

## Исследование шаблона распределения внимания человека с помощью технологии айтрекинг

*М.А. Болдырев<sup>1</sup>, А.В. Зубков<sup>1,2</sup>, А.Р. Донская<sup>1,2</sup>, М.А. Скляров<sup>1</sup>,  
В.А. Попов<sup>1,2</sup>, М.А. Евлахова<sup>1</sup>, С.В. Степанов<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

<sup>2</sup>Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград

**Аннотация:** Айтрекинг (окулография) – технология, которая позволяет фиксировать направление движения взгляда человека на визуальном стимуле. Благодаря ее применению, исследователи могут получить ценные данные о том, какие элементы окружающей среды наиболее привлекательны в различных контекстах, в таких областях, как, например, маркетинг, психология и др. Целью данной работы является выявление шаблона распределения внимания человека на различного размера объектах визуальных стимулов с помощью технологии айтрекинг. Веб-камера использовалась для записи движения взгляда испытуемых во время изучения ими экспериментальных изображений. Результаты экспериментов показали, что более крупные объекты на визуальных стимулах получают больший приоритет внимания, чем объекты меньшего размера. Это наблюдение справедливо, как для работ, созданных человеком, так и для изображений, созданных искусственным интеллектом (в рамках данного исследования используется Kandinsky 3.1). Полученные результаты исследования позволят улучшить понимание того, как люди воспринимают визуальную информацию, что может способствовать созданию более эффективных подходов разработки интерфейсов.

**Ключевые слова:** технология отслеживания взгляда, приоритет внимания, область интереса, количество регистраций взгляда, искусственный интеллект, Винсент Ван Гог.

### Введение

Технологии для отслеживания направления взгляда находят все большее применение во многих областях, например, в играх, маркетинге, здравоохранении и так далее [1]. Окулография представляет собой метод регистрации направления взгляда испытуемых на различных объектах окружающего мира. Одной из метрик данного метода являются области интереса, которые охватывают части визуального стимула. Взаимодействие с ними включает такие переменные, как время и продолжительность первой фиксации, количество посещений и другие [2]. В данной работе для исследования шаблона распределения внимания человека будет использовано количество регистраций взгляда в пределах выделенных областей интереса.

Эксперименты по отслеживанию взгляда человека в основном осуществляются с помощью камер, основанных на применении инфракрасного и видимого цвета. Они делятся на: десктопные, носимые, мобильные [3]. В экспериментах данного исследования для отслеживания взгляда используется веб-камера, которая является жизнеспособной и недорогой альтернативой инфракрасным устройствам [4].

В настоящее время, в связи с бурным развитием ИИ, который способен генерировать все более и более правдоподобные изображения, перед исследователями возникает вопрос: характерен ли шаблон распределения внимания в отношении визуальных стимулов, созданных человеком, для изображений, сгенерированных с помощью искусственного интеллекта? Ответ на него позволит создать новые технологии, способные обеспечить более эффективное взаимодействие человека с визуальной информацией в широком спектре приложений. Один из важных аспектов, который нужно учитывать при разработке интерфейсов, например, игр [5], веб-сайтов [6] и т.д. – это учет размера контента на визуальных стимулах.

Целью данной работы является выявление шаблона распределения внимания человека на различного размера объектах визуальных стимулов, созданных человеком и искусственным интеллектом.

### **Литературный обзор проведенных исследований по отслеживанию взгляда человека**

В статье [7] Бану Кангоз и др. выяснили, что нет существенной разницы между группами экспертов и неспециалистов по каждому произведению искусства в отношении метрик отслеживания взгляда.

В статье [8] Ын - Сан Сон и др. выявили, что отсутствует корреляция между цветовыми предпочтениями испытуемых и их визуальным восприятием цветов с помощью технологии отслеживания взгляда.

В статье [9] Оливье Ле Мёр и др. выяснили, что распределение взгляда на картинах, принадлежащих 5 художественным течениям, очень похоже на то, как мы привыкли смотреть на естественные сцены.

В статье [10] Пинаки Гайен и др. выявили взаимосвязь между визуальными стратегиями, которыми руководствовались художники при создании своих картин, и фактическими моделями взгляда зрителей.

### Гипотеза

Результаты исследования [10] подтвердили, что более крупные объекты получают больший приоритет визуального внимания, чем объекты меньшего размера для визуальных стимулов, созданных человеком. На этом основании выдвинем гипотезу – данное распределение внимания характерно также для изображений, созданных ИИ (в данной работе используется Kandinsky 3.1).

В качестве экспериментального визуального стимула будет использована картина «Звездная ночь» Винсента Ван Гога в двух вариантах: оригинальное изображение и, сгенерированное с помощью ИИ, представленных на рис.1 – 2. Будет исследовано количество регистраций взгляда испытуемых в пределах выделенных областей интереса.



Рис. 1. – Оригинальное изображение [11]



Рис. 2. – Изображение, сгенерированное с помощью ИИ

### Эксперименты

В экспериментах данного исследования приняло участие 26 человек возрастом от 22 до 24 лет без нарушений зрения. Каждый из испытуемых просматривал экспериментальные изображения с разрешением  $1920 \times 966$  пикселей в течении 10 с в режиме свободного просмотра, находясь на одинаковом расстоянии 70 сантиметров от монитора. Данное количество испытуемых было принято на основе исследований [7 – 10], в которых количество человек варьировалось от 20 до 30.

Для демонстрации экспериментальных изображений используется монитор DELL E2420HS, для отслеживания взгляда применяется веб-камера Logitech Webcam C170, ПК работает под управлением Windows 10.

Методика проведения экспериментов:

Предварительный этап:

На рис.3 представлен пример изображения с размеченными объектами. Разметка экспериментальных изображений осуществлялась с помощью VGG Image Annotator – инструмента ручного аннотирования. Объекты на изображениях размечены с помощью прямоугольников.



Рис. 3. – Пример изображения с размеченными объектами

На рис.4 представлен пример файла .csv с размеченными данными на экспериментальном изображении.

	A	B	C	D	E
1	x	y	width	height	label
2	1507	23	394	280	Big star
3	541	430	269	163	Average star
4	114	0	183	111	Small star

Рис. 4. – Пример файла .csv с размеченными данными на экспериментальном изображении

Основной этап:

1) Указание пользователем экспериментального изображения и времени проведения эксперимента.

На рис.5 представлен пример указания пользователем экспериментального изображения и времени проведения эксперимента.

2) Калибровка взгляда.

На рис.6 представлен процесс калибровки взгляда.

3) Проведение эксперимента.

Испытуемые начинают изучать экспериментальные изображения, начиная с последней точки калибровки (центр экрана).

На рис.7 представлен пример процесса проведения эксперимента.

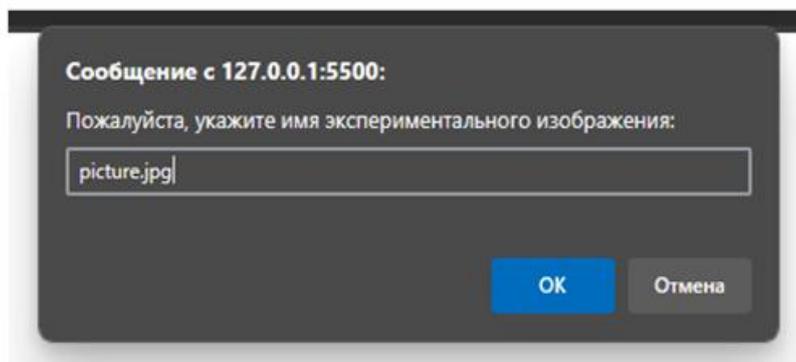
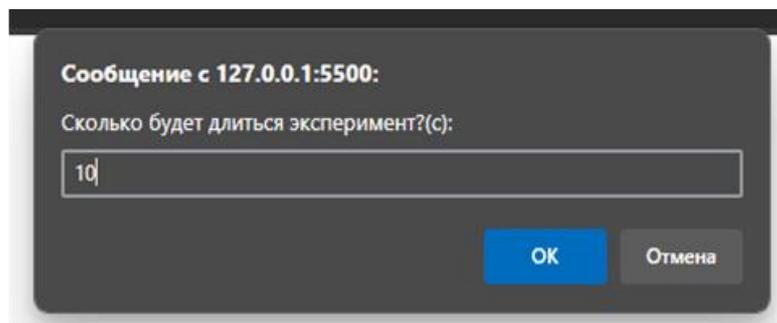


Рис. 5. – Пример указания пользователем экспериментального изображения и времени проведения эксперимента



Рис. 6. – Процесс калибровки взгляда



Рис. 7. – Пример процесса проведения эксперимента

4) На основе результатов экспериментов формируется итоговый .csv файл, отображающий количество регистраций взгляда в пределах выделенных областей интереса.

Пример результатов эксперимента представлены на рис.8.

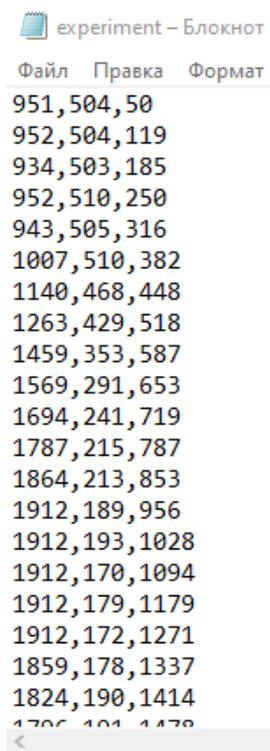


Рис. 8. – Пример результатов эксперимента

Пример итогового .csv файла показан на рис.9.

	A	B
1	label	number of gaze registrations
2	Big star	32
3	Average star	20
4	Small star	11

Рис. 9. – Пример итогового .csv файла

Для запуска и завершения экспериментов, определения количества регистраций взгляда в пределах выделенных областей интереса, используется язык программирования Python, который находит свое применение во многих задачах, например, в разработке микросервиса ретайлирования [12], разработке алгоритма распознавания эмоций человека с использованием сверточной нейронной сети [13] и др.

Для определения координат взгляда человека на изображении и их временной отметки с помощью веб-камеры используется библиотека JS – WebGazer.js, которая была разработана для отслеживания движений глаз людей в Интернете [14].

На рис.10 приведена методика проведения экспериментов (зеленый цвет блоков – программа на Python, оранжевый цвет блоков – HTML-документ (WebGazer.js)).

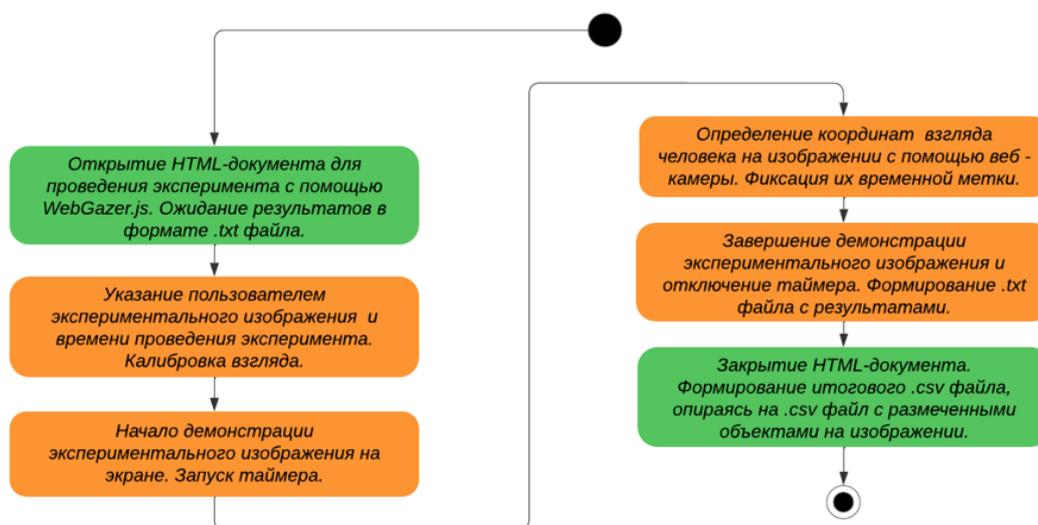


Рис. 10. – Методика проведения экспериментов

## Результаты экспериментов

На рис.11 – 12 представлено среднее количество регистраций взгляда испытуемых (округленных до целого числа) в пределах выделенных областей интереса на оригинальном и сгенерированном с помощью ИИ экспериментальных изображений.

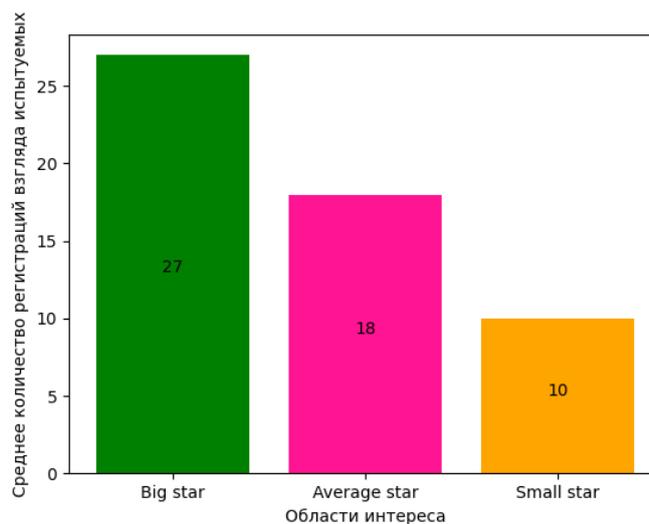


Рис. 11. – Среднее количество регистраций взгляда испытуемых (округленных до целого числа) в пределах выделенных областей интереса на оригинальном изображении

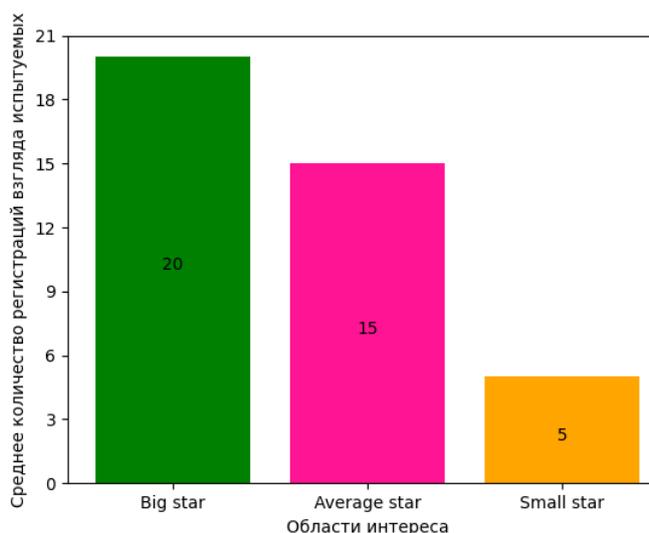


Рис. 12. – Среднее количество регистраций взгляда испытуемых (округленных до целого числа) в пределах выделенных областей интереса на изображении, сгенерированном с помощью ИИ

## Заключение

Результаты экспериментов подтвердили, что более крупные объекты на визуальных стимулах получают больший приоритет визуального внимания, чем объекты меньшего размера. Это наблюдение справедливо, как для работ, созданных человеком, так и для изображений, сгенерированных искусственным интеллектом, следовательно, гипотеза, выдвинутая в рамках данного исследования, была подтверждена.

Итоги исследования позволят открыть новые перспективы в оптимизации дизайна интерфейсов, управлении информацией и понимания механизмов восприятия и принятия решений человеком.

## Литература

1. Kröger J. L., Lutz O. H. M., Müller F. What does your gaze reveal about you? On the privacy implications of eye tracking // IFIP International Summer School on Privacy and Identity Management. 2020. pp. 226-241.
2. Carter B. T., Luke S. G. Best practices in eye tracking research // International Journal of Psychophysiology. 2020. Vol. 155. pp. 49-62.
3. Skaramagkas V., Giannakakis G., Ktistakis E., Manousos D., Karatzanis I., Tachos N. S, Tripoliti E., Marias K., Fotiadis D. I., Tsiknakis M. Review of eye tracking metrics involved in emotional and cognitive processes // IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2021. Vol. 16. pp. 260-277.
4. Wisiecka K., Krejtz K., Krejtz I., Sromek D., Cellary A., Lewandowska B., Duchowski A. T. Comparison of webcam and remote eye tracking // Symposium on eye tracking research and applications. 2022. pp. 1-7.
5. Kurniawan A., Bonafix N., Hartono H. Design UI/UX Mobile Games for Left Hand Dominant People // Journal of Games, Game Art, and Gamification. 2020. Vol. 5. №. 2. pp. 48-53.

6. Yasmine H. T., Atmojo W. T. UI/UX design for tourism village website using the User Centered Design method // TIERS Information Technology Journal. 2022. Vol. 3. №. 2. pp. 100-114.

7. Cangöz B., Oktay B., Rüzgar Kayıran N., Emmungil Karamanoğlu S. Art education and expertise an eye tracking study // Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi. 2021. Vol. 38, №. 1. pp. 259-271.

8. Song E. S., Kim W. H., Lee B. H., Han D. W., Lee J. H., Kim B. Assessment of color perception and preference with eye-tracking analysis in a dental treatment environment // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18. №. 15. P. 7981.

9. Le Meur O., Le Pen T., Cozot R. Can we accurately predict where we look at paintings? // Plos one. 2020. Vol. 15, №. 10. P. e0239980.

10. Gayen P., Banerjee A., Borgohain J., Banik G., Patnaik P. Can visual artists regulate designs to manipulate viewers' gaze patterns? An exploration with eye-tracker // International Conference on Design and Digital Communication. 2022. pp. 507-522.

11. Artchive. The Starry Night (1889) by Vincent Van Gogh. URL: [artchive.com/artwork/the-starry-night-vincent-van-gogh-1889/](https://artchive.com/artwork/the-starry-night-vincent-van-gogh-1889/) (дата обращения: 01.11.2024).

12. Мишин П.А., Мишина П.А. Разработка микросервиса ретайлирования на языке программирования Python // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8928](https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8928).

13. Семенюк В.В., Складчиков М.В. Разработка алгоритма распознавания эмоций человека с использованием сверточной нейронной сети средствами Python // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8905](https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8905).

14. Yang X., Krajbich I. Webcam-based online eye-tracking for behavioral research // Judgment and Decision making. 2021. Vol. 16, №. 6. pp. 1485-1505.

## References

1. Kröger J. L., Lutz O. H. M., Müller F. IFIP International Summer School on Privacy and Identity Management. 2020. pp. 226-241.
2. Carter B. T., Luke S. G. International Journal of Psychophysiology. 2020. Vol. 155. pp. 49-62.
3. Skaramagkas V., Giannakakis G., Ktistakis E., Manousos D., Karatzanis I., Tachos N. S, Tripoliti E., Marias K., Fotiadis D. I., Tsiknakis M. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2021. Vol. 16. pp. 260-277.
4. Wisiecka K., Krejtz K., Krejtz I., Sromek D., Cellary A., Lewandowska B., Duchowski A. T. Symposium on eye tracking research and applications. 2022. pp. 1-7.
5. Kurniawan A., Bonafix N., Hartono H. Journal of Games, Game Art, and Gamification. 2020. Vol. 5. №. 2. pp. 48-53.
6. Yasmine H. T., Atmojo W. T. TIERS Information Technology Journal. 2022. Vol. 3. №. 2. pp. 100-114.
7. Cangöz B., Oktay B., Rüzgar Kayıran N., Emmungil Karamanoğlu S. Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi. 2021. Vol. 38, №. 1. pp. 259-271.
8. Song E. S., Kim W. H., Lee B. H., Han D. W., Lee J. H., Kim B. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18. №. 15. 7981 p.
9. Le Meur O., Le Pen T., Cozot R. Plos one. 2020. Vol. 15, №. 10. e0239980 p.
10. Gayen P., Banerjee A., Borgohain J., Banik G., Patnaik P. International Conference on Design and Digital Communication. 2022. pp. 507-522.
11. Artchive. The Starry Night (1889) by Vincent Van Gogh. URL: [artchive.com/artwork/the-starry-night-vincent-van-gogh-1889/](https://artchive.com/artwork/the-starry-night-vincent-van-gogh-1889/) (date of application 01.11.2024).



12. Mishin P.A., Mishina P.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8928](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8928).

13. Semenyuk V.V., Skladchikov M.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8905](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8905).

14. Yang X., Krajbich I. Judgment and Decision making. 2021. Vol. 16, №. 6. pp. 1485-1505.

**Дата поступления: 2.11.2024**

**Дата публикации: 5.12.2024**