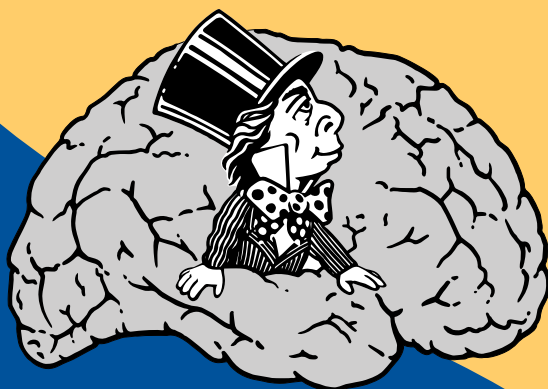


# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОСХОДЯЩИХ И НИСХОДЯЩИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПРИБЛИЖЕННЫХ К РЕАЛЬНЫМ**

Н. А. Мурзякова

[namurzyakova@edu.hse.ru](mailto:namurzyakova@edu.hse.ru)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
Москва

**Аннотация.** За последние десятилетия восходящие и нисходящие процессы стали едва ли не ключевыми понятиями в психологии восприятия и внимания. Интересно, что частично диссоциацию восходящих и нисходящих процессов можно обнаружить даже при анализе движений глаз. Информация о взаимодействии этих процессов на уровне фиксации и саккад в простых изображениях изучена весьма подробно. Иная ситуация сложилась с изучением тех же процессов при рассматривании сложных комплексных изображений. В данной работе предпринималась попытка обобщить результаты исследований М. Хегарти о взаимодействии восходящих и нисходящих процессов при рассматривании карт погоды до изображений, приближенных к реальным (3D-модели города). Полученные результаты частично совпали с результатами М. Хегарти. Все полученные результаты соответствуют гипотезе отбора признаков (отсутствие различий в движении глаз на изображениях с различной заметностью связанных с задачей объектов).

**Ключевые слова:** зрительные фиксации, заметность, области интереса, гипотеза пространственного отбора, гипотеза отбора признаков

### **Введение**

Несмотря на то что восходящие и нисходящие процессы переработки информации являются ключевыми понятиями в когнитивной психологии внимания, их *взаимодействию* при рассматривании сложных сцен посвящено очень небольшое количество работ (Navalpakkam, Itti, 2006; Hegarty, 2010).

М. Хегарти (Hegarty, 2010) провела исследование того, как восходящие и нисходящие механизмы внимания влияют на особенности движений глаз и успешность выполнения задания на примере карт погоды. Нисходящие влияния задавались с помощью решаемой испытуемым задачи. Относительно влияния восходящих процессов (в частности, заметности элементов изображения) на движения глаз было выдвинуто две гипотезы: гипотеза механизмов внимания как пространственного отбора части информации (Hoffman, 1981) и гипотеза механизмов внимания как отбора важных для задачи признаков (Desimone, Duncan, 1995). В соответствии с гипотезой пространственного отбора (spatial selection) заметность связанных с задачей элементов изображения уменьшает время до первой фиксации и увеличивает общее количество фиксаций в соответствующих областях поля зрения. В соответствии с гипотезой

отбора признаков (feature selection) движения глаз управляются приоритетными (релевантными задаче) признаками вне зависимости от их пространственного расположения.

Эти гипотезы различаются по относительному вкладу восходящих и нисходящих процессов на этапе направления взгляда на области, важные для решения задачи. Гипотеза пространственного отбора предлагает большую роль восходящих процессов при направлении взгляда, в то время как гипотеза отбора признаков основывается на относительной значимости признаков для решения задачи: признаки становятся значимыми именно благодаря тому, что имеют отношение к задаче (Desimone, Duncan, 1995).

Результаты экспериментов М. Хегарти поддерживают гипотезу отбора признаков, однако автор отмечает, что их нельзя обобщить со схематичных погодных карт до реальных изображений: в картах широко используются цветовые и символичные значения; на одном месте в карте может быть сосредоточено несколько переменных и пр.

Данная работа выступает попыткой расширения полученных М. Хегарти результатов от изображений карт к изображениям, приближенным к реальным.

## Дизайн эксперимента

Участники исследования рассматривали 3D-изображения города: первой группе предъявлялись изображения с яркими контрастными тенями и малозаметными автомобилями, а второй группе — изображения с тусклыми едва заметными тенями и яркими автомобилями. Первая часть эксперимента заключалась в свободном просмотре изображения, во второй требовалось решить несложную задачу, для успешного выполнения которой было необходимо рассмотреть тени.

## Гипотезы

**1. Гипотеза пространственного отбора.** Согласно данной гипотезе, заметность будет влиять на успешность решения задачи, направляя взгляд человека на самые яркие места на экране, то есть:

- 1) в группе, которой будут предъявляться стимулы с яркими контрастными тенями, первая фиксация на тенях будет раньше, чем в группе с яркими автомобилями;
- 2) успешность выполнения задания должна быть связана с относительным количеством времени просмотра областей, связанных с задачей;
- 3) средняя длительность фиксаций в группе с яркими тенями будет больше, чем в группе с тусклыми тенями и яркими автомобилями;
- 4) пропорция фиксаций на связанных с задачей областях будет коррелировать с успешностью выполнения задания.

**2. Гипотеза отбора признаков.** Согласно этой гипотезе, заметность элементов изображения не должна влиять на пропорцию фиксаций и время первой фиксации: и в условии с яркими тенями, и в условии с тусклыми тенями и яркими автомобилями приоритет отдается теням.

## Методика

**Участники.** В эксперименте принимало участие 20 человек в возрасте от 18 до 25 лет (12 женщин). Все участвовали в эксперименте на безвозмездных основаниях. Три человека были исключены из анализа из-за ошибки калибровки, превышающей  $0.5^\circ$ .

**Области интереса.** За области интереса, связанные с задачей, принимались тени, за не связанные с задачей — автомобили.

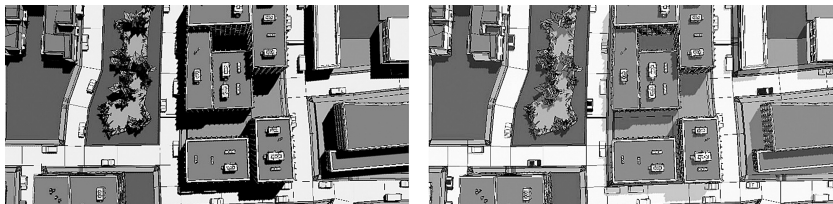
**Стимульный материал.** Стимульный материал был создан при помощи плагина для искусственной генерации городов Ghost Town v.05 для программы для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр 3DS MAX 2012 (рис. 1).

Участникам эксперимента предъявлялись уникальные цветные изображения<sup>1</sup> размером  $1450 \times 720$  пикселей на расстоянии 80 сантиметров от монитора компьютера, имевшего разрешение  $1920 \times 1080$  пикселей. Под изображением по его центральной линии предъявлялся рисунок компаса размером  $98 \times 98$  пикселей.

**Описание задачи.** По ориентации тени и стрелке компаса участникам эксперимента требовалось определить, в северном или южном полушарии находится смоделированная локация. Показанное место находилось в северном полушарии, если тени лежали с северной стороны строений, и в южном, если с южной.

**Аппаратура.** Для регистрации движений глаз использовался EyeLink 1000 Plus. Участники эксперимента наблюдали за изображением, опираясь на штатив для фиксации подбородка и лба. Для калибровки и валидации использовались девять точек.

**Процедура.** Эксперимент начинался с проведения калибровки и валидации. Затем на экране монитора предъявлялась инструкция по выполнению первой части задания, заключающаяся в свободном просмотре изображения на протяжении пяти секунд. В каждой пробе участники эксперимента видели изображение города сверху и стрелку компаса под этим изображением. После каждой из 30 проб в центре экрана появлялась точка фиксации.



**Рисунок 1.** Пример изображения с яркими тенями (слева); с тусклыми тенями и яркими автомобилями (справа)

1 В изображениях использовались приглушенные цвета: серый, желтый, бежевый, зеленый. Помимо этого, в варианте с тусклыми тенями и яркими автомобилями (рис. 1 справа) автомобили были яркой окраски: красные, синие, желтые, вследствие чего выделялись на фоне приглушенных цветов остального изображения

Затем участникам давалась вторая инструкция по объяснению того, как по ориентации тени относительно здания и наклону стрелки компаса можно определить, в северном или южном полушарии находится город, изображение которого будет предъявлено на экране. Здесь участник эксперимента мог задать вопросы, чтобы уточнить полученную информацию. Далее следовали вторая калибровка и валидация, после чего участники переходили к набору из 30 уже просмотренных ими ранее изображений. На этот раз проба заканчивалась после того, как участник эксперимента давал ответ путем нажатия одной из двух кнопок, соответствующих северу или югу.

## Результаты

**Время до первой фиксации в областях, связанных с задачей.** Для анализа времени до первой фиксации на тенях до и после инструкции в зависимости от стимульного материала применялся двухфакторный дисперсионный анализ с учетом взаимодействия независимых переменных (1 фактор – влияние инструкции, 2 – тип стимульного материала) и поправки на множественные сравнения. Время до первой фиксации на тенях было незначительно меньше на стимулах с яркими тенями, чем на стимулах с яркими автомобилями,  $F(1, 17) = 1.02$ ,  $p = .64$ , однако время до первой фиксации на тенях значительно снизилось после инструкции,  $F(1, 17) = 53.52$ ,  $p < .001$ . Аналогично, фиксация на компасе наступала незначительно раньше на картинках с яркими тенями, чем с яркими автомобилями,  $F(1, 17) = 3.40$ ,  $p = .23$ , однако время до первой фиксации значительно снизилось после инструкции  $F(1, 17) = 19.328$ ,  $p < .001$  (рис. 2).

**Время до первой фиксации в областях, не связанных с задачей.** Ни тип стимульного материала  $F(1, 17) = 0.6$ ,  $p = .64$ , ни инструкция  $F(1, 17) = 4$ ,  $p = .0548$  не оказали значительного влияния на время до первой фиксации на автомобилях.

**Доля времени, затраченная на просмотр областей, связанных с задачей.** Так как в первой части эксперимента участники просматривали каждое изображение в течение фиксированного времени, анализу подлежали только эффективность выполнения задания (время ответа) и пропорция фиксаций на тенях относительно общего количества фиксаций после предъявления задачи. Критерий Стьюдента  $t(16) = 0.40$ ,  $p = .70$  не выявил значимых различий в пропорции фиксаций на тенях относительно общего количества фикса-

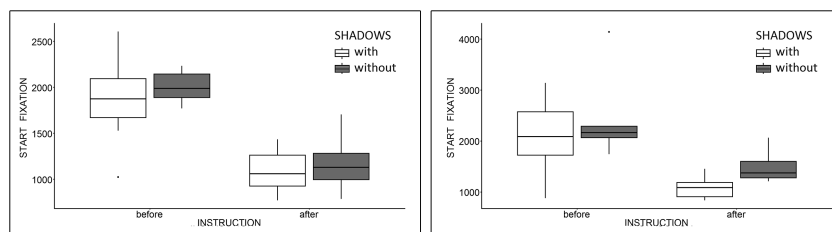


Рисунок 2. Время до первой фиксации в областях, связанных с задачей: тени (слева), компас (справа)

ций между группами с яркими и тусклыми тенями. Корреляция Пирсона  $r(16) = -.34$ ,  $p = .20$  соответствовала нулевой гипотезе об отсутствии корреляций между переменными.

### Обсуждение и выводы

Механизмы, с помощью которых заметность влияет на успешность решения задач при использовании изображений, приближенных к реальным, оказались отличными от результатов анализа карт погоды по времени до первой фиксации: при просмотре реалистичных изображений участники, работавшие с изображениями с яркими тенями, не начинали смотреть на тени раньше, чем участники, работавшие с изображениями с тусклыми тенями.

В остальном результаты данной работы аналогичны результатам работы М. Хегарти: доля времени, потраченного на просмотр связанных с задачей областей, значительно не отличается между группами с яркими и тусклыми тенями; отсутствует корреляция между долей времени, потраченного на просмотр теней, и временем ответа. Все это соответствует гипотезе отбора признаков (отсутствие разницы в движениях глаз на изображениях с разным уровнем заметности соответствующего задаче признака).

### Литература

*Desimone R., Duncan J.* Neural mechanisms of selective visual attention // Annual Review of Neuroscience. 1995. Vol. 18. No. 1. P. 193–222. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ne.18.030195.001205>

*Hegarty M., Canham M. S., Fabrikant S. I.* Thinking about the weather: How display salience and knowledge affect performance in a graphic inference task // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2010. Vol. 36. No. 1. P. 37–53. <http://dx.doi.org/10.1037/a0017683>

*Hoffman J. E., Nelson B.* Spatial selectivity in visual search // Perception & Psychophysics. 1981. Vol. 30. No. 3. P. 283–290. <http://dx.doi.org/10.3758/bf03214284>

*Navalpakkam V., Itti L.* An integrated model of top-down and bottom-up attention for optimizing detection speed // 2006 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition – volume 2 (CVPR'06). IEEE, 2006. P. 2049–2056. <http://dx.doi.org/10.1109/cvpr.2006.54>

## INTERACTION OF TOP-DOWN AND BOTTOM-UP PROCESSES IN PERCEPTION OF REAL WORLD IMAGES

N. A. Murzyakova

[namurzyakova@edu.hse.ru](mailto:namurzyakova@edu.hse.ru)

National Research University Higher School of Economics, Moscow

**Abstract.** Top-down and bottom-up processes are central terms in the current field of cognitive psychology. Partial dissociation of top-down and bottom-up processes can be detected by analyzing eye movements. Most of the information about top-down and bottom-up processes has been collected using simple images, but little is known about such processes

occurring during the observation of real world scenes. This study partially replicates Mary Hegarty's work on processing graphic stimuli (weather maps) using real world images (3D city models). Our results partially confirm Mary Hegarty's results. All of the obtained results correspond to the hypothesis of feature selection. That is, the properties of fixations on the objects associated with the task did not correlate with an objects' saliency.

**Keywords:** fixations, salience, area of interests, spatial selection hypothesis, feature selection hypothesis