ЖУРНАЛ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, 2023, том 73, № 3, с. 348–356

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ (КОГНИТИВНОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

УДК 612.821,159.9.072,159.937.52

НЕЗАМЕЧЕННЫЕ, НО НЕ ЗАБЫТЫЕ: ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ПРАЙМИНГ-ЭФФЕКТОВ ДВОЙСТВЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

© 2023 г. М. Г. Филиппова[1], *, Р. В. Чернов[1], И. А. Горбунов[1]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**e-mail: m.filippova@spbu.ru*

Поступила в редакцию 22.08.2022 г.
После доработки 30.11.2022 г.
Принята к публикации 27.02.2023 г.

С целью поиска свидетельств теории торможения или теории извлечения эпизода для объяснения эффекта негативного прайминга проведено исследование поведенческих и ЭЭГ-коррелятов последействия двойственных изображений, которые используются в качестве праймов для выполнения задачи лексического решения. Показано, что на поведенческом уровне осознаваемые значения двойственных изображений вызывают позитивный прайминг-эффект, неосознаваемые – негативный. Выявлены ЭЭГ-корреляты этих эффектов в передне-центральных отделах мозга. Так, коррелятом позитивного прайминга является уменьшение амплитуды компонента N400, а коррелятом негативного прайминга – уменьшение амплитуды позднего позитивного комплекса. Оба компонента рассматриваются в литературе в качестве показателей извлечения эпизода, процесса, связанного с памятью. Тот факт, что прайминг-эффект неосознаваемых значений двойственных изображений на психофизиологическом уровне выражается в явлениях памяти, ведет к выводу о том, что испытуемые помнят незамеченные ими значения.

Ключевые слова: двойственные изображения, негативный прайминг, позитивный прайминг, торможение, извлечение эпизода, P300, N400, поздний позитивный комплекс

DOI: 10.31857/S0044467723030061, **EDN:** TTDEAX

Многозначные изображения и парадигма прайминга. Никого особо не впечатляет наша способность однозначно интерпретировать поступающую информацию, нередко являющуюся многозначной и противоречивой. А между тем, можно только удивляться этой способности, учитывая необходимость постоянного выбора между конкурирующими гипотезами, которую предполагает однозначная интерпретация. Впечатляющие результаты получены в экспериментах с использованием двойственных изображений, которые являются удобной моделью для изучения восприятия многозначности. В этих экспериментах часто используется парадигма прайминга, основанная на предварительном предъявлении испытуемому стимула, выступающего в роли подсказки (или прайма) для решения следующей задачи (о парадигме прайминга см., например, Ngo et al., 2021). Ряд экспериментов с использованием парадигмы прайминга и двойственных изображений приведен в статье М. Филипповой и Д. Костиной (Filippova, Kostina, 2020). Двойственные изображения здесь используются в качестве праймов для задачи лексического решения. В этих экспериментах показано, что когда целями задачи лексического решения становятся слова, семантически связанные с неосознаваемыми испытуемыми значениями двойственных изображений, время определения лексического статуса этих слов замедляется (негативный прайминг-эффект). Серия экспериментов со схожими результатами выполнена М. Петерсон с соавторами и описана в книге “Психология обучения и мотивации” (Peterson, 2019). В этих экспериментах используется другой тип многозначных праймов: бессмысленные фигуры с замаскированными в фоне элементами осмысленных объектов, которые остаются незамеченными испытуемыми. В одном из экспериментов М. Петерсон, испытуемые, выполняя задачу классификации форм на существующие или несу-

ществующие, демонстрировали замедление классификации ранее скрытых в фоне объектов по сравнению с контрольным условием (Peterson, 2019). В другом эксперименте было обнаружено замедление опознания слов, являющихся названиями объектов, ранее замаскированных в фоне, по сравнению с названиями других объектов той же семантической категории (Peterson, 2019).

Возможность регистрации негативных прайминг-эффектов (НПЭ) в ответ на незамеченную информацию показывает, что она не просто ускользнула от внимания, но отличается от нейтральной, отрицательно влияя на распознание целевых стимулов.

Два подхода к объяснению негативного прайминга. Существуют два основных подхода к объяснению НПЭ: теория торможения и теория извлечения эпизода (по McLennan et al., 2019). Первая предполагает активное подавление конкурирующих репрезентаций в системе переработки информации, вторая – увеличение активности выбранных репрезентаций без активации конкурирующих. Эти теории возникли применительно к игнорируемым стимулам (дистракторам): когда в прайм-пробе появляется стимул, который требуется игнорировать, то в соответствии с первой теорией, его репрезентация затормаживается, а в соответствии со второй – помечается меткой “не реагировать”. Когда затем игнорируемый ранее прайм становится целью, требующей реакции, его опознание замедляется. Первая теория объясняет причину такого замедления торможением репрезентации данного стимула, вторая – извлечением прежнего эпизода об этом стимуле (когда только появилась метка “не реагировать”), что и создает конфликт между прежним и текущим опытом. Таким образом, модель торможения во главу угла ставит внимание, модель извлечения эпизода – память.

ЭЭГ-корреляты негативного прайминга. Целью исследований НПЭ с использованием вызванных потенциалов (ВП) головного мозга является изучение того, обусловлен ли негативный прайминг (НП) торможением или извлечением эпизода. При этом, как правило, ранние ЭЭГ-корреляты НП интерпретируются как свидетельства торможения, более поздние – как свидетельства извлечения эпизода, поскольку подразумевается, что для восстановления полной информации о прайме со всеми его признаками требуется больше времени (например, Hellerstedt, Johansson, 2016).

Имеющиеся результаты достаточно противоречивы. Как правило, модуляция компонентов N200 и P200, считающихся признаками торможения, наблюдается в исследованиях с использованием задачи фланкера (например, Bartholow et al., 2005). Однако встречаются сообщения о появлении и более поздних компонентов с использованием той же задачи, например, усиление компонента N400 (Gibbons, 2009). Но в исследованиях семантического прайминга с использованием задачи лексического решения наблюдается не усиление, а, напротив, ослабление[1] компонента N400 (например, Heil, Rolke, 2004). В ряде исследований НП обнаруживается также модуляция компонента P300, причем как его усиление (Kathmann et al., 2006; Wesslein et al., 2019), так и ослабление (Behrendt et al., 2010; Gibbons, 2009). Оба факта имеют свое логичное объяснение: первый объясняется тем, что для преодоления “остаточного” торможения, возникшего при предыдущем предъявлении, требуется повторное считывание информации для переоценки стимула, увеличивающее когнитивную нагрузку (Kathmann et al., 2006), второй – нарушением классификации стимулов на относительно поздних стадиях обработки (Gibbons, 2009).

Некоторые исследователи также обнаруживают ослабление позднего позитивного комплекса (ППК), признаваемого в качестве показателя извлечения эпизода, в условиях НП с использованием визуальных (Behrendt et al., 2010) и слуховых стимулов (Mayr et al., 2006).

Стоит добавить, что далеко не все исследования включают условия позитивного прайминга (ПП). Учитывая этот факт, нельзя утверждать, что компонент, наблюдаемый в условиях НП, типичен только для данных условий (но не для ПП). Поэтому актуальной задачей является выявление компонентов, специфичных именно для НП.

[1] Чтобы избежать неоднозначности, мы используем термины “усиление” и “ослабление”, подразумевающие изменение амплитуды ВП-компонента с учетом его полярности. Так, сообщение об усилении позитивного компонента, означает, что он становится еще более позитивным, а сообщение об усилении негативного компонента – что он становится еще более негативным.

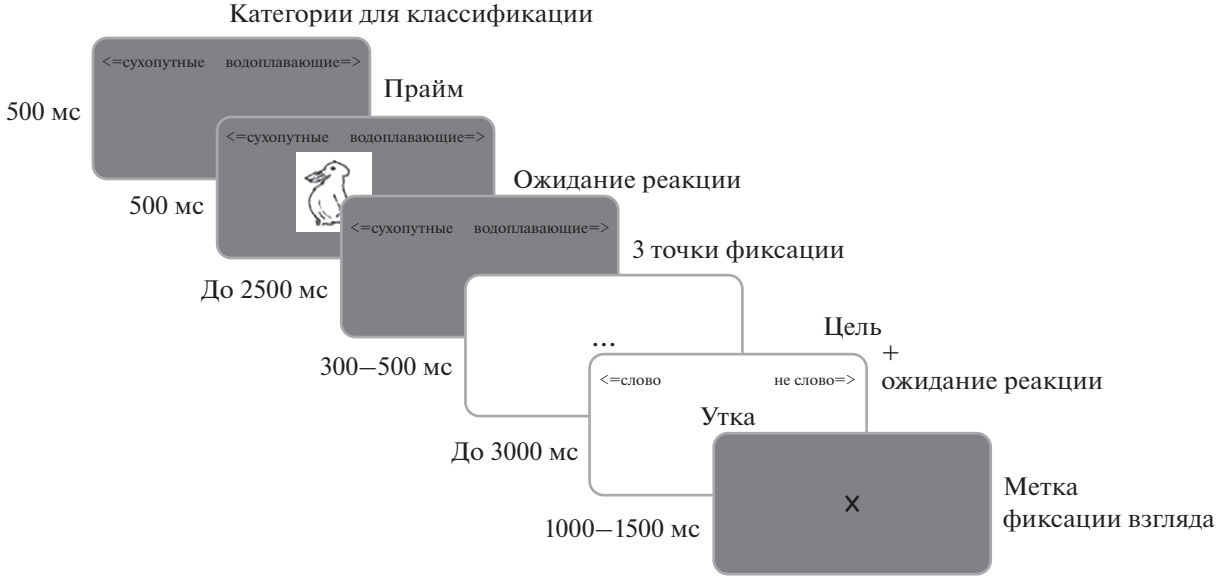

Рис. 1. Пример стимуляционной последовательности основной сессии.
Fig. 1. Example of a main session stimulation sequence.

Целью нашего исследования стало изучение того, является ли связанное с вниманием торможение или связанное с памятью извлечение эпизода ключевым процессом для НП, вызванного неосознаваемыми значениями двойственных изображений. Интуитивно извлечение эпизода в данном случае выглядит менее оправданным, чем торможение, поскольку кажется, что нет необходимости помечать меткой “не реагировать” незамеченные значения двойственных изображений, о существовании которых человек даже не подозревает (в отличие от очевидно мешающих дистракторов). Однако, обратимся к экспериментальным данным.

МЕТОДИКА

Выборку составили 25 испытуемых в возрасте от 19 до 36 лет (средний возраст 25.2 года; 17 женщин), являющихся носителями русского языка, правшами, не имеющих в анамнезе травм головы, обладающих нормальным или скорректированным до нормы зрением. Еще 5 участников были исключены из анализа, поскольку сообщили, что заметили оба значения по крайней мере в одном двойственном изображении.

Протокол исследования одобрен Этическим комитетом Санкт-Петербургского психологического общества (протокол № 15 от 19.05.2022).

Процедура исследования. Стимуляционная последовательность эксперимента представлена на рис. 1. Мы использовали поочередное предъявление двух задач: классификации животных и лексического решения. Первая задача подразумевала сортировку предъявляемых на мониторе рисунков животных на сухопутных и водоплавающих с использованием клавиш “←” (стрелка влево) и “→” (стрелка вправо). Вторая – определение того, является ли предъявляемый набор букв словом русского языка или бессмысленным набором с использованием тех же клавиш. Эксперимент начинался после тренировки, состоящей из 20-ти проб. В тренировочной сессии использовались стимулы, отличные от стимулов основной сессии, а также сообщения об ошибках и опозданиях, не используемые затем в основной сессии.

В конце эксперимента испытуемых спрашивали, заметили ли они двойственность предъявляемых изображений.

Экспериментальный дизайн данного исследования предполагал использование двойственных изображений задачи классификации в качестве праймов для последующей задачи лексического решения. Максимальная длительность связки из прайм-пробы и целевой пробы составляла 8500 мс. Стимулами в задаче классификации были 6 двойственных изображений, совмещающих в себе образ сухопутного и водоплавающего животных. Изображения имели величину 3.4 угловых

градуса как по вертикали, так и по горизонтали. Стимулами задачи лексического решения были 18 слов (по 3 слова для каждого изображения: 2 слова, связанные с обоими его значениями, и одно слово, не связанное с изображением), а также 18 псевдослов. Длина слов и псевдослов варьировалась от 4 до 7 букв. Слова и псевдослова предъявлялись в случайном порядке и имели величину 0.7 угловых градусов по вертикали и максимум 3.4 угловых градуса (для 7-буквенных стимулов) по горизонтали. Псевдослова использовались для создания ситуации выбора в задаче лексического решения и в дальнейшем анализе не участвовали. Слова задачи лексического решения могли быть: 1) связаны с неосознаваемым испытуемым значением двойственного изображения (что задавало условие НП); 2) связаны с осознанным значением двойственного изображения (условие ПП); и 3) не связаны с двойственными изображениями, но также относящимися к миру животных (контрольное условие (КО)). Эти градации задавали переменную “условие прайминга”.

Разные условия прайминга соответствовали отдельным экспериментальным блокам (НП, ПП и КО), порядок которых варьировался от испытуемого к испытуемому. В этих блоках слова задачи лексического решения автоматически подбирались для каждого испытуемого в соответствии с его ответом на предшествующую задачу классификации. Так, если, классифицируя изображение “Утка-заяц”, представленное на рис. 1, испытуемый выбирал ответ “водоплавающие”, то осознанным им значением считалась утка, а неосознаваемым – заяц. Соответственно, в блоке НП такой испытуемый получал слово “заяц”, в блоке ПП – “утка”. И только блок КО не зависел от ответа на задачу классификации: здесь испытуемый получал слово, не связанное с изображением (в данном случае – “слон”). Таким образом, переменная “условие прайминга” была связана с осознанностью, поиск поведенческих и ЭЭГ-коррелятов которой был основной задачей настоящего исследования.

Каждое двойственное изображение испытуемому предъявляли десять раз в рамках одного блока (пять раз со словами и пять раз с псевдословами). Таким образом, в каждом экспериментальном блоке участникам было предложено 60 проб с задачей классификации животных и 60 проб с задачей лексического решения (всего 120 проб в одном блоке). Максимальная длительность одного блока составляла 510 с (или 8.5 мин).

Оборудование. Испытуемых помещали в затемненной звукоизолированной камере на расстоянии 85 см от 17-дюймового монитора (SyncMaster 171T CRT с разрешением 1024 × × 768 пикселей, с частотой вертикальной развертки 75 Гц). Стимулы предъявляли с помощью программного пакета ExperStim v.3.3.

Запись ЭЭГ и анализ данных. Запись электроэнцефалограммы и электроокулограммы осуществляли посредством 21 электрода (Ag/AgCl): 19 электродов были установлены в положениях FP1, FP2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1 и O2. Референтные электроды располагали на мочках ушей с межэлектродным сопротивлением не более 20 кОм. В качестве заземления служил дополнительный электрод в точке FPz. Использовали ЭЭГ-усилитель Телепат 104Р (ООО “Потенциал”, Россия) с наложением фильтра на частоты ниже 1.6 и выше 70 Гц и частотой дискретизации 250 Гц. Для устранения помех был также наложен заградительный узкополосный фильтр 50 Гц. Синхронизация ЭЭГ с предъявлением стимулов осуществлялась по COM-портам пересылкой байта с меткой типа стимула со скоростью 57600 бод. Перед исследованием время передачи метки синхронизации в порт калибровалось по засветке экрана с помощью фотодиодного датчика из комплекта для электроэнцефалографов Мицар 202 (ООО “Мицар”, Россия).

Непрерывные записи ЭЭГ были разделены на сегменты, начинающиеся за 200 мс до и заканчивающиеся через 800 мс после предъявления стимула задачи лексического решения, что составило 1000-мс интервал. Глазодвигательные артефакты удаляли с помощью алгоритма линейной регрессии (программный пакет WinEEG). Также применяли поправку с вычитанием базовой линии в диапазоне от 200 до 0 мс до предъявления стимула. Для каждого испытуемого рассчитывали средние амплитуды ВП по каждому электроду по последовательным окнам длительностью 20 мс. Амплитуды ВП, отклоняющиеся от среднегрупповых значений более, чем на 3 сигмы (1.8% проб), исключали из анализа.

Изначально ЭЭГ-данные усредняли по 9 областям интереса с учетом факторов каудальности (передняя, центральная, каудальная) и латеральности (левая, сагиттальная,

правая). Распределение электродов по областям интереса было следующим: левая передняя (Fp1, F3, F7), сагиттальная передняя (Fz), правая передняя (Fp2, F4, F8), левая центральная (T3, C3), сагиттальная центральная (Cz), правая центральная (T4, C4), левая каудальная (T5, P3, O1), с сагиттальная каудальная (Pz) и правая каудальная (T6, P4, O2). Однако поскольку все выделенные компоненты ВП имели преимущественно передне-центральную локализацию, дальнейший анализ приводится без учета каудальной локализации (т.е. по 6 областям интереса).

Для статистического анализа использовали программу SPSS Statistics, 26.0. Данные обрабатывали при помощи ANOVA с повторными измерениями, попарные сравнения выполняли с помощью апостериорного критерия LSD. При анализе времени реакции (ВР) в качестве независимой переменной использовали условие прайминга (НП, ПП и КО). В анализ вошли пробы с правильными ответами, ВР в которых не отличалось от среднего по группе более, чем на три сигмы. Остальные реакции (3.2%) были исключены. При анализе амплитуд ВП использовали три внутригрупповых независимых переменных – условие прайминга (НП, ПП и КО) и два фактора расположения электродов, “каудальность” (передняя и центральная) и “латеральность” (левая, сагиттальная, правая).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поведенческие данные. Анализ ВР показал значимое влияние фактора “условие прайминга” ($F(2, 24) = 8.6$, $p = 0.007$, $\eta 2 = 0.264$): среднее значение ВР составило 1649 мс (SEM = 61.2), 1302 мс (SEM = 57.0) и 1477 мс (SEM = 59.7) для условий НП, ПП и КО, соответственно. Различия на уровне статистической тенденции были выявлены между контрольными и экспериментальными условиями прайминга: в сравнении с КО среднее ВР в условии НП оказалось дольше ($p = 0.062$), а в условии ПП – быстрее ($p = 0.057$). Также были обнаружены значимые различия между условиями НП и ПП ($p < 0.001$).

ЭЭГ-данные

Для количественной оценки общего паттерна реакций мы рассчитали среднее значение ВП для всех отведений, условий и испытуемых и подвергли его преобразованию глобальной мощности поля (GFP), сократив весь набор данных до единого временного интервала. Данное усреднение показало три наиболее заметных пика GFP с максимумами ~310, 410 и 720 мс. Затем вокруг полученных пиков были выделены временные окна, разделившие единый интервал на 3 части. Выделенные окна и соответствующие им компоненты были следующими: позитивная волна во временном окне 200–360 мс (компонент P300), негативная волна во временном окне 360–460 мс (компонент N400) и позитивная волна во временном окне 460–760 мс (ППК). Эти данные представлены на рис. 2, значимые различия между условиями прайминга проиллюстрированы также на гистограммах (рис. 3). Далее приводится анализ каждого из трех выявленных компонентов.

P300. Первый компонент ВП был зарегистрирован во временном окне 200–360 мс (рис. 2). Из основных эффектов здесь оказался значим эффект условия прайминга ($F(2, 24) = 6.86$, $p = 0.015$, $\eta 2 = 0.23$). Значимые различия (рис. 3) обнаружены между условием НП (1.08 ± 0.43 мкВ) и КО (2.54 ± 0.45 мкВ) с одной стороны ($p = 0.001$), и условием ПП (1.36 ± 0.48 мкВ) и КО – с другой ($p = 0.01$). Основные эффекты латеральности и каудальности значимости не показали. Взаимодействия факторов также не было обнаружено. Таким образом, результатом анализа данного временного интервала стало выявление ослабления передне-центрального P300 для условий НП и ПП в сравнении с КО.

N400. Во временном окне N400 (в диапазоне 360–460 мс) оказались значимы основные эффекты условия прайминга ($F(2, 24) = 8.31$; $p = 0.008$; $\eta 2 = 0.265$) и каудальности ($F(1, 24) = 5.9$; $p = 0.023$; $\eta 2 = 0.206$). Эффект каудальности выражался в меньшей позитивности передних отделов (-0.16 ± 0.5 мкВ) в сравнении с центральными (0.8 ± 0.5 мкВ), но поскольку этот эффект не связан с условием прайминга, мы не будем уделять ему много внимания. Для интересующей нас переменной условия прайминга были выявлены следующие закономерности: условие ПП ($1.6 \pm \pm 0.6$ мкВ) показало значимые различия (рис. 3) как от условия НП (-0.41 ± 0.53 мкВ) ($p = 0.001$), так и КО (-0.21 ± 0.6 мкВ) ($p = 0.002$). В итоге основным результатом в данном временном диапазоне стало обнаружение ослабления негативности передне-центрального N400 в условиях ПП в сравнении с НП и КО.

ППК. Во временном окне 460–760 мс, соответствующем компоненту ППК (рис. 2),

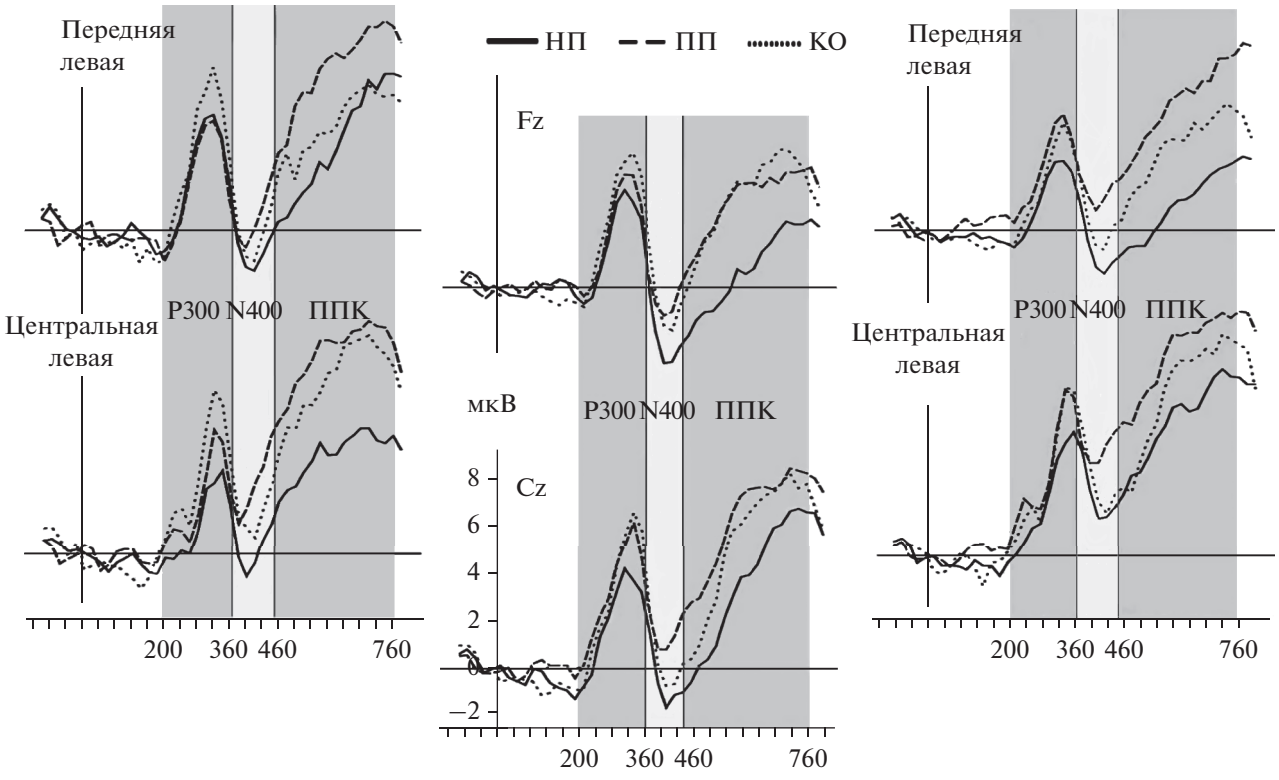

Рис. 2. Вызванные потенциалы для всех условий прайминга в 6 областях интереса. Негативные значения отображены снизу.
Fig. 2. Evoked potentials for all priming conditions in 6 regions of interest. Negative values are displayed downwards.

также, как и для предыдущего компонента, оказались значимы основные эффекты условия прайминга ($F(2, 24) = 5.12$; $p = 0.033$; $\eta 2 = 0.182$) и каудальности ($F(1, 24) = 13.2$; $p = 0.001$; $\eta 2 = 0.364$). Эффект каудальности вновь проявился в меньшей позитивности передних отделов (3.0 ± 0.7 мкВ) в сравнении с центральными (4.27 ± 0.7 мкВ). А эффект условия прайминга – в меньшей позитивности (2.2 ± 0.58 мкВ) условия НП по сравнению как с условиями КО (4.18 ± 0.8 мкВ) ($p = 0.01$), так и ПП (4.5 ± 0.9 мкВ) ($p = 0.006$) (рис. 3). Иными словами, было продемонстрировано ослабление ППК в условии НП по сравнению как с КО, так и с ПП.

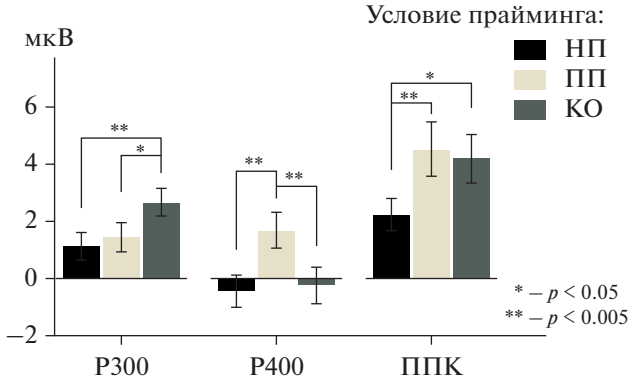

Рис. 3. Значимые различия между условиями прайминга для трех ВП-компонентов.
Fig. 3. Significant differences between the priming conditions for the three ERP-components.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Поведенческие данные подтвердили результаты предшествующих работ, согласно которым осознаваемые и неосознаваемые значения двойственных изображений способствуют появлению позитивных и негативных пайминг-эффектов (Peterson, 2019; Filippova, Kostina, 2020). Также и в реализованном эксперименте осознаваемые значения двойственных изображений вызывали ППЭ, а неосознаваемые – НПЭ. Для объяснения этих эффектов в упомянутых работах привлекалось понятие торможения. Однако классическая модель торможения признает НП только в тех случаях, когда стимулы воспринимаются как отвлекающие при осознанном

поиске цели. Предполагается, что торможение зависит от механизма когнитивного контроля, необходимого для успешного игнорирования дистракторов (Yaple, Arsalidou, 2017). По существу, модель торможения дистракторов не объясняет НПЭ, обнаруживаемые в случаях, не связанных с целенаправленным игнорированием. В итоге к настоящему времени в научной литературе не найти однозначного ответа на вопрос, играет ли торможение или извлечение эпизода более важную роль при возникновении НПЭ неосознаваемых значений двойственных изображений, однако ведутся активные попытки анализа ВП мозга при возникновении НПЭ в других условиях (например, Heil, Rolke, 2004; Kathmann et al., 2006; Behrendt et al., 2010). Часто исследования в этом направлении проводятся с использованием целенаправленно игнорируемых дистракторов и посвящены решению вопроса о том, связан ли НП с процессами торможения или извлечения эпизодов из памяти (например, Heil, Rolke, 2004; Gibbons, 2009). Предполагается, что если НП связан с торможением, связанным с процессом внимания, то при анализе ВП в условиях НП (когда дистрактор становится целевым стимулом, требующим реакции) должны наблюдаться изменения более ранних компонентов (в пределах временного окна N200). Если же НП связан с извлечением эпизода из памяти, то изменения вызванных потенциалов должны возникать позже (начиная с компонентов P300/N400). Экспериментальные данные в поддержку обеих моделей рассмотрены во введении к данной статье.

В нашем исследовании было зарегистрировано изменение трех компонентов ВП: P300, N400 и ППК. Ослабление компонента N400 было обнаружено в условиях ПП в сравнении с условиями НП и КО, что логично объясняется узнаванием испытуемыми слов, связанных с ранее осознанными ими значениями.

Не столь логичными и ожидаемыми представляются другие обнаруженные ЭЭГ-корреляты восприятия двойственных изображений, в частности, ослабление компонента P300 в условиях НП и ПП в сравнении с условием КО. Ослабление P300 в условиях НП было обнаружено ранее в некоторых исследованиях (например, Behrendt et al., 2010; Gibbons, 2009). Причем зачастую в этих исследованиях не наблюдали и различий между условиями ПП и НП (см. обзор у D'Angelo et al., 2016), как и в нашем случае. Это указывает на то, что амплитуда компонента P300 изменяется вследствие воспринимаемого испытуемыми сходства прайма и цели и служит подтверждением теории извлечения эпизода. Учитывая тот факт, что наши испытуемые не осознавали конкурирующее значение двойственного изображения-прайма, следует сделать оговорку: чтобы стала возможной регистрация сходства неосознаваемого значения прайма со словом-целью, само неосознаваемое значение должно быть каким-то образом неосознанно обработано во время демонстрации изображения.

Согласно полученным данным, коррелятом, специфичным для НП незамеченных значений является ослабление передне-центрального ППК. Этот коррелят и ранее выявлялся в исследованиях НП (Behrendt et al., 2010; Mayr et al., 2006), рассматриваясь в качестве признака извлечения эпизода, связанного с интенсификацией процессов, ответственных за когнитивный контроль и извлечение из памяти (Behrendt et al., 2010). Можно встретить даже мнение, согласно которому НП игнорируемых стимулов обеспечивается исключительно извлечением эпизода, а не торможением, поскольку информация об игнорируемом стимуле полностью закодирована в памяти (например, Egner, Hirsch, 2005). К этому выводу Эгнер и Хирш (2005) пришли, обнаружив в условии НП повышенную активацию зон мозга, связанных с операцией извлечения из эпизодической памяти.

Теория извлечения эпизода подразумевает кодировку нерелевантных праймов тегом "не реагировать", что ведет к последующему конфликту между прошлым и текущим опытом, когда целью становится ранее игнорируемый прайм. В нашем же случае незамеченные значения двойственных изображений игнорировались неосознанно, и можно предположить, что их репрезентации были, скорее, отмечены меткой "не осознавать", чем "не реагировать". Но такое объяснение подразумевает селекцию информации в момент предъявления прайма, которую сложно объяснить без привлечения понятия "торможение".

Результаты нашего эксперимента демонстрируют, что аналогично тому, как затормаживаются очевидно мешающие стимулы-дистракторы, могут быть заторможены и хорошо знакомые нам по прошлому опыту, но в настоящий момент не осознаваемые значения двойственных изображений. Разница в том, что в последнем случае выбор того, что должно быть заторможено, необходимо совершить еще до момента осознания. Это поддерживает современный взгляд на сознание

как на механизм фокусировки на наиболее подходящем варианте интерпретации реальности в результате многовычислительных неосознаваемых действий (например, Tal, Bar, 2014; Аллахвердов, 2021). В частности, оригинальная концепция неосознаваемого негативного выбора В.М. Аллахвердова признает необходимость принятия специального решения о том, что из воспринятой информации будет осознано, а что – нет (Аллахвердов, 2021).

В целом, необходимо признать, что для установления взаимосвязи между избирательным вниманием и памятью в процессе НП неосознаваемых значений многозначных стимулов необходимы дополнительные исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты в некотором смысле парадоксальны. Подтверждая теорию извлечения эпизода, наши данные предполагают, что праймы сохранялись в памяти и оказывали влияние на опознание связанных с ними слов. Но как применить это утверждение к праймам, являющимся неосознаваемыми значениями двойственных изображений? Это утверждение невозможно объяснить, не признав также и того, что во время экспозиции изображения-прайма происходит торможение конкурирующих репрезентаций (влекущее за собой НПЭ). Такое объяснение иллюстрирует идею С. Типпера, согласно которой торможение и извлечение эпизода являются двумя сторонами одной медали (Tipper, 2001): сначала конкурирующие за осознание репрезентации изображений должны быть заторможены, после чего происходит обратное действие – восстановление эпизода об этом событии. Обращает на себя внимание, что все это осуществляется неосознанно.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-28-01265, https://rscf.ru/project/22-28-01265/

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аллахвердов В.М. Собрание сочинений: в 7 т.: Т. 7. Таинственная прелесть сознания: Беседы о вечных проблемах, или Приглашение к абсурду. СПб.: Владимир Даль. 2021. С. 703.

Bartholow B.D., Pearson M.A., Dickter C.L., Sher K.J. Fabiani M., Gratton G. Strategic control and medial frontal negativity: Beyond errors and response conflict. Psychophysiology. 2005. 42 (1): 33–42.

Behrendt J., Gibbons H., Schrobsdorff H., Ihrke M., Herrmann J.M., Hasselhorn M. Event-related brain potential correlates of identity negative priming from overlapping pictures. Psychophysiology. 2010. 47: 921–930.

D'Angelo M.C., Thomson D.R., Tipper S.P., Milliken B. Negative priming 1985 to 2015: A measure of inhibition, the emergence of alternative accounts, and the multiple process challenge. Q. J. Exp. Psychol. 2016. 69: 1890–1909.

Egner T., Hirsch J. Where memory meets attention: Neural substrates of negative priming. JCNS, 2005. 17 (11): 1774–1784.

Filippova M.G., Kostina D.I. Dynamics of Priming-effect for Subliminally Presented Ambiguous Pictures. J. Cogn. Psychol. 2020. 32 (2): 199–213.

Gibbons H. Functional brain-electrical correlates of negative priming in the flanker task: Evidence for episodic retrieval. Psychophysiology. 2009. 46 (4): 807–817.

Heil M., Rolke B. Unattended distractor-induced priming in a visual selective attention task: N400 effects in the absence of RT effects. J. Psychophysiol, 2004. 18: 164–169.

Hellerstedt R., Johansson M. Competitive Semantic Memory Retrieval: Temporal Dynamics Revealed by Event Related Potentials. PLoS One. 2016. 11 (2): e0150091

Kathmann N., Bogdahn B., Endrass T. Event-related brain potential variations during location and identity negative priming. Neurosci. Lett. 2006. 394 (1): 53–56.

Mayr S., Niedeggen M., Buchner A., Orgs G. The level of reaction time determines the ERP correlates of auditory negative priming. J. Psychophysiol. 2006. 20: 186–194.

McLennan K.S., Neumann E., Russell P.N. Positive and negative priming differences between short-term and long-term identity coding of word-specific attentional priorities. Atten. Percept. Psychophys. 2019. 81 (5): 1426–1441.

Ngo K.W.J. Electrophysiological signature of suppression of competitors during interference resolution. Brain Res. 2021. 1767: 147564

Peterson M.A. Past experience and meaning affect object detection: A hierarchical Bayesian approach. In Psychology of Learning and Motivation-Advances in Research and Theory. Academic Press Inc., 2019. P. 224–257.

Tal A., Bar M. The proactive brain и the fate of dead hypotheses. Front Comput Neurosci. 2014. 8 (3): 1–6.

Tipper S.P. Does negative priming reflect inhibitory mechanism? A review and integration of conflicting views. Q. J. Exp. Psychol. 2001. 54 (2): 321–343.

Wesslein A.-K., Naumann E., Spence C., Frings C. Modulations of event-related potentials by tactile negative priming. NeuroReport. 2019. 30 (3): 227–231.

Yaple Z., Arsalidou M. Negative priming: a meta-analysis of fMRI studies. Exp. Brain Res., 2017. 235 (11): 3367–3374.

UNNOTICED BUT NOT FORGOTTEN: EEG-CORRELATES OF AMBIGUOUS FIGURES PRIMING EFFECTS

M. G. Filippova[a, #], R. V. Chernov[a], and I. A. Gorbunov[a]

[a]*Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

[#]*e-mail: m.filippova@spbu.ru*

In order to find evidence of the inhibition or episodic retrieval account to explain the effect of negative priming, a study of behavioral and EEG-correlates of ambiguous figures perception, which are used as primes for the lexical decision task. It is shown that at the behavioral level the noticed meanings of used images demonstrate a positive, unnoticed – a negative priming-effect. EEG correlates of these effects in the anterio-central regions of the brain were revealed. Thus, the correlate of positive priming is attenuation of the N400 component, and the correlate of negative priming is attenuation of the late positive complex. Both components are considered in the literature as indicators of episodic retrieval, a memory-related process. The fact that the priming effect of the unnoticed meanings of ambiguous figures at the psychophysiological level is expressed in memory phenomena leads to the conclusion that the subjects remember the meanings they did not notice.

Keywords: ambiguous figures, negative priming, positive priming, inhibition, episodic retrieval, P300, N400, late positive complex