

**Исследование процесса восприятия звуковых частот  
синестетами-проекторами и синестетами-ассоциаторами с аудио-визуальной  
синестезией**

**Степаненко Мария Сергеевна**

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: scarletmary@gmail.com*

**Теоретическое введение и актуальность.** Несмотря на то, что синестетов среди нас невероятно много и о синестезии человечеству известно уже более 200 лет, значительный прогресс в ее эмпирическом изучении и понимании механизмов ее запуска произошел только в течение последних двадцати лет.

Синестезия - это специфический опыт восприятия мира, при котором одна характеристика стимула (например, его звук, форма, значение) может неизбежно вести к осознанному переживанию дополнительной характеристики. При этом характеристики не всегда принадлежат различным модальностям (так, визуально предъявляемая буква может вызывать цветное переживание). Толчком к синестетическому переживанию может служить не только физическая, но и внутренняя, ментальная репрезентация.

При аудио-визуальной синестезии, звуки (музыка, произнесенные слова или даже отдельные тона) могут вызывать дополнительные зрительные переживания, например, цветов (цветной слух), форм или текстур (Neufeld et al., 2012a).

Важно отметить, что синестетическая реакция не перекрывает стимул (в отличие от иллюзий) и не появляется без своего специфического стимула (в отличие от галлюцинаций). Кроме того, исследователями отмечается автоматизм (Mills et al., 1999) и постоянство синестезии (Baron-Cohen et al., 1987; Simner and Logie, 2007), благодаря чему синестетические реакции становятся неотъемлемой частью восприятия индукторов (синестетических стимулов).

Одна из важнейших причин, почему психологи интересуются феноменом синестезии, заключается в том, что изучение данного явления может помочь в построении модели "нормального" восприятия и распознавания стимулов. Синестезия должна быть объяснима с точки зрения изменений в моделях сенсорного и когнитивного развития и функционирования головного мозга, как и другие приобретенные и врожденные феномены. Существование данного явления заставляет психологов пересмотреть свои представления о том, что есть "норма". Синестезия может рассматриваться и в качестве примера индивидуальных различий в познании: она не только связана с переживанием необычного опыта, но также влияет на многие аспекты функционирования (память, счет, восприятие, воображение, способность к искусству - и даже личность).

Истинная (существующая с раннего детства) аудио-визуальная синестезия может существовать в двух видах: в виде проекторной синестезии, при которой синестеты буквально видят синестетические цвета, "проецируя" их вовне, и в виде ассоциативной синестезии, при которой синестеты четко ассоциирует синестетические индукторы с определенными цветами. Спорным остается вопрос о том, насколько различны нейронные механизмы, лежащие в основе этих двух видов.

Предполагается, что с синестетическими переживаниями цвета связана активность в цветочувствительной зоне веретенообразной (латеральной затылочно-височной) извилины (V4). Например, было показано, что область V4 активируется при синестетическом переживании цветов, когда индуктором является устная речь (Nunn et al., 2002). Van Leeuwen

и коллеги (2011) обнаружили активацию зоны V4 как при восприятии реальных цветов (контрольная группа), так и синестетических, но при этом синестетические переживания также включали этап переработки высокоуровневыми зрительными полями, лежащими вне стандартных венстро-окципитальных (передне-затылочных) зрительных путей. В контексте данной работы они также сравнили паттерны активации у синестетов-проекторов и синестетов-ассоциаторов и получили данные о том, что у проекторов активация зоны V4 модулировалась посредством восходящих чувствительных путей, тогда как у ассоциаторов она активировалась посредством нисходящих процессов, регулируемых верхней височной долей.

В исследовании с регистрацией ЭЭГ Sinke et al. (2014) в ходе анализа характеристик связанных с событием потенциалов (ССП) было обнаружено значительное увеличение амплитуды компонента N1 в затылочной области при восприятии стимулов у аудио-визуальных синестетов по сравнению с контрольной группой, что позволяет говорить о важной роли ранних этапов обработки информации при синестезии.

**Целью** проводимого нами исследования является выявление мозговых механизмов, лежащих в основе процессов восприятия звуковых частот синестетами-проекторами и синестетами-ассоциаторами с цветным слухом, а также выявление связи выраженности компонента N1 ССП с различиями в переживании синестетических реакций на предъявление звуковых частот у синестетов-проекторов и синестетов-ассоциаторов с цветным слухом.

**Гипотеза** такова: при восприятии различных звуковых частот у синестетов с цветным слухом активируются зрительные области, отвечающие за переработку цветовой информации. Данные свидетельствуют о том, что на обоих (эмпирическом и нейронном) уровнях ассоциативная синестезия схожа с цветовым воображением и управляется нисходящими процессами, в то время как проективная синестезия напоминает обычное цветовое зрение, возникающее с помощью обработки информации восходящими путями, и воспринимается как цвет, расположенный на визуальном объекте. В таком случае, при восприятии звуков у синестетов-проекторов выраженность компонента N1 ССП должна быть сильнее, чем у синестетов-ассоциаторов, в то время как у контрольной группы при предъявлении звуковых частот без зрительной стимуляции данный компонент не должен быть выражен.

**Задачи исследования:** выявить и сравнить выраженность компонента N1 ССП на предъявление звуковых стимулов у синестетов-проекторов и синестетов-ассоциаторов с аудио-визуальной синестезией, а также сравнить с реакцией контрольной группы на те же стимулы в тех же условиях.

**Методика.** Планируется проведение двух серий, в каждой из которых будут участвовать три группы испытуемых: синестеты-проекторы, синестеты-ассоциаторы (обе группы с цветным слухом) и контрольная группа не синестетов. В первой серии исследования планируется проведение проверки наличия синестезии у респондентов с помощью стандартизованного опросника и модифицированного теста Eagleman (Eagleman et al., 2007): предъявление различных звуковых частот (15 частот от 60Гц до 10кГц, по 10 раз каждой) в случайном порядке на 0,5-3с с последующим выбором "увиденного" либо ассоциированного цвета после каждого стимула на цветовой палитре с возможностью самостоятельной настройки цвета по оттенку, светлости и насыщенности. Во второй серии планируется кратковременное предъявление (300мс) тех же звуковых частот с одновременной многоканальной регистрацией ЭЭГ высокого разрешения и последующей возможностью выбора цвета на цветовой палитре (повторная проверка). Палитра будет появляться на экране спустя 3с после предъявления каждого стимула. Впоследствии будет проводиться анализ

компонента N1 ССП и анализ топографической организации нейрофизиологической активности при предъявлении звуковых стимулов.

Собрав данные в ходе исследования, мы надеемся уточнить уже имеющиеся данные об аудио-визуальной синестезии для дальнейшего изучения данного феномена.

### Источники и литература

- 1) Neufeld, J., Sinke, C., Dillo, W., Emrich, H. M., Szycik, G. R., Dima, D., et al. (2012a). The neural correlates of coloured music: a functional MRI investigation of auditory-visual synaesthesia. *Neuropsychologia* 50, 85–89. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.11.001
- 2) Mills, C. B., Boteler, E. H., and Oliver, G. K. (1999). Digit synaesthesia: a case study using a Stroop-type test. *Cogn. Neuropsychol.* 16, 181–191. doi: 10.1080/026432999380951
- 3) Baron-Cohen, S., Wyke, M. A., and Binnie, C. (1987). Hearing words and seeing colours: an experimental investigation of a case of synaesthesia. *Perception* 16, 761–767. doi: 10.1068/p160761
- 4) Simner J., Logie R. H. Synaesthetic consistency spans decades in a lexical-gustatory synaesthete // *Neurocase*. – 2008. – Т. 13. – №. 5-6. – С. 358-365.
- 5) Nunn J. A. et al. Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words // *Nature neuroscience*. – 2002. – Т. 5. – №. 4. – С. 371-375.
- 6) Van Leeuwen, T. M., Den Ouden, H. E., and Hagoort, P. (2011). Effective connectivity determines the nature of subjective experience in grapheme-color synesthesia. *J. Neurosci.* 31, 9879–9884. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0569-11.2011
- 7) Sinke C. et al. N1 enhancement in synesthesia during visual and audio-visual perception in semantic cross-modal conflict situations: an ERP study // *Frontiers in human neuroscience*. – 2014. – Т. 8.
- 8) Eagleman D. M. et al. A standardized test battery for the study of synesthesia // *Journal of neuroscience methods*. – 2007. – Т. 159. – №. 1. – С. 139-145.

### Слова благодарности

Выражаю благодарность своему научному руководителю - д.п.н. Меньшиковой Г.Я., заведующей лабораторией "Восприятие" МГУ им. М.В. Ломоносова, за активную помощь в подготовке исследования