

**КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ 2015**

**КОГНИТИВНАЯ НАУКА  
В МОСКВЕ: НОВЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ**



**2015**

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

ISBN 978-5-4465-0705-4



9 785446 507054 >

# ОСОБЕННОСТИ СТРАТЕГИИ ЗРИТЕЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПРОСМОТРЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕН

Шурупова М.А. (1), Анисимов В.Н. \* (1), Красноперов А.В. (2),  
Латанов А.В. (1)

[victor\\_anisimov@neurobiology.ru](mailto:victor_anisimov@neurobiology.ru)

1 — Кафедра высшей нервной деятельности МГУ им. М.В. Ломоносова;  
2 — Лаборатория Ядерных Проблем, ОИЯИ

**Аннотация.** Известно, что когнитивная зрительная задача, данная испытуемому при просмотре, влияет на параметры движений его глаз. В нашем исследовании мы изучали сканирование динамических сцен в условиях свободного просмотра (без задания) и просмотра с когнитивным заданием. К каждому из трех видеофрагментов предлагался свой тип задания. Мы выявили существенное влияние когнитивного задания на параметры движений глаз при просмотре всех видеофрагментов. Длительности фиксации при просмотре с заданием оказались достоверно короче, а амплитуды саккад имели тенденцию возрастать. Также при просмотре видеофрагментов с когнитивным заданием удалось обнаружить разделение параметров движений глаз на две моды зрения — амбьентную и фокальную, отражающих процессы глобального и локального сканирования зрительных сцен.

**Ключевые слова:** движения глаз, трекинг взора, динамические сцены, моды зрения

## Введение

Параметры движений глаз, такие как длительности фиксации и амплитуды саккад, отражают общие закономерности функционирования зрительной системы при просмотре статических и динамических зрительных сцен. В исследованиях А.Л. Ярбуса применялись парадигмы, в которых испытуемые рассматривали одни и те же изображения, но в зависимости от задания изменялись паттерны сканирования изображения при просмотре (Ярбус, 1965). Таким образом, впервые было показано, что когнитивная задача, выполняемая испытуемым при просмотре зрительной сцены, отражается на характере движений глаз. В дальнейшем исследователи проводили количественные оценки движений глаз при выполнении заданий. Большинство подобных исследований проведено на статических изображениях (Antes, 1974; Unema et al., 2005).

В работах (Antes, 1974; Smith, Mital, 2013; Unema et al., 2005) были проанализированы зависимости соотношений длительностей фиксации и амплитуд саккад. Было показано (Smith, Mital, 2013), что при просмотре

зрительной сцены с когнитивным заданием параметры движений глаз будут изменяться по сравнению со свободным просмотром той же сцены, что отражает вовлечение top-down внимания: длительности фиксации уменьшаются, а амплитуды саккад возрастают. Отдельным моментом в работах является анализ зависимости амплитуды последующей саккады от длительности фиксации. В этом соотношении находит отражение смена так называемых мод зрения — амбьентной и фокальной (Unema et al., 2005).

Целью данной работы было выявление глазодвигательных коррелятов функционирования различных мод зрения при просмотре динамических сцен. В частности, нами была поставлена задача исследовать параметры движений глаз при просмотре динамических сцен в парадигме зрительного поиска.

### Методика

В эксперименте участвовали 25 испытуемых в возрасте от 19 до 24 лет, которым один и тот же видеоряд предъявляли два раза — сначала в режиме свободного просмотра (без инструкции), затем после инструкции. Нами использовано три видеофрагмента, которые предъявлялись первый раз для свободного просмотра, а во второй раз — с заданием. В зависимости от особенностей видеоряда после свободного просмотра испытуемых инструктировали выполнить задание, смысл которого был явно связан с конкретным видеофрагментом, например, определить историческую эпоху (задание 1), определить город (задание 2) и найти определенные объекты (задание 3). Движения глаз регистрировали с помощью разработанного нами трекера, созданного на основе быстрой цифровой камеры FV300 (НПО «Астек») и программного обеспечения, позволяющего переводить координаты центра зрачка на матрице видеокамеры в координаты соответствующего изображения на экране монитора, а также предъявлять видео и накладывать треки на видеоизображение (Visual Stimulator v.5.4). Анализировали длительности фиксации и амплитуды саккад и их соотношение при свободном просмотре и при выполнении задания.

### Результаты

Мы выявили существенное влияние когнитивной задачи на параметры движений глаз при просмотре всех видеофрагментов. Длительности фиксации при зрительном поиске оказались короче, а амплитуды саккад выше.

Методом дисперсионного факторного анализа выявлено достоверное влияние фактора «задание» на длительности фиксации при выполнении всех заданий: для задания 1 —  $F(1,2108) = 38.46$  ( $p < .0001$ ), для задания 2 —  $F(1,1628) = 8.93$  ( $p < .003$ ), для задания 3 —  $F(1,2006) = 179.8$

( $p < .0001$ ). Длительность фиксаций оказалась достоверно выше при свободном просмотре, чем при выполнении всех заданий (табл. 1). Амплитуды саккад имели тенденцию увеличиваться при выполнении заданий (табл. 1).

**Таблица 1.** Статистические параметры длительностей фиксаций и амплитуд саккад при обоих просмотрах видеофрагментов, усредненные по всем испытуемым

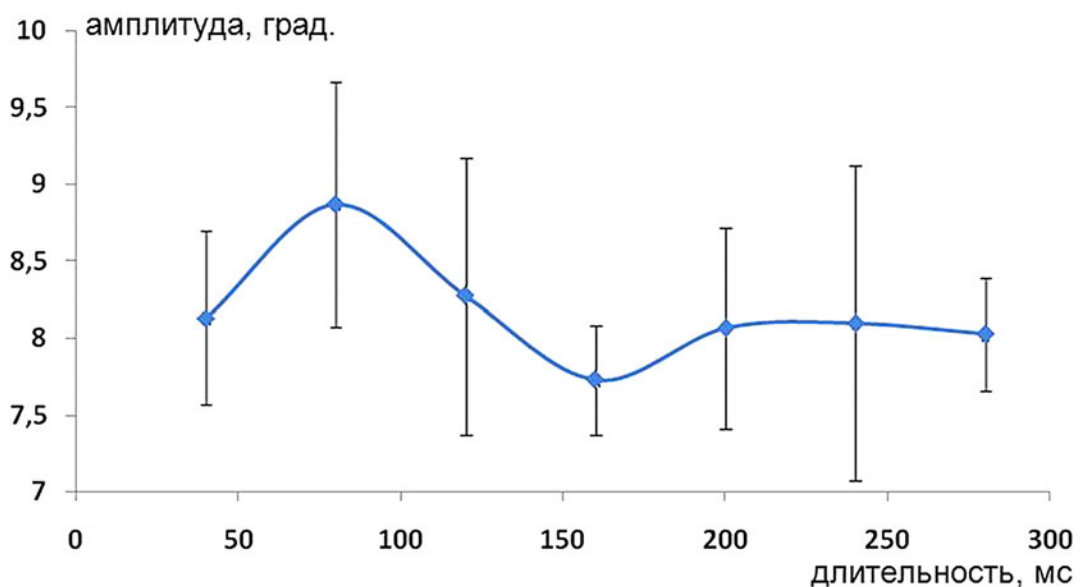
	Видеофрагмент 1		Видеофрагмент 2		Видеофрагмент 3	
	Без задания	Задание 1	Без задания	Задание 2	Без задания	Задание 3
Средняя длит. фиксаций, мс	407 ± 10	340 ± 7	467 ± 13	422 ± 11	475 ± 15	301 ± 6
Средняя ампл. саккад, град.	8.18 ± 0.25	9.17 ± 0.25	6.65 ± 0.24	7.05 ± 0.23	7.89 ± 0.27	8.42 ± 0.21
Длит. фиксаций	.0001*		.009*		.0001*	
Ампл. саккад	.006*		.228		.126	
F1						
Длит. фиксаций	.0001*		.003*		.0001*	
ампл. саккад	.008*		.234		.116	
F2						
Длит. фиксаций	.0001*		.0001*		.001*	
ампл. саккад	.001*		.006*		.028*	

Представлены уровни достоверности различий длительностей фиксаций при разных режимах просмотра по t-критерию Стьюдента, а также уровни влияния факторов «задание» (F1) и «испытуемый» (F2). Звездочкой отмечены достоверные отличия параметров и достоверные влияния факторов.

При усреднении данных по трем видеофрагментам-изображениям мы проанализировали динамику изменений параметров в зависимости от времени от начала просмотра. Мы не выявили увеличения длительности фиксаций и уменьшения амплитуд саккад, описанных в работах по просмотру статических изображений (Antes, 1974; Unema et al., 2005). Подобная разнонаправленная динамика параметров фиксаций и саккад отражает смену мод зрения от амбьентной к фокальной. Наши результаты свидетельствуют о том, что динамика смены мод зрения при

просмотре динамических сцен отличается от таковой при просмотре статических изображений.

При построении зависимости амплитуды последующей саккады от длительности фиксации для длительностей менее 300 мс обнаруживается динамика, сходная с динамикой аналогичной зависимости при просмотре статических изображений (Unema et al., 2005), однако она обладает меньшей выраженностью, что, по-видимому, обусловлено особенностями просмотра динамических сцен. При этом отчетливо выражено увеличение амплитуды саккад при коротких фиксациях (<160 мс) и ее уменьшение с выходом на плато для фиксаций, имеющих большие длительности (> 160 мс).



**Рисунок 1.** Зависимость амплитуды последующей саккады от длительности фиксации. График отражает представление о фокальной и амбьентной модах зрения; в соответствии с этой концепцией за более короткими фиксациями следуют более высокоамплитудные саккады, а за более длительными фиксациями следуют саккады меньшей амплитуды [5]

### Заключение

В настоящей работе мы повторили результаты, продемонстрированные в литературе для процесса рассматривания статических изображений (Antes, 1974; Unema et al., 2005) и применили сходный анализ для процесса просмотра динамических сцен. Как при просмотре статических, так и при просмотре динамических зрительных сцен выполнение определенного задания изменяет параметры движений глаз по сравнению с просмотром без какого-либо задания.

Наши результаты показывают:

1) Как и в классической работе А.Л. Ярбуса (Ярбус, 1965), по результатам которой было качественно продемонстрировано изменение стратегии сканирования статического изображения при разных заданиях, для просмотра видеорядов также характерны изменения паттернов сканирования изображения в зависимости от когнитивной нагрузки (задания, требующего решения).

2) Во время выполнения заданий длительности фиксации оказались достоверно меньше, что характерно для парадигмы зрительного поиска.

3) Амплитуды саккад показали тенденцию к увеличению при просмотре с заданием, причем средние значения амплитуд саккад оказались выше во всех случаях, что также релевантно парадигме зрительного поиска.

4) Мы выявили разделение параметров движений глаз при просмотре динамических сцен с заданием на две моды зрения — амбьентную, характеризующуюся высокоамплитудными саккадами и короткими фиксациями, и фокальную (Antes, 1974; Unema et al., 2005), характеризующуюся низкоамплитудными саккадами и длительными фиксациями. Такая зависимость проявляется при просмотре динамических сцен с заданием. Такое разделение мод зрения отражает процессы глобального сканирования, происходящего во время поиска целевых объектов, и процессы их идентификации, происходящей в момент его рассматривания.

## Литература

*Ярбус А.* Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука, 1965.

*Antes J.R.* The time course of picture viewing // *Journal of experimental psychology*. 1974. Vol. 103. No. 1. P. 62.

*Smith T.J., Mital P.K.* Attentional synchrony and the influence of viewing task on gaze behavior in static and dynamic scenes // *Journal of Vision*. 2013. Vol. 13. No. 8. P. 16.

*Unema P.J., Pannasch S., Joos M., Velichkovsky B.M.* Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration // *Visual Cognition*. 2005. Vol. 12. No. 3. P. 473–494.

## Aspects of Scanning Strategy in Dynamic Scene Viewing

Shurupova M.A. \* (1), Anisimov V.N. (1), Krasnoperov A.V. (2),  
Latanov A.V. (1)

[victor\\_anisimov@neurobiology.ru](mailto:victor_anisimov@neurobiology.ru)

1 — Department of High Nervous Activity, Biological Faculty of Moscow State University, Moscow, Russia, 2 — Laboratory of nuclear issues, JINR

**Abstract:** It is known that cognitive visual tasks affect eye movements. In our research, we investigate parameters of eye movements in the viewing of dynamic scenes in two conditions: free-viewing (without task) and viewing with a cognitive task. Three videos each related to a special type of task. We revealed a significant influence of cognitive task on parameters of eye movements for all videos. During the task fixation durations were significantly shorter, while saccade amplitudes tended to be longer. We also found a division of eye movement parameters into two visual modes, ambient and focal, which reflect global and local processes of scanning a visual scene.

**Keywords:** eye movements, eye-tracking, dynamic scenes, visual modes