

УДК 37

Психофизиологические особенности распознавания визуальных иллюзий

Виноградов Максим Алексеевич

Независимый эксперт,
член ассоциации "International creative and art association",
119019, Российская Федерация, Москва, ул. Воздвиженка, 3/5;
e-mail: masomatravel@gmail.com

Аннотация

В статье анализируются психофизиологические особенности распознавания визуальных иллюзий. Отмечается значимость изучения визуальных иллюзий как инструментов в психофизиологических исследованиях. Рассматриваются основные типы визуальных иллюзий и функциональная модель обработки зрительной информации. Приводятся данные исследований особенностей распознавания визуальных иллюзий. Выявляется потенциал использования глубоких нейронных сетей для изучения психофизиологического механизма восприятия визуальных иллюзий.

Несмотря на множественные исследования в течение длительного времени в настоящий момент отсутствуют общепринятые объяснения для многих классических визуальных иллюзий: локальные физиологические эффекты зачастую не подтверждаются при подробном изучении их предсказаний, а функциональные теории, хотя и дают многообещающие данные, сталкиваются с наблюдениями, которые не могут объяснить. Научный интерес исследования иллюзий для изучения зрительных механизмов заключается не столько в их эпистемологическом статусе, сколько в том, что они служат огромным источником данных о возможностях неодинакового восприятия идентичных стимулов в разных контекстах. Такие явления требуют объяснений и представляют собой существенные проблемы для понимания перцептивных процессов.

Для цитирования в научных исследованиях

Виноградов М.А. Психофизиологические особенности распознавания визуальных иллюзий // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2024. Т. 13. № 7А. С. 53-61.

Ключевые слова

Визуальное восприятие, визуальные иллюзии, распознавание иллюзий, психофизиология, мозговая активность.

Введение

Изучение зрительных иллюзий насчитывает тысячелетия, однако их определение до сих пор является предметом споров и продолжает стимулировать исследования в различных дисциплинах [Gori, Molteni, Facoetti, 2016]. В общем смысле иллюзии обычно рассматриваются как явления, которые порождают конфликт между восприятием и представлением о реальности. Подобные определения не обходятся без проблем, поскольку в некотором смысле любое видение – это иллюзия. Однако поскольку никакой опыт не копирует реальность, спор о соответствии «реальному» миру не играет роли в объяснении восприятия визуальных иллюзий.

Основное содержание

Визуальные иллюзии вызывают восприятие, для которого ещё не найдено удовлетворительного объяснения, поэтому их можно рассматривать как стимулы, которые вызывают согласованные перцептивные эффекты, отражающие работу перцептивной системы [Карпинская, 2016]. Помимо эпистемологических дебатов о природе и феноменологической классификации иллюзий, иллюзорные визуальные конфигурации используются в качестве инструментов в психофизиологических исследованиях, поскольку они потенциально способны внести вклад в нейробиологию зрительного восприятия и психофизиологию перцептивной обработки.

Целью работы является изучение психофизиологических особенностей распознавания визуальных иллюзий. Для её достижения был проведён анализ и синтез материалов по психофизиологии, применён системно-структурный подход к рассмотрению ключевых аспектов проблемы исследования.

Психофизиология визуальных иллюзий является новым направлением в исследовании сенсорных процессов, представляющим собой сочетание методического психофизиологического подхода и уникального материала, позволяющего исследовать закономерности функционирования сенсорных процессов и работы психики [Карпинская, 2016]. В рамках данного научного направления исследуются изменения сенсорных порогов под влиянием визуальных иллюзий в различных модальностях для выявления когнитивных механизмов формирования этих порогов и их изменений в процессах обнаружения и различения визуальных стимулов под влиянием иллюзий.

Визуальная иллюзия – это неправильная интерпретация изображения мозгом под воздействием контраста, теней, использования цветов, которые настраивают мозг на неверный шаблон мышления [Zabawa-Krzyrkowska, Groń, 2020]. Иллюзия возникает из-за механизмов восприятия, которые обычно помогают верно воспринимать действительность, но при определённых условиях могут приводить к искажениям. Можно выделить следующие типы визуальных иллюзий [Todorović, 2020]:

1. Иллюзии, деформирующие форму, размер и длину: иллюзия Понцо (рис. 1), иллюзия стены кафе (рис. 2).
2. Иллюзии, вызванные физиологией зрительной системы: полоса Маха, сетка Германа (рис. 3), иррадиация (рис. 4).
3. Иллюзии, вызывающие впечатление движения: иллюзии мерцания, вращающихся дисков (рис. 5), стробоскопа (рис. 6).



Рисунок 1 – Иллюзия Понцо

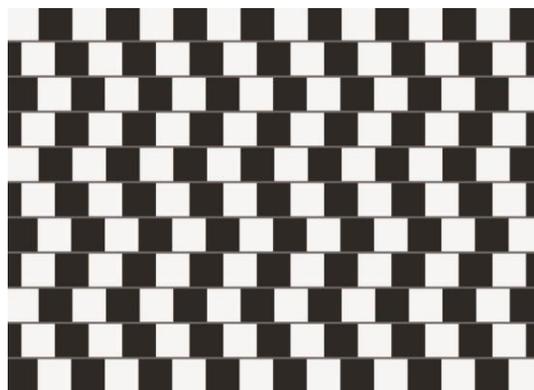


Рисунок 2 – Иллюзия стены кафе

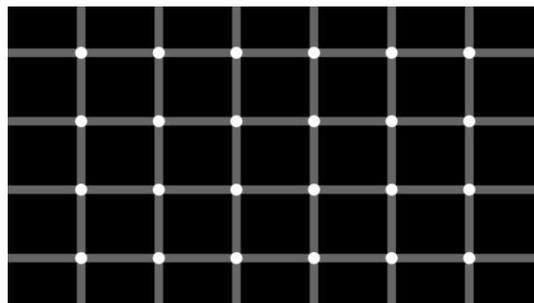


Рисунок 3 – Сетка Германа



Рисунок 4 – Иррадиация



Рисунок 5 – Иллюзия вращающегося диска



Рисунок 6 – Иллюзия стробоскопа

4. Иллюзии яркости и цвета (рис. 7).

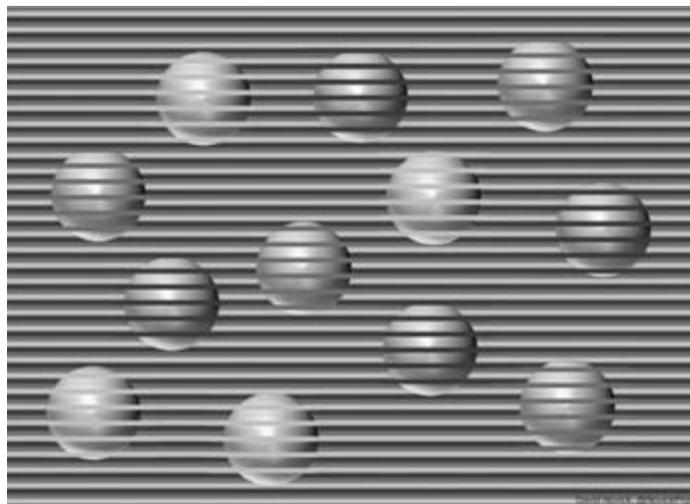


Рисунок 7 – Иллюзия цветового различия

5. Иллюзии, вызванные неоднозначными фигурами: лестница Шрёдера (рис. 8), куб Неккера (рис. 9).

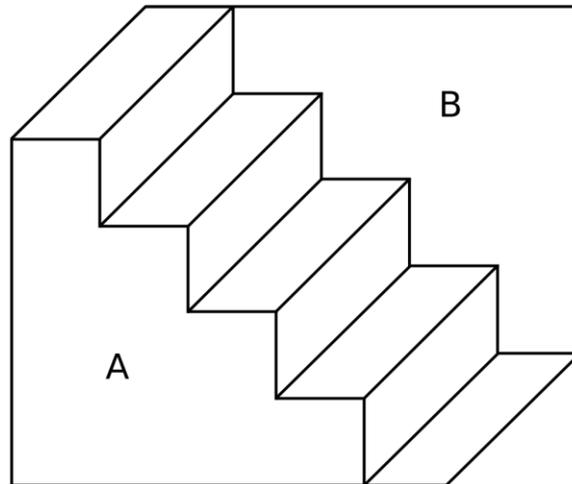


Рисунок 8 – Лестница Шрёдера

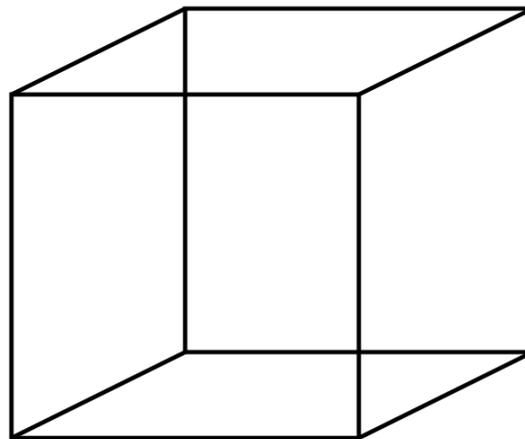


Рисунок 9 – Куб Неккера

6. Невозможные фигуры: лестница Пенроуза (рис. 10), куб Эшера (рис. 11).

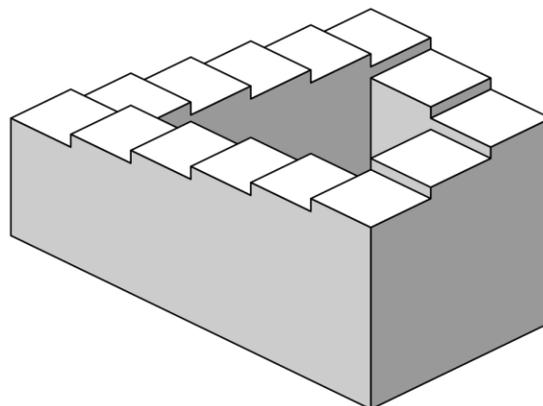


Рисунок 10 – Лестница Пенроуза



Рисунок 11 – Куб Эшера

Существуют несколько теорий, объясняющих механизмы восприятия зрительных иллюзий [Денисова, Зайцева, Ермаков, 2023]. Психофизиологический подход включает теорию оптики глаза, теорию нарушения работы зрительной системы и глазодвигательную теорию, в рамках которой в последние годы активно накапливаются данные благодаря развитию айтрекинга. Исследователями накоплено огромное количество экспериментальных данных касательно различных аспектов нейрофизиологии зрительного восприятия: описаны механизмы отбора информации при моментальном зрительном восприятии множества объектов, в рамках векторного подхода выдвинута концепция модульной структуры зрительной системы. В соответствии с системным подходом предлагаются возможные механизмы интеграции элементарных физиологических процессов в целостные структуры, которые обеспечивают разноуровневые психические процессы.

Понятие визуальной иллюзии содержит по крайней мере три различных и взаимодополняющих способа восприятия: физический/геометрический, перцептивный и метаперцептивный [Baingio, Daniele, Jurgis, 2022]. Все они феноменологически переживаются, хотя и находятся на разных уровнях реальности. Несоответствия почти всегда присутствуют в визуальном мире, однако не все несоответствия кажутся иллюзорными. Восприятие иллюзии должно содержать некий конкретный видимый атрибут, обеспечивающий «иллюзию». В частности, таким атрибутом становится перцептивная организация.

Исследования показали, что в основе «объектного зрения», отвечающего за представление объектов, лежат вентральные анатомические пути в мозге, в основе «пространственного зрения», определяющего представление пространственного расположения объектов – дорсальные [Gal, Voccia, Nori, Verde, Giannini, Piccardi, 2023]. Согласно функциональной модели, затылочно-височный вентральный путь, проецирующийся от V1 к нижневисочной коре, опосредует осознанное восприятие, распознавание объектов и анализ ситуации, а затылочно-теменной дорсальный путь, проецирующийся от V1 к задней теменной коре, обеспечивает визуальный контроль действий.

Ранние исследователи предполагали, что восприимчивость к зрительным иллюзиям уменьшается при повторных визуальных воздействиях, что называлось уменьшением иллюзии [Caporuscio, Fink, Sterzer, Martin, 2022]. Однако современные исследования не демонстрируют существенных различий в средних величинах иллюзии с течением времени: даже в случаях, когда человек знает, как работает визуальная иллюзия, его восприятие остаётся неизменным.

Однако более интересным представляется вопрос не о стабильности величины иллюзии с течением времени, а о стабильности индивидуальных различий в восприятии зрительных иллюзий.

Исследования показывают, что восприимчивость отдельных участников к конкретным иллюзиям остаётся стабильной [Cretenoud, Grzeczowski, Kunchulia, Herzog, 2021]. Хотя авторы не исключают, что индивидуальные различия в восприятии зрительных иллюзий могут немного меняться с течением времени, индивидуальные различия в значительной степени стабильны, в отличие от величины иллюзий. Также устойчивыми являются индивидуальные различия в условиях монокулярного и бинокулярного зрения: различия между глазами не имеют большого значения. Следовательно, механизмы, лежащие в основе иллюзий, по-видимому, возникают после бинокулярного слияния.

Несмотря на накопленный массив исследований и наблюдений, в настоящее время детальный психофизиологический механизм восприятия визуальных иллюзий неизвестен. Один из перспективных способов устранения этого пробела – использование глубоких нейронных сетей [Zhang, Yoshida, Li, 2024]. Типичная интерпретация зрительных иллюзий основана на серии нейронных тормозных реакций, которые развиваются через вентральный зрительный путь. На основе глубоких нейронных сетей был смоделирован вентральный зрительный путь и построены картографические отношения. Это указывает на потенциал этих сетей служить моделями мозга, позволяя исследователям изучать нейронные механизмы, лежащие в основе зрительных иллюзий.

Исследования проявления визуальных иллюзий в глубоких нейронных сетях заложили основу для понимания их механизмов, таких как роль нейронных тормозных реакций и вентрального зрительного пути [Cheng, Horikawa, Majima, Tanaka, Abdelhack, Aoki, Hirano, 2023]. Они дают критически важные сведения о том, как иллюзии могут служить инструментами для исследования работы зрительной системы.

Заключение

Таким образом, несмотря на множественные исследования в течение длительного времени в настоящий момент отсутствуют общепринятые объяснения для многих классических визуальных иллюзий: локальные физиологические эффекты зачастую не подтверждаются при подробном изучении их предсказаний, а функциональные теории, хотя и дают многообещающие данные, сталкиваются с наблюдениями, которые не могут объяснить. Научный интерес исследования иллюзий для изучения зрительных механизмов заключается не столько в их эпистемологическом статусе, сколько в том, что они служат огромным источником данных о возможностях неодинакового восприятия идентичных стимулов в разных контекстах. Такие явления требуют объяснений и представляют собой существенные проблемы для понимания перцептивных процессов. Перспективным представляется использование глубоких нейронных сетей для реконструкции мозговой активности при восприятии визуальных иллюзий.

Библиография

1. Gori S., Molteni M., Facoetti A. Visual Illusions: An Interesting Tool to Investigate Developmental Dyslexia and Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2016, vol. 10. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00175
2. Rogers B. When is an illusion not an illusion? An alternative view of the illusion concept (Review). *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, vol. 16, no. 31: 957740. DOI: 10.3389/fnhum.2022.957740

3. Карпинская В.Ю. Психофизика перцептивных иллюзий: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.01 / Валерия Юльевна Карпинская; Санкт-Петербург. гос. ун-т. – СПб., 2016. – 345 с.
4. Zabawa-Krzyzkowska J., Groń K. *The psychophysiology of visual perception: selected issues*. Gliwice: The Publishing House of the Silesian University of Technology, 2020, 120 p.
5. Todorović D. What Are Visual Illusions? *Perception*, 2020, vol. 49, no. 11, pp. 1128-1199. DOI: 10.1177/0301006620962279
6. Денисова Е.Г., Зайцева Ю.Н., Ермаков П.Н. Электрофизиологические корреляты распознавания визуальных иллюзий: исследование вызванной активности мозга // Национальный психологический журнал. – 2023. – № 2 (50). – С. 119-128. – DOI: 10.11621/npj.2023.0209
7. Baingio P., Daniele P., Jurgis S. From perceptual organization to visual illusions and back. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, vol. 16. DOI: 10.3389/fnhum.2022.960542
8. Gal A., Boccia M., Nori R., Verde P., Giannini A.M., Piccardi L. Neural networks underlying visual illusions: An activation likelihood estimation meta-analysis. *NeuroImage*, 2023, vol. 279: 120335. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2023.120335
9. Caporuscio C., Fink S.B., Sterzer P., Martin J.M. When seeing is not believing: A mechanistic basis for predictive divergence. *Consciousness and Cognition*, 2022, vol. 102: 103334. DOI: 10.1016/j.concog.2022.103334
10. Cretenoud A.F., Grzeczkowski L., Kunchulia M., Herzog M.H. Individual differences in the perception of visual illusions are stable across eyes, time, and measurement methods. *J Vis*, 2021, vol. 21, no. 5: 26. DOI: 10.1167/jov.21.5.26
11. Zhang H., Yoshida S., Li Z. Brain-like illusion produced by Skye's Oblique Grating in deep neural networks. *PLoS ONE*, 2024, vol. 19, no. 2: e0299083. DOI: 10.1371/journal.pone.0299083
12. Cheng F.L., Horikawa T., Majima K., Tanaka M., Abdelhack M., Aoki S.C., Hirano J., Kamitani Y. Reconstructing visual illusory experiences from human brain activity. *Sci. Adv.*, 2023 vol. 9, iss.46. DOI: 10.1126/sciadv.adj3906

Psychophysiological features of visual illusion recognition

Maksim A. Vinogradov

Independent expert,
Member of the association "International creative and art association",
119019, 3/5 Vozdvizhenka str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: masomatravel@gmail.com

Abstract

The article analyzes the psychophysiological features of the recognition of visual illusions. The importance of studying visual illusions as tools in psychophysiological research is noted. The main types of visual illusions and the functional model of visual information processing are considered. The research data on the features of recognition of visual illusions are presented. The potential of using deep neural networks to study the psychophysiological mechanism of perception of visual illusions is revealed. Despite numerous studies for a long time, there are currently no generally accepted explanations for many classical visual illusions: local physiological effects are often not confirmed by a detailed study of their predictions, and functional theories, although they provide promising data, encounter observations that cannot explain. The scientific interest of the study of illusions for the study of visual mechanisms lies not so much in their epistemological status, but rather in the fact that they serve as a huge source of data on the possibilities of unequal perception of identical stimuli in different contexts. Such phenomena require explanations and present significant problems for understanding perceptual processes.

For citation

Vinogradov M.A. (2024) Psikhofiziologicheskie osobennosti raspoznavaniya vizual'nykh illyuzii [Psychophysiological features of visual illusion recognition]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 13 (7A), pp. 53-61.

Keywords

Visual perception, visual illusions, recognition of illusions, psychophysiology, brain activity.

References

1. Gori S., Molteni M., Facoetti A. Visual illusions: an interesting tool for the study of developmental dyslexia and autism spectrum disorders. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2016, volume 10. DOI: 10.3389/person 2016.00175
2. Rogers B. When does an illusion cease to be an illusion? An alternative view of the concept of illusion (review). *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, Volume 16, No. 31: 957740. DOI: 10.3389/person 2022.957740
3. Karpinskaya V.Y. Psychophysics of perceptual illusions: dis. ... Doctor of Psychological Sciences: 19.00.01 / Valeria Yulievna Karpinskaya; St. Petersburg State University – St. Petersburg, 2016. – 345 p.
4. Zabava-Kshipkovska Ya., Gron K. Psychophysiology of visual perception: selected questions. Gliwice: Silesian University of Technology Publishing House, 2020, 120 p.
5. Todorovich D. What are visual illusions? *Perception*, 2020, volume 49, No. 11, pp. 1128-1199. DOI: 10.1177/0301006620962279
6. Denisova E.G., Zaitseva Yu.N., Ermakov P.N. Electrophysiological correlates of visual illusion recognition: a study of evoked brain activity // *National Psychological Journal*. – 2023. – № 2 (50). – Pp. 119-128. – DOI: 10.11621/npj.2023.0209
7. Baingio P., Daniele P., Jurgis S. From perceptual organization to visual illusions and back again. "Neurobiology of the Human Frontier" 2022, Volume Two. 16. DOI ID: 10.3389/person 2022.960542
8. Gal A., Boccia M., Nori R., Verde P., Giannini A.M., Piccardi L. Neural networks underlying visual illusions: meta-analysis of activation probability estimation. *Neuroimaging*, 2023, Volume 279:120335. DOI: 10.1016/j.Neuroimaging.2023.120335
9. Caporushio K., Fink S.B., Sterzer P., Martin J.M. When you see, it means you don't believe: a mechanistic basis for predicting discrepancies. *Consciousness and Cognition*, 2022, volume 102:103334. DOI: 10.1016/j.concog.2022.103334
10. Kretenuud A.F., Grzechkovsky L., Kunchulia M., Herzog M.H. Individual differences in the perception of visual illusions remain unchanged depending on the type of eye, time and measurement methods. July, 2021, Volume 21, No. 5:26. DOI: 10.1167/July.21.5.26
11. Zhang H., Yoshida S., Li Z. An illusion resembling a brain created by Skye's inclined lattice in deep neural networks. *PLoS ONE*, 2024, Volume 19, No. 2: e0299083. DOI: 10.1371/journal.pone.0299083
12. Cheng F.L., Horikawa T., Majima K., Tanaka M., Abdelhak M., S Aoki.S., Hirano J., Kamitani Y. Restoration of visual illusions based on the activity of the human brain. *Candidate of Technical Sciences of the present*, 2023, volume 9, issue. 46. DOI: 10.1126/sciadv.adj3906