

ВОСПРИЯТИЕ СУБЪЕКТИВНЫХ (ИЛЛЮЗОРНЫХ) КОНТУРОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Захаров И.М. *

iliazaharov@gmail.com

Психологический факультет МГУ им. Ломоносова

Аннотация. Возникновение феномена иллюзорных контуров (ИК) объясняют с помощью двух основных механизмов: восходящего потока переработки информации и роли зон V1/V2 зрительной коры и нисходящего потока, в котором ключевая роль отводится латеральному окципитальному комплексу. Мы разработали специальный тип стимулов таким образом, чтобы квадрат формировался не из прямых линий, а из синусоидальных отрезков. Генерация ИК такого рода маловероятна на уровне V1/V2. Мы провели ССП-эксперимент (14 испытуемых), в котором сравнивали амплитуду компонента N170 в ответ на 3 типа стимулов, генерирующих ИК. В качестве контроля использовались стимулы, в которых элементы, формирующие ИК, были повернуты. Мы обнаружили классический ССП эффект иллюзии (увеличение амплитуды N170 на целевой стимул по сравнению с контрольным) для всех типов стимулов. Мы предполагаем, что все 3 типа стимулов связаны со сходными процессами нисходящей обработки информации, которые приводят к возникновению ИК.

Ключевые слова: квадрат Канисы, иллюзорные контуры, компонент N170 ССП, нисходящая и восходящая обработка информации

Изучение зрительных иллюзий часто позволяет глубже понять принципы нормальной работы зрительной системы. Феномен субъективных контуров (СК) — это один из типов иллюзий, исследование которого вносит вклад в психологию восприятия, благодаря возможности анализа этого феномена с различных концептуальных позиций. Среди них можно выделить дихотомии теорий непосредственного и опосредованного восприятия, восходящих и нисходящих процессов восприятия, а также механизмов анализа локальных и глобальных характеристик стимула в зрительной системе (Меньшикова, 2012).

Классическим примером СК является квадрат Канисы (рис. 1), который представляет собой четыре круга с таким образом вырезанными секторами, что возникает образ наложенного на них квадрата белого цвета. При этом отсутствующие с физической точки зрения контуры белого квадрата на белом же фоне кажутся отчетливо различимыми. Круги с вырезанными секторами также получили название «пэкмены» (*packmen*) в честь сходства с персонажем компьютерной игры.

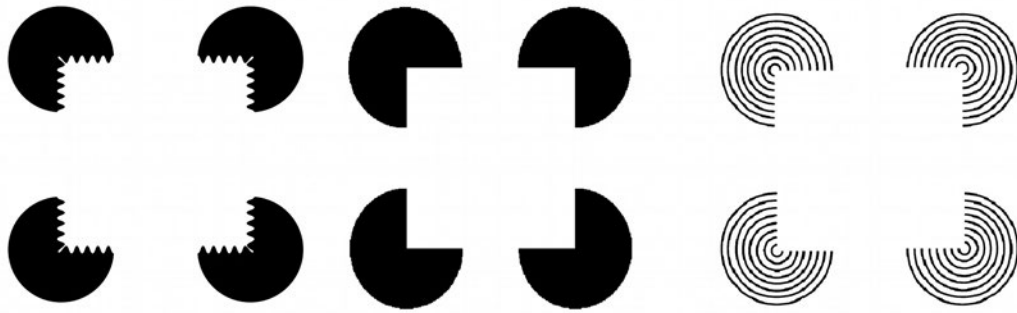


Рисунок 1. Различные типы стимулов, генерирующих СК и соответствующие им контрольные стимулы. Слева направо: классический квадрат Канизы, квадрат Канизы с синусоидальными контурами, кольца Варина

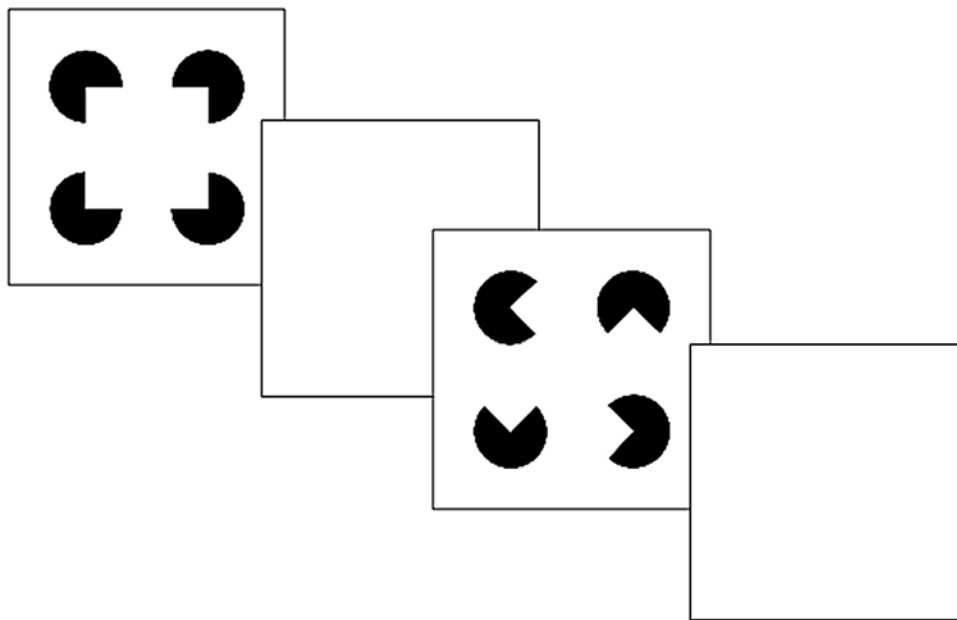


Рисунок 2. Порядок предъявления стимулов

Существуют два основных нейрофизиологических объяснения иллюзии субъективного контура. Первое связывает СК с особенностями определения контуров объектов в первичной зрительной коре. Наличие активации в областях V1 и V2 первичной зрительной коры в ответ на предъявление СК было показано в многочисленных работах с регистрацией активности отдельных нейронов и работы *end-stopped* нейронов первичной зрительной коры (Peterhans, von der Heydt, 1989), а также фМРТ-исследованиях (Ffytche, Zeki, 1996; Hirsch et al., 1995). С предположением о роли первичной зрительной коры в восприятии СК также согласуются данные о модуляции ответа нейронов при предъявлении стимулов вне классических рецептивных полей (Alexander, Wright, 2006).

Таким образом, предполагается, что формирование ИК связано с восходящими (*feedforward*) процессами обработки информации.

Согласно второму объяснению, наличие иллюзии СК отражает работу более высокоуровневых механизмов, нисходящих (*feedback*) процессов. В данном случае предполагается, что формирование СК первично связано с обработкой комплексной информации об объекте. В случае с фигурами Канизы набор пэкменов задает конфигурацию, которая определяет форму фигуры согласно законам перцептивной организации, сформулированным в гештальт-психологии. Информация о форме кодируется в латеральном окципитальном комплексе (*lateral occipital complex, LOC*), а затем с помощью петли обратной связи влияет на работу стриарной коры (V1, V2). Данные о ключевой роли LOC получены в работах разных исследовательских групп (Murray et al., 2002; Stanley, Rubin, 2003), однако результаты до сих пор остаются во многом дискуссионными (Seghier, Vuilleumier, 2006).

Однако мы предполагаем, что феномен СК может включать в себя ряд иллюзий, механизмы которых могут различаться. Так, при анализе активности отдельных нейронов на животных стимуляция может быть создана таким образом, чтобы действительно больше задействовать низкоуровневые механизмы генерации СК, тогда как в фМРТ-исследованиях на людях СК могут больше активировать более высокоуровневые механизмы.

Для исследования нами были созданы стимулы, индуцирующие появление СК с более чем одним изгибом. За основу был взят классический квадрат Канизы, измененный таким образом, чтобы квадрат формировался не из прямых линий, а из синусоидальных отрезков (рис. 2). Мы предполагаем, что этот тип СК должен в большей мере задействовать области коры, входящие в латеральный окципитальный комплекс. В качестве стимулов, больше связанных с низкоуровневыми механизмами и локальными вычислениями нейронов-детекторов первичной зрительной коры (*end-stopped* нейронов), мы использовали СК в виде колец Варина. В качестве контрольных стимулов мы использовали классический квадрат Канизы.

Для фиксации восприятия СК нами был выбран классический эффект иллюзии, регистрируемый с помощью связанных с событием потенциалов (ССП) при восприятии фигур Канизы. Эффект иллюзии заключается в увеличении амплитуды компонента N170 ССП при предъявлении СК по сравнению с контрольным стимулом (пэкмены, перевернутые таким образом, чтобы не образовывать квадрат (рис. 2)). В исследовании приняло участие 14 человек возрастом 17–28 лет (7 девушек) с нормальным или скорректированным зрением. Задачей испытуемых было пассивно смотреть на стимулы.

Наши результаты указывают на отсутствие различий между эффектом иллюзии при предъявлении квадрата Канизы с синусоидальными сторонами и классическим квадратом Канизы (рис. 3).

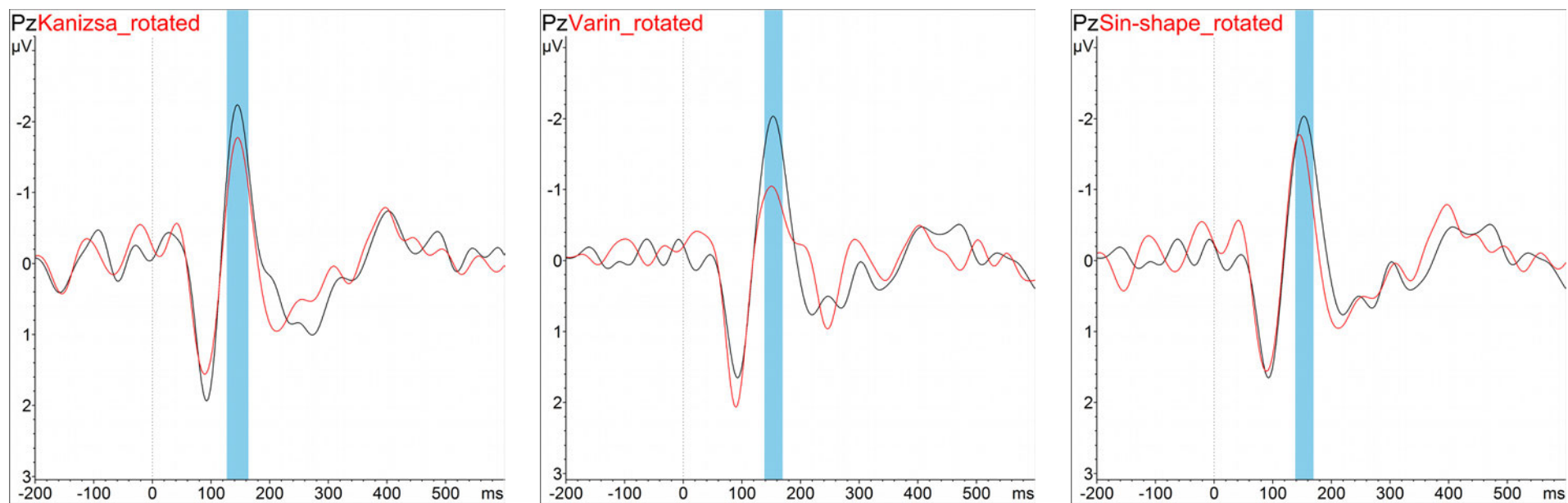


Рисунок 3. Усредненные ССП, верхняя линия — ССП на предъявление СК (классический квадрат Канизы, квадрат Канизы с синусоидальными контурами, кольца Варина), нижняя — контрольный стимул

Мы считаем, что это указывает на наличие общих механизмов при формировании классических СК и СК сложной формы. Как для классического, так и для синусоидального квадрата Канизы наблюдается увеличение амплитуды компо-

нента N170 по сравнению с контрольными стимулами. Характеристики ССП на предъявление колец Варина требуют дополнительного анализа.

Литература

- Alexander D., Wright J.* The maximum range and timing of excitatory contextual modulation in monkey primary visual cortex // *Visual neuroscience*. 2006. Vol. 23. No. 05. P. 721–728.
- Altschuler T.S., Molholm S., Russo N.N., Snyder A.C., Brandwein A.B., Blanco D., Foxe J.J.* Early electrophysiological indices of illusory contour processing within the lateral occipital complex are virtually impervious to manipulations of illusion strength // *Neuroimage*. 2012. Vol. 59. No. 4. P. 4074–4085.
- Ffytche D., Zeki S.* Brain activity related to the perception of illusory contours // *Neuroimage*. 1996. Vol. 3. No. 2. P. 104–108.
- von der Heydt R., Peterhans E.* Mechanisms of contour perception in monkey visual cortex. I. Lines of pattern discontinuity // *The Journal of neuroscience*. 1989. Vol. 9. No. 5. P. 1731–1748.
- Hirsch J., DeLaPaz R.L., Relkin N.R., Victor J., Kim K., Li T., Borden P., Rubin N., Shapley R.* Illusory contours activate specific regions in human visual cortex: evidence from functional magnetic resonance imaging // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1995. Vol. 92. No. 14. P. 6469–6473.
- Keane B.P., Lu H., Papatomas T.V., Silverstein S.M., Kellman P.J.* Is interpolation cognitively encapsulated? Measuring the effects of belief on Kanizsa shape discrimination and illusory contour formation // *Cognition*. 2012. Vol. 123. No. 3. P. 404–418.
- Murray M.M., Herrmann C.S.* Illusory contours: a window onto the neurophysiology of constructing perception // *Trends in cognitive sciences*. 2013. Vol. 17. No. 9. P. 471–481.
- Seghier M., Vuilleumier P.* Functional neuroimaging findings on the human perception of illusory contours // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2006. Vol. 30. No. 5. P. 595–612.
- Stanley D.A., Rubin N.* fMRI activation in response to illusory contours and salient regions in the human lateral occipital complex // *Neuron*. 2003. Vol. 37. No. 2. P. 323–331.

Perception of Complex-Shape Illusory Contours

Zakharov I.M. *

iliazaharov@gmail.com

Lomonosov Moscow State University, Department of Psychology,
Moscow, Russia

Abstract. There are two main theories that explain illusory contour (IC) perception. According to the first, IC occur via bottom-up processing in V1/V2. The second theory assigns the main role to top-down computation within the lateral occipital complex. We developed special sine-shaped Kanizsa squares that are unlikely to be generated within V1/V2. ERPs were recorded in 14 participants for three types of stimuli: classic Kanizsa squares, sine-shaped Kanizsa squares and Varin rings. For each type, the control stimuli consisted of rotated inducers that did not elicit IC perception. The classic illusory effect (increased N170 amplitude to IC vs. control) was found for all three types of stimuli. We suggest that all three types of stimuli share the same top-down processing mechanisms that elicit IC perception.

Keywords: ERP N170, Kanizsa square, illusory contours, top-down and bottom-up processing