

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ  
**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**



**МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2017**

ПОД РЕД. Е.В. ПЕЧЕНКОВОЙ, М.В. ФАЛИКМАН

УДК 159.9

ББК 81.002

К57

К57 Коллективный

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г.

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППИП. 2017 г. – 596 стр.

Электронная версия

ISBN 978-5-4465-1509-7

УДК 159.9

ББК 81.002

ISBN 978-5-4465-1509-7

© Авторы статей, 2017

## **ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗЫВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНИМАНИЯ**

К.Э. Сайфулина\* (1, 2), И.Е. Лазарев (1), Б.В. Чернышев (1, 2)  
[ksebiasayfulina@gmail.com](mailto:ksebiasayfulina@gmail.com)

1 – НИУ ВШЭ, Москва; 2 – МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

**Аннотация.** Данная работа посвящена исследованию связывания признаков зрительных стимулов в нескольких экспериментальных ситуациях, различающихся направленностью внимания. Использовалась модифицированная методика «оддболл», в рамках которой предъявляемые девиантные стимулы отличались от стандартных по сочетанию двух признаков. Показателем успешного связывания признаков девиантного стимула считалось появление негативности рассогласования – негативной волны во временном интервале 100–200 мс, рассчитываемой как разность между вызванными потенциалами на девиантный и стандартный стимулы. Исследование показало, что негативность рассогласования возникает в двух ситуациях – на целевой девиантный стимул в пределах зрительной модальности, когда на данный стимул направлено селективное внимание, и на все девиантные стимулы в условиях равномерного распределения внимания к зрительному потоку. Негативность рассогласования на нецелевой стимул и на девиантные стимулы в условиях межмодального отвлечения внимания отсутствовала. Полученные результаты позволяют заключить, что для связывания признаков зрительных стимулов необходимо внимание.

**Ключевые слова:** связывание признаков, вызванные потенциалы, негативность рассогласования, оддболл

Исследование выполнено при поддержке РФНФ, проект № 15-06-10742.

### **Введение**

Одним из важнейших нерешенных вопросов, относящихся к зрительному восприятию, является механизм связывания признаков. На данный момент остается неясным, как именно в мозге осуществляется объединение признаков окружающих нас объектов в целостные образы. В частности, малоизученной остается зависимость связывания признаков от внимания. Согласно теории интеграции признаков Трейсман (Treisman, Gelade, 1980), на первой, предвнимательной стадии мозговой обработки сенсорных стимулов осуществляется параллельный анализ присущих им признаков. На второй стадии, требующей внимания к воспринимаемым стимулам, происходит объединение признаков, в результате которого формируются целостные образы. Подтверждением теории Трейсмана является существование феномена «иллюзорного

связывания» признаков, описанного в когнитивной психологии для зрительной (Lawrence, 1971) и для слуховой (Efron, Yund, 1974) модальностей. Анатомические и физиологические данные показывают, что на ранних стадиях обработки стимулов происходит выделение признаков — например, таких как наклон линии или цвет. Существуют многочисленные нейрофизиологические свидетельства существования нисходящих влияний внимания на низкоуровневые этапы обработки сенсорного сигнала: эффекты внимания можно зафиксировать в областях V2, V4 и V1 (Luck et al., 1997). Известно, что различные области экстрастриарной зрительной коры, где потенциально может происходить связывание зрительных признаков, получают прямые проекции от фронтального глазодвигательного поля и латерального интрапариетального поля — зон, задействованных в процессах зрительного внимания (Noudoost et al., 2010). Все приведенные данные говорят в пользу наличия влияния внимания на связывание признаков.

Другой взгляд на данную проблему предполагает, что связывание признаков — это автоматический процесс, не требующий направленного внимания (Winkler et al., 2005). Однако этот вывод был сделан на основе результатов эксперимента, где для создания условий отвлечения внимания использовалась задача, которая могла быть недостаточно сложной для испытуемых, и не проводился анализ ответов на целевые стимулы.

Нейрофизиологические исследования связывания признаков, как правило, опираются на анализ негативности рассогласования (НР) — разностного компонента вызванного потенциала (ВП), который выявляется при отклонении последовательности предъявляемых стимулов от заданной закономерности и считается психофизиологическим коррелятом ранних, предвнимательных этапов обработки сенсорных сигналов. Таким образом, если редкие (девиантные) стимулы в последовательности будут отличаться от стандартных сочетанием признаков, а не отдельными признаками, это позволит при помощи анализа НР в различных экспериментальных ситуациях, когда внимание испытуемого привлечено к потоку предъявляемых стимулов или же отвлечено от него, выявлять влияние внимания на связывание признаков, происходящее на ранних этапах обработки сенсорной информации.

В настоящей работе использовалась именно такая экспериментальная парадигма, в рамках которой были реализованы условия, предполагающие привлечение распределенного внимания к зрительному потоку в целом или селективного — к отдельным зрительным стимулам, а также отвлечение внимания от тех же самых стимулов — межмодальное и внутримодальное. Цель работы состояла в том, чтобы сравнить негативность рассогласования в четырех условиях: селективное внимание направлено на девиантный стимул в текущей модальности, характеризующийся данной конъюнкцией признаков; селективное внимание направлено на другую конъюнкцию признаков в текущей модальности, в то время как заданная конъюнкция признаков подвергается игнорированию; внимание равномерно распределено для обработки всех стимулов в текущей модальности; внимание отвлечено на решение задачи, связанной с обработкой сенсорной информации в другой модальности (межмодальное отвлечение внимания).

## Методика

Эксперимент включал четыре основных блока, которые были идентичны по набору используемых стимулов и способу их предъявления, однако различались инструкцией испытуемому. В качестве зрительных стимулов использовались четыре решетки Габора, различавшихся по двум признакам — наклону (правый или левый) и пространственной частоте (частая или редкая). Два зрительных стимула являлись девиантными (частота предъявления 5%), два — стандартными (частота предъявления 45%). В качестве слуховых стимулов, последовательность которых предъявлялась через наушники параллельно со зрительной, использовались семь гласных фонем. Зрительные и слуховые стимулы подавались в квазислучайном порядке.

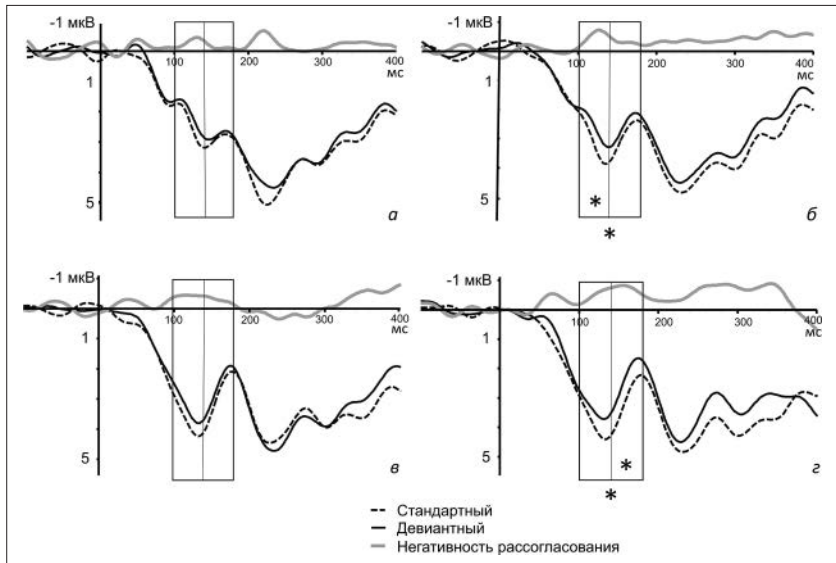
Перед активным зрительным блоком испытуемый получал инструкцию нажимать на кнопку в ответ на появление на экране одного из девиантных стимулов — целевого, характеризовавшегося заданной конъюнкцией признаков. Второй девиантный стимул при этом должен был игнорироваться. В данном блоке была реализована ситуация селективного внимания к целевому стимулу, а также ситуация внутримодального отвращения по отношению к нецелевому игнорируемому стимулу. Эксперимент включал два активных зрительных блока, в которых целевыми стимулами выступал либо один, либо другой девиантный стимул (порядок назначения стимулов целевыми был контрбалансирован).

Перед моторным блоком испытуемый получал инструкцию нажимать на кнопку, когда на экране появляется любой из четырех стимулов, вне зависимости от признаков этих стимулов или их девиантности. Таким образом, внимание было равномерно распределено между всеми четырьмя стимулами. Этот блок позволял создать ситуацию распределенного внимания ко всему зрительному потоку.

В слуховом блоке испытуемый должен был выполнять задачу с межмодальным отвращением внимания (от зрительной модальности к слуховой). Он получал инструкцию сосредоточиться на слуховой последовательности и в то же время смотреть на экран. При этом ему нужно было нажимать на кнопку, когда он слышал фонему, совпадавшую с фонемой, предъявленной на две позиции ранее. Задача была сложной для испытуемых и требовала внимания к слуховому потоку.

Порядок блоков был контрбалансирован по группе испытуемых. Эксперимент также включал дополнительный блок — «пассивный оддболл», в котором использовались два зрительных стимула, отличавшихся по одному признаку — девиантный (частота предъявления 10%) и стандартный (частота предъявления 90%). Этот блок выполнял роль контрольного для подтверждения наличия и топографии НР.

Запись электрэнцефалограммы велась от 60 электродов, установленных согласно международной системе 10–20. Обработка производилась в программах EEGLAB и ERPLAB в среде MATLAB. Негативность рассогласования рассчитывалась как разность между ВП на девиантный и стандартный стимулы для каждого условия. Статистические сравнения производились при помощи дисперсионного анализа с поправкой Бонферрони.



**Рисунок 1.** Вызванные потенциалы на девиантные и стандартные стимулы, а также их разности в затылочных отведениях: *а* – в слуховом блоке; *б* – в моторном блоке; *в* – в активном зрительном блоке для нецелевого стимула; *г* – в активном зрительном блоке для целевого стимула

## Результаты

Негативность рассогласования была выявлена на девиантный стимул в блоке «пассивный оддболл» во временном интервале 100–170 мс с момента предъявления стимула; данный эффект имел локализацию в затылочных отведениях, в соответствии с данными литературы. Примерно в том же временном интервале (100–180 мс) и с той же локализацией НР присутствовала на девиантный стимул в моторном блоке ( $p < .01$ ) и на целевой стимул в активном зрительном блоке ( $p < .01$ ) (рис. 1*а–г*). На нецелевой девиантный стимул в активном зрительном блоке и на девиантный стимул в слуховом блоке с межмодальным отвлечением внимания НР не была выражена. Также было выявлено, что негативность рассогласования неоднородна в разных экспериментальных ситуациях и имеет две фазы. Первая фаза НР (100–140 мс) была выражена на девиантный стимул в моторном блоке (рис. 1*б*),  $p < .05$ , вторая фаза НР (140–180 мс) была выражена на целевой стимул в активном зрительном блоке (см. рис. 1*г*),  $p < .01$ .

## Заключение

Настоящее исследование показывает, что для связывания признаков зрительных стимулов требуется внимание – распределенное ко всему

зрительному потоку или же селективное к одному стимулу в пределах зрительной модальности. Отвлечение внимания, как межмодальное, так и внутримодальное, подавляет связывание признаков на раннем предвнимательном этапе обработки сенсорного сигнала, что проявляется в отсутствии НР на девиантные стимулы, отличающиеся от стандартных стимулов по конъюнкции признаков.

## Литература

*Efron R., Yund E. W.* Dichotic competition of the simultaneous tone bursts of different frequency. I. Dissociation of pitch from lateralization and loudness // *Neuropsychologia*. 1974. Vol. 12. P. 249–256. doi: [10.1016/0028-3932\(74\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(74)90010-4)

*Lawrence D. H.* Two studies of visual search for word targets with controlled rates of presentation // *Perception & Psychophysics*. 1971. Vol. 10. No. 2. P. 85–89. doi: [10.3758/bf03214320](https://doi.org/10.3758/bf03214320)

*Luck S. J., Chelazzi L., Hillyard S. A., Desimone R.* Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4 of macaque visual cortex // *Journal of Neurophysiology*. 1997. Vol. 77. No. 1. P. 24–42.

*Noudoost B., Chang M. H., Steinmetz N. A., Moor T.* Top-down control of visual attention // *Current Opinion in Neurobiology*. 2010. Vol. 20. No. 2. P. 183–190. doi: [10.1016/j.conb.2010.02.003](https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.02.003)

*Treisman A. M., Gelade G.* Feature-integration theory of attention // *Cognitive Psychology*. 1980. Vol. 12. No. 1. P. 97–136. doi: [10.1016/0010-0285\(80\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90005-5)

*Winkler I., Czigler I., Sussman E., Horváth J., Balázs L.* Preattentive binding of auditory and visual stimulus features // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2005. Vol. 17. No. 2. P. 320–339. doi: [10.1162/0898929053124866](https://doi.org/10.1162/0898929053124866)

## Electroencephalographic Study of Visual Feature Binding in Dependence on Attention

Sayfulina K. E.\* (1, 2), Lazarev I. E. (1), Chernyshev B. V. (1, 2)

[kseniasayfulina@gmail.com](mailto:kseniasayfulina@gmail.com)

1 – National Research University Higher School of Economics, Moscow;

2 – Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Abstract.** The current study aimed to investigate feature binding in several experimental conditions that differed in the direction and breadth of attentional focus. We used a modified oddball paradigm, under which deviant stimuli differed from standard stimuli by conjunctions of two features. We used mismatch negativity (MMN) as a measure of successful feature binding. The basic finding was that MMN was clearly present in two conditions: it appeared in response to the target deviant conjunction in the condition of selective attention, as well as in response to all deviants in the condition of nonselective attention within a visual modality. MMN was abolished in response to ignored feature conjunctions (nontarget deviants), as well as to any deviants in the condition of the cross-modal distraction of attention. Thus, our data show that feature binding requires proper top-down attentional control.

**Keywords:** feature binding, event-related potentials, mismatch negativity, oddball paradigm