looking // *Visual Cognition*. 2000. N 7. P. 191–212.
11. Kahneman D., Treisman A., Gibbs B. J. The reviewing of object files: Object-specific integration of information // *Cognitive Psychology*. 1992. N 24 (2). P. 175–219.

12. *Malcolm G.L., Henderson J.M.* The effects of target template specificity on visual search in real-world scenes: Evidence from eye movements // *Journal of Vision*. 2009. Vol.9 (11), N 8. P.1–13.

13. *Hollingworth A.* Visual Memory for Natural Scenes // *Visual memory / eds S. Luck, A. Hollingworth*. Oxford: Oxford University Press, 2008. P.123–161.

Статья поступила в редакцию 12 марта 2015 г.

Контактная информация

Андреанова Наталия Евгеньевна — аспирант; nataliaandrianova@mail.ru

Зотов Михаил Владимирович — доктор психологических наук, профессор; mvzotov@mail.ru

Andrianova Natalia E. — post graduate student; nataliaandrianova@mail.ru

Zotov Mikhail V. — Doctor of Psychology, Professor; mvzotov@mail.ru