



ВЛИЯНИЕ ИМПЛИЦИТНОЙ ПОДСКАЗКИ НА АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧЕ НА РЕШЕНИЕ АНАГРАММ

МЕДЫНЦЕВ А. А.*, ИП РАН, Москва, Россия,
e-mail: medintseff@yandex.ru

В исследовании предпринималась попытка изучения влияния имплицитной подсказки на ранние автоматические процессы (до 400 мс) в задаче решения анаграмм. В течение шести серий испытуемым предъявлялись анаграммы и псевдослова (бессмысленные наборы букв). Задача испытуемого состояла в распознавании анаграмм и псевдослов, в разгадывании анаграмм, кроме того, испытуемый должен был отметить, являлось ли решение «озарением», или таковым не являлось. В первых пяти сериях анаграммы и псевдослова имели различия, о которых испытуемым не сообщалось. В составе псевдослова присутствовали гласные «О» и «А». Анаграммы же были подобраны таким образом, чтобы в их составе гласных «А» и «О» не было. В шестой серии между анаграммами и псевдословами различий не было. В ходе эксперимента регистрировалась электроэнцефалограмма. Согласно полученным результатам, время распознавания анаграмм уменьшалось до шестой серии, в шестой серии время распознавания резко возрастало; число верных распознаваний анаграмм также возрастало к шестой серии, в шестой серии резко снижалось. Анализ ЭЭГ показал достоверные различия потенциалов, связанных с предъявлением анаграмм и псевдослов. Были обнаружены различия в амплитуде позднего позитивного компонента в интервале от 200 до 380 мс после предъявления стимула. Полученные результаты могут быть объяснены наличием активации семантической сети, задействованной в решении анаграмм.

Ключевые слова: ЭЭГ, решение озарением, анаграммы, псевдослова, вызванные потенциалы, семантическая обработка.

Введение

Исследование механизмов творческого мышления является одной из актуальных проблем в современной науке. Согласно концепции Я.А. Пономарева, мышление включает два компонента: логический и интуитивный (Пономарев, 1976). При этом работа интуитивного компонента, хотя и не осознается индивидом, но играет важную роль в поиске решения. Одним из доступных изучению феноменов, связанных с работой интуитивного компонента, является феномен «инсайта». Следует отметить, что некоторые определения термина несут отпечаток теоретических представлений исследователей, работавших с ним в психологии мышления. Так, «инсайт» может определяться как ключевой момент «... в ходе решения мыслительной задачи, связанный со скачкообразным переструктурированием репрезентации задачи, которое приводит к нахождению ответа и часто сопровождается яркими переживаниями» (Спиридонов, Лифанова, 2013). Существует целый ряд специфических «инсайтных» задач, для решения которых необходимо «скачкообразное переструктурирование репрезентации» (задача «девять точек» и т. п.).

Для цитаты:

Медынцев А. А. Влияние имплицитной подсказки на автоматические процессы обработки информации в задаче на решение анаграмм // Экспериментальная психология. 2017. Т. 10. № 1. С. 23–37. doi:10.17759/exppsy.2017100103

* *Медынцев А. А.* Кандидат психологических наук, Институт психологии РАН, Москва, Россия. E-mail: medintseff@yandex.ru



Вместе с тем, использование подобных задач в условиях, например, многократного и быстрого их решения несет в себе ряд методологических трудностей, поскольку классические «инсайтные» задачи достаточно сложны и требуют значительного времени для решения (Bowden et al., 2005). Поэтому при изучении феномена «инсайта» очень часто используются более простые задачи на решение анаграмм (Bowden, Jung-Beeman, 2003; Kounios et al., 2006; Ellis et al., 2011), несмотря на то, что такие задачи «инсайтными» не являются.

И хотя уже было показано, что анаграммы могут решаться через «инсайт» (Novick, Sherman, 2003), в нашей работе, где мы также используем в качестве задач анаграммы, вместо методологически нагруженного термина «инсайт» мы будем использовать термин «решение озарением».

Феноменологически «решение озарением» или «ага-переживание» можно определить как нахождение решения задачи, которое соответствует трем основным критериям:

- 1) субъект переживает такое решение как пришедшее неожиданно, при этом оно является верным;
- 2) озарению, как правило, предшествуют длительные и непродуктивные попытки решить проблему;
- 3) субъект, переживший озарение, не может рассказать, как ему удалось прийти к найденному решению (Bowden et al., 2005).

В качестве альтернативы «решению озарением» указывается метод проб и ошибок или решение с использованием готового алгоритма (Bowden, Jung-Beeman, 2003).

В целом ряде исследований было показано, что на работу интуитивного компонента значительное влияние оказывает так называемая «иррелевантная информация» – информация, не связанная напрямую с решением, но способствующая его нахождению. Классическим примером являются работы Я.А. Пономарева, где в ряде экспериментов «наводящие» задачи, несущие в себе элементы решения, оказывали влияние на решение основной задачи (Пономарев, 1976). Влияние иррелевантной информации в форме неосознаваемых («имплицитных») подсказок или «намёков» на поиск решения также было показано во многих зарубежных работах (Maier, 1931; Shaw, Conway, 1990; Bowden, Jung-Beeman, 2003).

Изучение механизмов, лежащих в основе влияния иррелевантной информации на работу интуитивного компонента, позволит понять механизмы творческого мышления. Поэтому изучение процессов, обуславливающих влияние иррелевантной информации на работу интуитивного компонента, явилось главной целью нашего исследования.

Первая попытка осуществления данной задачи предпринималась в проведенном нами ранее исследовании (Медынцев, 2014): испытуемым в случайном порядке предъявлялись анаграммы и псевдослова (наборы букв, из которых нельзя было составить осмысленное слово). Стимул предъявлялся на короткое время (400 мс), за которое испытуемый должен был распознать, была ли ему предъявлена анаграмма или псевдослово.

В дальнейшем анаграмма предъявлялась испытуемому еще раз, уже в течение более длительного времени, за которое испытуемый должен был как решить анаграмму, так и отметить, являлось ли данное решение «озарением» или не являлось таковым.

В роли имплицитной подсказки использовались различия в построении анаграмм и псевдослов, о которых испытуемым не сообщалось. Влияние подсказки на работу интуи-



тивного компонента оценивалось анализом поведенческих характеристик решений, отнесенных испытуемыми к решениям «озарением».

Полученные результаты продемонстрировали качественное отличие решений «озарением» от альтернативных решений. Так, было показано, что решения, причисляемые испытуемыми к решениям «озарением», требовали более короткого времени, нежели решения методом проб и ошибок. Помимо этого, было обнаружено, что решению «озарением» предшествует более быстрое распознавание анаграммы. То есть при предъявлении стимула на 400 мс в ситуации, предшествующей «озарению», испытуемый быстрее отличает анаграмму от псевдослова (Медынцев, 2014).

На основании полученных результатов было выдвинуто предположение о том, что механизмы, обуславливающие влияние иррелевантной информации на работу интуитивного компонента, начинают действовать уже на ранних этапах восприятия стимула, т. е. в интервале до 400 мс после его предъявления. Подобный вывод заставил нас обратиться к анализу классических представлений о двух типах процессов обработки информации при восприятии стимула: автоматических, которые являются неосознаваемыми, и контролируемых (осознаваемых) процессов.

Согласно этим представлениям, автоматическая обработка характеризуется произвольностью, быстротой протекания, неосознанностью (в сферу сознания выводится только результат обработки) (Posner, Snyder, 1975). То, что именно интервал около 400 мс может являться неким граничным интервалом между автоматическими и контролируемыми процессами в ходе восприятия стимула, показано, в частности, в исследовании Дж. Нили в 1977 г.

В этом эксперименте испытуемый должен определить, является ли предъявленная ему последовательность букв словом: например, «дятел» или «теляд». Показу тестовой последовательности предшествовало предъявление слова, которое обычно (80% случаев) было названием соответствующей категории («птица»), но иногда (20%) могло обозначать совсем другую категорию (например, «мебель»). Влияние семантической преднастройки («птица» – «дятел») имело место только если интервал между словом-категорией и словом-целью был более 350–400 мс. Если же задержка была короче, такого эффекта не наблюдалось (цит. по: Величковский, 2006).

Таким образом, задача актуального исследования состояла в изучении роли ранних «автоматических» процессов в механизме влияния иррелевантной информации (в форме имплицитной подсказки) на интуитивный компонент.

Для решения этой задачи было необходимо:

- 1) доказать взаимосвязь ранних процессов и решений «озарением» в задаче на решение анаграмм;
- 2) доказать влияние имплицитной подсказки на протекание ранних процессов в задаче на решение анаграмм;
- 3) обнаружить и описать процессы, имеющие место на ранних этапах восприятия стимула в задаче на решение анаграмм.

Для обнаружения и описания происходящих когнитивных процессов мы использовали регистрацию электрической активности мозга, обработанную методом выделения потенциалов, связанных с событиями.

Дополнительной задачей исследования явилась оценка степени имплицитности используемой нами подсказки.



Методика

Для достижения поставленных целей мы использовали разработанную ранее методику (Медынцев, 2014), внося в нее дополнительные изменения. В эксперименте испытуемому предъявлялись два типа стимулов: анаграммы и псевдослова. Как анаграммы, так и псевдослова состояли из пяти букв. Все анаграммы составлялись из существительных, уравненных по частоте встречаемости. В качестве источника слов использовался частотный словарь русской лексики (Ляшевская, Шаров, 2009). Псевдослова представляли собой случайные наборы букв, из которых осмысленное слово построить было нельзя.

Важно отметить, что в построении анаграмм и псевдослов имелись различия, о которых испытуемым не сообщалось. В составе псевдослова обязательно присутствовали гласные «О» и «А» (пример: ЖОДАК, МОЛГА). В то же время анаграммы были подобраны таким образом, чтобы в их составе гласных «А» и «О» не было (пример: ТЛПЕЯ (петля), ИССВТ (свист)). Эти различия и являлись имплицитной подсказкой в нашем исследовании. Исключением являлись анаграммы последней серии. В последней серии как анаграммы, так и псевдослова имели в своем составе гласные «О» и «А».

В ходе эксперимента стимулы предъявлялись в случайном порядке (рис. 1). При первом предъявлении стимул предъявлялся на 400 мс, по истечении которых он сменялся вопросом «Анаграмма?», в ответ на который испытуемому требовалось как можно быстрее нажать клавишу «1», если он считал, что была предъявлена анаграмма, и клавишу «2», если он так не думал.

Так как информацию об отличии анаграммы от псевдослова испытуемым не сообщали, им предлагалось самостоятельно придумать стратегию того, каким образом отличить анаграмму от псевдослова.

После сделанного выбора на экране появлялся вопрос «Уверен?». В этом случае от испытуемого требовалось нажать на клавишу «1», если он субъективно уверен в правильности предыдущего решения более чем на 50% и клавишу «2», если он уверен в своем решении менее чем на 50%.

Затем в случае, если стимулом являлось псевдослово, на экране появлялось сообщение: «Это псевдослово».

Если же испытуемому была предъявлена анаграмма, то появлялось сообщение: «Это анаграмма, попробуйте решить». Стимул предъявлялся еще раз на неограниченное время. Испытуемый должен был постараться разгадать анаграмму. В зависимости от результата испытуемый нажимал клавишу «1», если анаграмму разгадать удалось, и клавишу «2», если этого сделать не получилось. Время на разгадку анаграммы не ограничивалось.

После того, как испытуемый произносил вслух решение анаграммы (или говорил «не знаю»), перед ним появлялся последний вопрос: «Инсайт? Да/нет».

При появлении этого вопроса испытуемый должен был нажать на клавишу «1», если он полагал, что решение анаграммы было найдено «озарением», или клавишу «2», если у него было иное мнение. О том, что считать «решением озарением», испытуемый инструктировался заранее. Инструкция звучала следующим образом: «*Решением озарением* является решение, которое пришло Вам в голову неожиданно. Вы не могли дать сами себе субъективный отчет о том, каким образом оно к Вам пришло. Вы не думали в русле решения, Вы не вспоминали ничего похожего на решение. В случае, если Вы не можете определиться, является ли решение «озарением» или нет, нажимайте клавишу «2».



Всего испытуемый проходил 7 экспериментальных серий. Первая и седьмая серии были контрольными, серии со второй по шестую – экспериментальными.

В контрольных сериях в качестве стимулов испытуемому предъявлялись последовательности из пяти цифр: «11111», «10101», «00000». Задача испытуемого сводилась к тому, чтобы при появлении стимулов «11111» и «10101» на все вопросы механически нажимать клавишу «1», а при предъявлении стимула «00000» – клавишу «2».

Всего в контрольных сериях последовательность «11111» предъявлялась испытуемому тридцать пять раз, «00000» – двадцать восемь раз, «10101» – восемнадцать раз. Задачи контрольной серии: 1) обучить испытуемого без ошибок работать в экспериментальной ситуации; 2) оценить индивидуальную скорость нажатия клавиш в задаче простого двухальтернативного выбора.

В основных сериях испытуемому предъявлялось 50 анаграмм и 30 псевдослов.

По окончании исследования каждому испытуемому задавали два вопроса.

1. «Получалось ли у Вас отличать анаграмму от псевдослова при первом предъявлении? Какую стратегию Вы для этого использовали?»

2. «В нашем эксперименте анаграммы от псевдослов отличались наличием гласных «А» и «О». В последней серии такого не происходило. Заметили ли Вы данное различие? Использовали ли Вы его для решения задачи?»

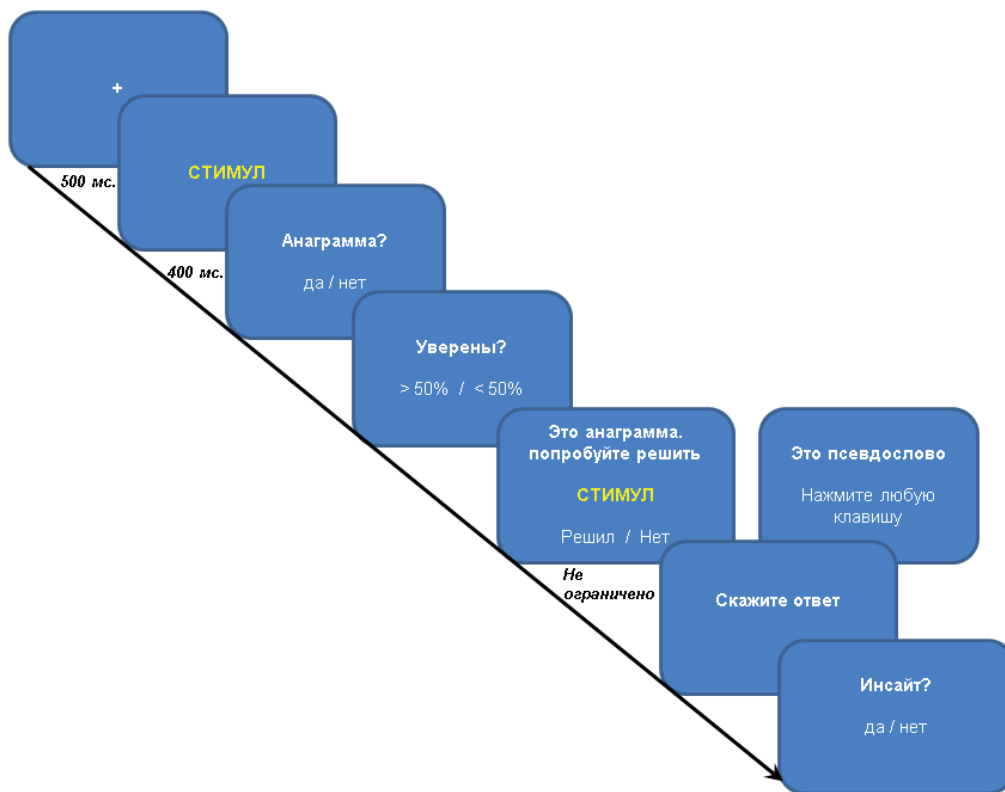


Рис. 1. Экспериментальная процедура



Регистрация поведенческих показателей

В качестве поведенческих показателей нами использовались:

- а) «время распознавания стимула» – скорость, с которой испытуемый нажимал на клавишу при ответе на вопрос «Анаграмма?»;
- б) «количество верных распознаваний» – число случаев, когда испытуемый нажимал на клавишу «1» при предъявлении анаграмм;
- в) «показатель уверенности» – число случаев, когда испытуемый нажал на клавишу «1» при ответе на вопрос «Уверен?»;
- г) «количество верных решений» – число случаев, когда испытуемый решал анаграмму верно;
- д) «количество решений озарением» – число случаев, в которых испытуемый полагал, что решение было найдено «озарением».

Регистрация электрической активности мозга

Регистрация электрической активности мозга (ЭЭГ) производилась в течение всего эксперимента и осуществлялась монополярно. В качестве референта использовалась мочка уха. Запись ЭЭГ велась от лобных (F7, F8, F3, F4, Fz), парietальных (P3, P4, Pz), затылочных (O1, Oz, O2) и центральных (C3, Cz, C4) отведений, установленных по системе 10–20.

Фильтрация регистрируемой ЭЭГ осуществлялась в полосе частот от 0,5 до 70 Гц. Частота квантования записи составляла 250 Гц.

Для последующего анализа ЭЭГ использовался метод регистрации вызванных потенциалов. В качестве интересующего события было выбрано первое предъявление анаграммы или псевдослова (рис. 1).

Эпохой анализа был выбран интервал времени в 100 мс до первого предъявления стимула (для вычитания базовой линии) и 500 мс после нее. Эпохи анализа с присутствующими на них глазными или миографическими артефактами удалялись. Также из анализа были исключены все эпохи шестой серии.

В среднем для каждого испытуемого для каждого типа стимулов в анализ вошло 197,6 эпохи для анаграмм и 110,4 эпох для псевдослов.

Испытуемые

Всего в исследовании приняли участие 12 испытуемых (7 женщин и 5 мужчин; средний возраст – 22,5 лет). В связи с некачественной записью ЭЭГ данные одного из испытуемых были исключены из анализа.

Гипотезы

С целью проверки нашей гипотезы эксперимент был организован следующим образом: имплицитная подсказка, позволявшая отличать анаграммы от псевдослов, присутствовала только в сериях 2–5. В серии 6 анаграммы и псевдослова не отличались, т. е. предполагалось, что имплицитная подсказка будет оказывать влияние на протекание «ранних» процессов только в первых сериях, но не будет в шестой. И очевидно, что это влияние отразится на количестве решений «озарением» как проявлении интуитивного компонента. Кроме того, имплицитная подсказка окажет влияние на эффективность распознавания анаграмм в сериях 2–5.



Итак, были сформулированы следующие эмпирические гипотезы.

1. Количество решений «озарением» в шестой серии будет меньше, нежели в предыдущих сериях.

2. Время верного распознавания анаграмм будет снижаться от второй к пятой серии и резко возрастет в шестой серии. Количество верных распознаваний анаграмм будет также расти от второй к пятой серии и резко упадет в шестой серии.

3. В ЭЭГ испытуемых, зарегистрированных во временном окне 0–400 мс после предъявления стимула, будут обнаружены паттерны, связанные с обработкой информации о предъявленном стимуле.

Также нами дополнительно проверялся факт имплицитности нашей подсказки. Предполагалось, что в ходе исследования испытуемые не будут сознательно использовать существующее различие в строении анаграммы и псевдослова. На основании этого ожидалось следующее.

4. При устном опросе после исследования испытуемые не смогут сообщить, чем различались анаграммы и псевдослова.

5. Показатель уверенности испытуемого при верном и неверном распознавании анаграмм различаться не будет.

Результаты

В опросе после исследования ни один из испытуемых не сообщил об обнаружении и использовании различий между анаграммами и псевдословами. Испытуемые использовали следующие стратегии ответа на вопрос «Анаграмма?»:

- использование вероятности появления стимула («если два раза подряд было псевдослово, то третьим точно будет анаграмма») – 1 человек;
- поиск в стимуле редко встречающихся сочетаний букв – 3 человека;
- поиск в стимуле редко встречающихся букв – 4 человека;
- использование интуиции (отсутствие сознательной стратегии) – 5 человек.

В среднем количество верно решенных анаграмм составило 64,3%. Количество верных распознаваний (без учета шестой серии) составило 45%.

В среднем число решений, которые испытуемые отмечали как «решение озарением», составило 23,7%.

С целью определения количественных показателей «решения озарением» в шестой серии для каждого испытуемого было рассчитано отношение числа таких решений к общему числу анаграмм для серий со второй по пятую (число «решений озарениями» / 250) и отдельно для шестой серии (число «решений озарениями» / 50). Сравнение с использованием теста Уилкоксона показало достоверное уменьшение числа «решений озарением» в шестой серии ($T = 0, p < 0,01$).

Сопоставление времени верного распознавания анаграмм от второй к шестой серии достоверно снижалось (тест Крускала–Уоллиса, $H=9,72, p < 0,01$). Однако от пятой к шестой серии снижение остановилось, и сравнительный анализ показателей времени ответа серий 5 и 6 достоверных различий не выявил.

Количество верных распознаваний возрастало от второй к пятой серии (рис. 2). Однако от пятой к шестой серии данный показатель достоверно снизился (тест Уилкоксона, $T = 0, p < 0,01$).

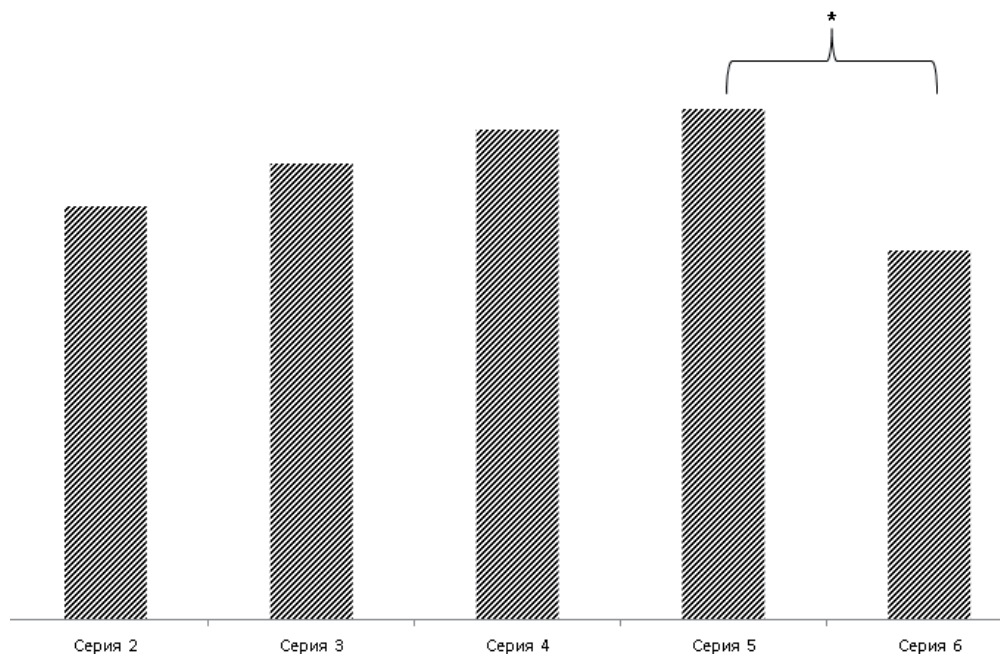


Рис. 2. Динамика количества верных распознаваний анаграмм в сериях 2–6 (усредненные данные). «*» – $p < 0,05$. По горизонтали – номер серии; по вертикали – число верных распознаваний

Также оценивался показатель уверенности испытуемых в принятом решении. Были сопоставлены значения показателя в ситуации верного и ошибочного распознавания стимула. Для анализа были отобраны данные из серий 2–5. Анаграммы и псевдослова оценивались отдельно. Было обнаружено, что показатели уверенности в ответе были значительно выше в случае верного распознавания анаграмм, нежели при неверном распознавании (тест Уилкоксона, $T = 1$, $p < 0,01$). Для псевдослов таких различий обнаружено не было.

Визуальная оценка активности мозга, связанной с предъявлением стимулов, продемонстрировала характерную для подобной работы деятельности структуру потенциала, различавшуюся для фронтальных и париетальных областей (рис. 3). Помимо классического комплекса P1–N1, возникающего в районе 0–150 мс после предъявления стимула, во временном интервале от 180 до 400 мс имеет место позитивное колебание, развивающееся вплоть до появления следующего комплекса P1–N1, который связан с исчезновением стимула и появлением вопроса «Анаграмма?».

Для анализа различий между потенциалами был проведен дисперсионный анализ (без поправки на множественные сравнения). В качестве факторов были выбраны электрод и тип стимула (анаграмма, псевдослово). Значение средней амплитуды колебания в интервале от 200 до 380 мс после предъявления стимула выступило в качестве зависимой переменной (рис. 3). Было обнаружено достоверное влияние фактора «тип стимула» ($F(1, 280) = 3,93$, $p < 0,05$), но не фактора электродов или взаимодействия факторов (табл. 1).

Как видно из рисунка 4, различия в данном временном окне имеют место во всех отведениях.

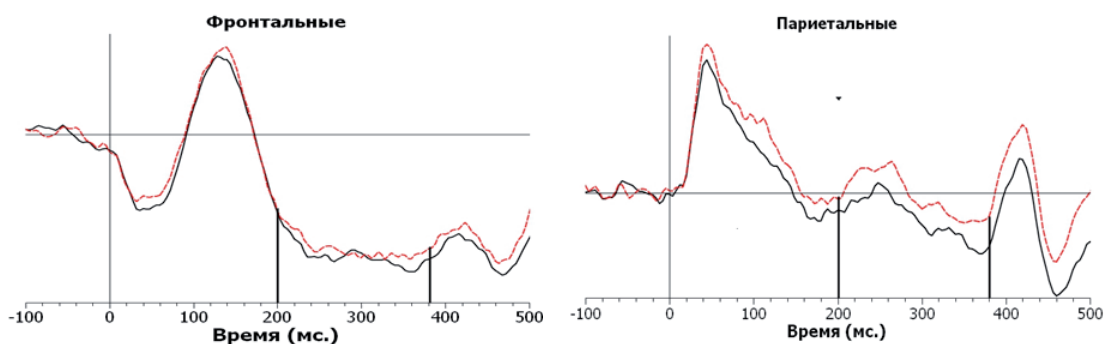


Рис. 3. Потенциалы, связанные с предъявлением анаграмм (черная сплошная линия) и псевдослов (красная прерывистая линия). Общее усреднение показателей 12 испытуемых. Сверху от 0 – негативные колебания, внизу – позитивные

Таблица 1

Значения амплитуды потенциалов, зарегистрированных для разных стимулов (мВ)

Стимулы	N	Min	Max	M	SD
Стимул-анаграмма	154,00	-8,72	5,53	-1,85	2,53
Стимул-псевдослово	154,00	-8,93	7,31	-1,41	2,66

Обсуждение

Поведенческие данные

Как показывает проведенное исследование, количество решений, отмечавшихся испытуемыми как «решение озарением», достоверно уменьшилось в шестой серии, что, с нашей точки зрения, является подтверждением выдвинутой нами гипотезы. Учитывая, что шестая серия отличается от других лишь отсутствием имплицитной подсказки (различий в строении анаграмм и псевдослов), можно предположить, что именно это условие повлияло на работу интуитивного компонента в сторону снижения количества «решений озарением».

Кроме того, результаты проведенного анализа свидетельствуют в пользу предположения о влиянии имплицитной подсказки на время и количество верных распознаваний. Оба показателя значимо изменились в шестой серии. Это показывает, что наша подсказка оказывала значительное влияние именно на «ранние» процессы обработки предъявленного стимула. Тем не менее, нельзя с определенностью утверждать, что используемая подсказка была имплицитной по своему характеру.

Несмотря на то, что никто из испытуемых не сообщил об обнаружении и использовании различия в строении анаграмм и псевдослов, при верном распознавании анаграммы испытуемые были более уверены в собственном решении, нежели при ошибочном.

Впрочем, определенно утверждать обратное также нельзя.

Во-первых, показатели уверенности для верных и неверных распознаваний псевдослов достоверно не отличаются.

Во-вторых, в среднем только 45% анаграмм было распознано верно, что для осознанного выбора решения является недостаточным.

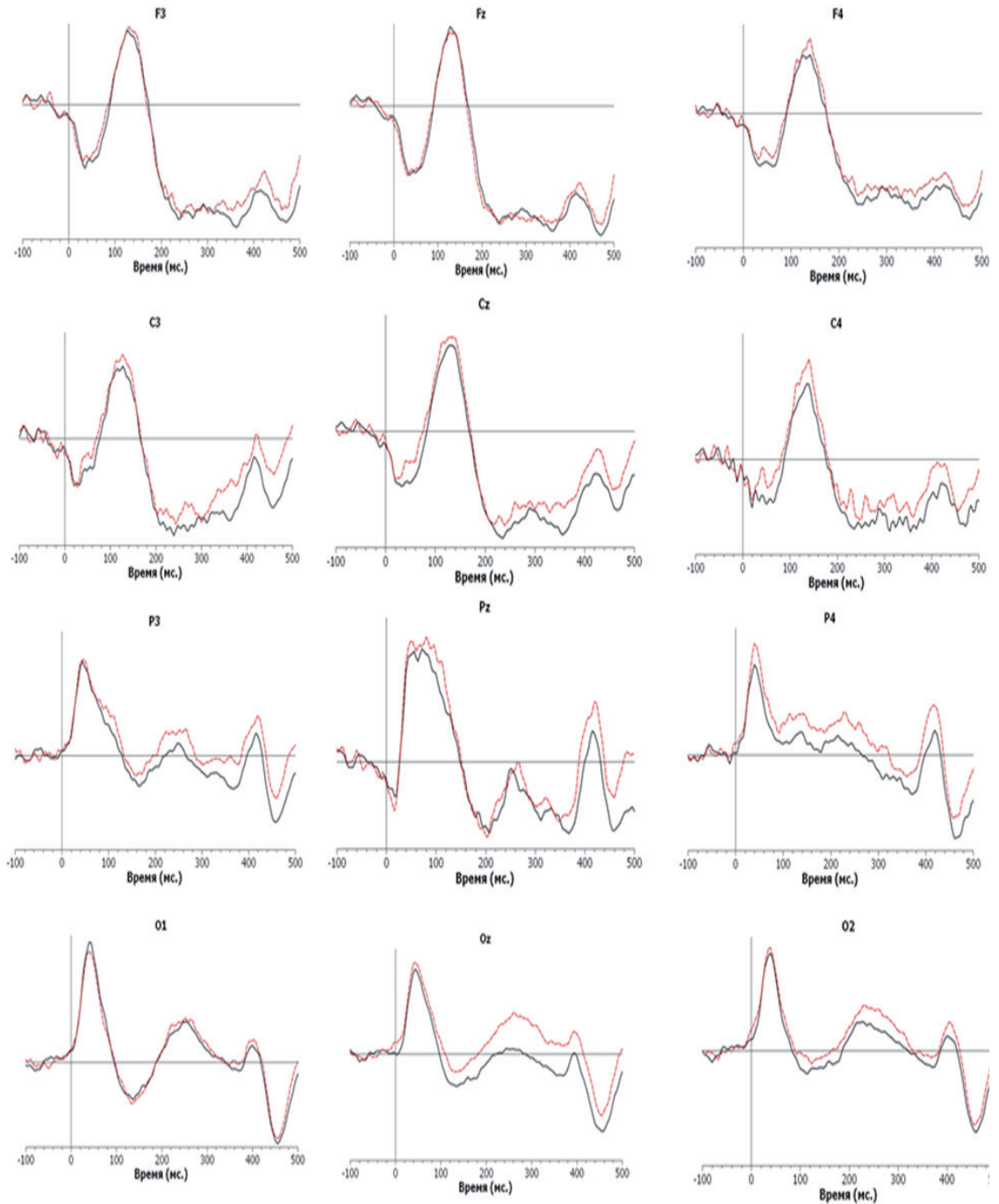


Рис. 4. Потенциалы, связанные с предъявлением анаграмм (черная сплошная линия) и псевдослов (красная прерывистая линия). Общее усреднение показателей 12 испытуемых.
Сверху от 0 – негативные колебания, внизу – позитивные



Видимо, для окончательного решения данного вопроса необходимо добавить контрольную группу, испытуемым из которой будет заранее известно о различиях в стимулах. Контрастное сравнение контрольной и опытной групп позволит сделать окончательный вывод о характере подсказки (является ли она имплицитной).

Электрическая активность мозга

Отдельно следует отметить найденное различие в амплитудах негативного колебания в интервале 200–380 мс после предъявления стимула. Как и ожидалось, в электрической активности мозга, связанной с предъявлением стимула, были обнаружены специфические закономерности, связанные с обработкой стимулов и проявившие себя в различии амплитуд потенциалов, зарегистрированных при предъявлении анаграмм и псевдослов. Учитывая, что усреднение потенциалов проводилось только в сериях 2–5, где имела место имплицитная подсказка, связь обнаруженного различия именно с ней кажется очевидной.

Также можно сделать вывод о том, что процесс, обусловивший это различие, вовлечен в работу интуитивного компонента и модерирует число «решений озарениями». Последнее предположение можно было бы доказать напрямую, усреднив потенциалы, связанные с «решениями озарением». Однако низкое количество «решений озарением» у испытуемых (23,7% – около 47 отдельных реализаций) не позволяет гарантировать приемлемую зашумленность такого потенциала.

Работой какого когнитивного механизма можно объяснить найденные различия? В первую очередь следует сказать, что сам факт того, что обработка семантических стимулов происходит на самых ранних этапах, давно известен. Так, в исследовании с использованием МЭГ специфические ответы, связанные с семантической обработкой, фиксировались в интервале до 500 мс (Pammer et al., 2004) и даже 150 мс (Pulvermuller et al., 2001). Результаты исследований с использованием ЭЭГ свидетельствуют о существовании целого ряда компонентов, чувствительных к семантической специфике стимула. Так известно, что потенциал N400 (негативное колебание с пиком в 400 мс) в ситуации предъявления слов имеет более низкую амплитуду, чем при предъявлении псевдослов. Также при предъявлении слов с высокой частотой встречаемости (высокочастотных) потенциал N400 имеет менее низкую амплитуду, чем в случае предъявления низкочастотных слов (Carreiras et al., 2005).

В нашем исследовании анализ компонента N400 не представляется возможным, так как в районе 400 мс стимул исчезает, сменяясь вопросом «Анаграмма?», в результате чего на N400 накладывается комплекс P100–N100 последующего стимула.

К сожалению, в научной литературе представлено крайне незначительное число исследований, посвященных анализу специфики вызванного потенциала, связанного с предъявлением таких специфических стимулов, как анаграммы. Среди подобных работ можно отметить исследование, проведенное учеными из Китая, в котором китайоязычным испытуемым предлагалось решать китайские анаграммы. В соответствии с условиями эксперимента испытуемым предъявлялось два символа, которые в одном случае можно было собрать в осмысленный иероглиф, а в другом случае решение такой задачи оказывалось невозможным. Среди прочего авторы сообщают о чувствительности негативного компонента в интервале 300–400 мс после предъявления стимула в ситуации неосознаваемой детекции несочетаемых стимулов (Yin et al., 2016).

Однако наиболее сопоставимыми с нашими результатами являются данные, полученные в исследовании взаимодействия факторов частоты встречаемости слова и фактора перестановки букв (Vergara-Martínez et al., 2013). В этой работе испытуемым предъявлялись



слова с высокой и низкой частотой встречаемости, а также «псевдослова». Псевдословами автор называет слова, в которых буквы либо перемешаны («МОСТ» – «МСОТ»), либо одна из букв заменена на другую («МОСТ» – «МОКТ»). В ходе исследования регистрировались поведенческие показатели и потенциалы ЭЭГ, связанные с предъявлением стимула. Было обнаружено, что компонент, названный автором Р350 и имеющий место в диапазоне 260–360 мс, имел более широкую амплитуду по сравнению с амплитудой, зарегистрированной в случае предъявления обоих типов «псевдослов».

Кроме того, компонент N400 имеет одинаковую амплитуду для высокочастотных слов и высокочастотных слов с перемешанными буквами, в то время как при предъявлении слов с замененными буквами его амплитуда снижается. В случае предъявления низкочастотных слов с перемешанными и замененными буквами различий в амплитуде компонента выявлено не было.

На основании полученных результатов авторы делают вывод, что процесс извлечения лексической информации из памяти может быть запущен и «псевдословом». При этом эффективность процесса зависит от двух факторов:

- сходства предъявляемого стимула с формой слова в памяти;
- остаточного уровня активации от ранних предъявлений данной формы слов.

Если форма слова часто встречается испытуемому и перцептивно слово и «псевдослово» совпадают (как это имеет место с высокочастотными словами), то процесс лексической обработки быстр и точен (Vergara-Martínez et al., 2013).

Важно отметить, что в качестве одного из факторов авторы указывают на остаточный уровень активации от предшествующего контакта с высокочастотным словом.

Здесь нельзя не привести один из выводов, сделанных при анализе «решений озарением»: описывая гипотетический механизм возникновения «решения озарением», авторы другого исследования заключают: «Мы полагаем, что люди переживают озарение в тот момент, когда они неожиданно обнаруживают, что некоторая информация, которая у них семантически активирована, является решением или частью решения» (Bowden, Jung-Beeman, 2003).

К сожалению, невозможно напрямую сопоставить два приведенных выше исследования, так как они в значительной мере отличаются, как методологически, так методами регистрации активности мозга. Однако, сопоставляя два вывода, сделанных двумя группами авторов, можно предположить, что в обоих случаях речь идет если не об одном и том же механизме, то об очень похожих.

Применяя вышесказанное к нашим данным, можно сказать, что в найденных нами различиях в амплитуде потенциалов отображается скорее не какой-либо специфический процесс, а состояние преактивации некоей семантической сети, которая позволяет с большей успешностью решать задачу на разгадывание анаграмм.

Объяснение феномена «решений озарением» через активацию специфических нейрональных сетей выдвигалось и другими авторами. В той же, уже приведенной выше, работе (Bowden, Jung-Beeman, 2003) предполагается, что изначально активация, связанная с решением задачи, находится на подпороговом уровне и не «попадает в сознание». При получении подсказки активация возрастает, что позволяет ей преодолеть порог сознания. Именно это попадание в сознание переживается как решение «озарением».

Результаты, полученные в нашем исследовании, также могут быть объяснены с подобных позиций: влияние иррелевантной информации на работу интуитивного компонента сознания может объясняться преактивацией, связанной с решением семантической сети.



Важным и новым выводом, который позволяют сделать результаты проведенного нами исследования, является следующий: преактивация семантической сети возникает уже на ранних этапах восприятия стимула.

Помимо вышесказанного, в нашем исследовании анализировались поведенческие характеристики, связанные непосредственно с «решениями озарением». Полученные в актуальном исследовании результаты подтвердили данные проведенных нами ранее исследований (Медынцев, 2014).

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 14-18-03773.

Литература

1. *Величковский Б.М.* Основы психологии познания: в 2 т. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 448 с.
2. *Ляшевская О.Н., Шаров С.А.* Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). М.: Азбуковник, 2009. 1087 с.
3. *Медынцев А.А.* Роль автоматических процессов при «решениях озарением» в задаче на разгадывание анаграмм // *Материалы VI международной конференции по когнитивной науке* (г. Калининград, 23–27 июня). Калининград, 2014. С. 421.
4. *Пономарев Я.А.* Психология творчества М.: Наука, 1976. 296 с.
5. *Спиридонов В.Ф., Лифанова С.С.* Инсайт и ментальные операторы, или можно ли пошагово решить инсайтную задачу // *Психология. Журнал Высшей школы экономики*. 2013. Т. 10. № 3. С. 54–63.
6. *Bowden E.M., Jung-Beeman M., Fleck J., Kounios J.* New approaches to demystifying insight // *Trends in Cognitive Sciences*. 2005. Vol. 9. № 7. P. 322–328. doi: 10.1016/j.tics.2005.05.012
7. *Bowden E.M., Jung-Beeman M.* Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2003. Vol. 10. № 3. P. 730–737. doi: 10.3758/BF03196539
8. *Carreiras M., Vergara M., Barber H.* Early event-related potential effects of syllabic processing during visual word recognition // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2005. Vol. 17. № 11. P. 1803–1817. doi: 10.1162/089892905774589217
9. *Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M.* Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // *Consciousness and Cognition*. 2011. Vol. 20. № 3. P. 768–776. doi: 10.1016/j.concog.2010.12.007
10. *Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., Reber P.J., Kounios J.* Neural Activity When People Solve Verbal Problems with Insight // *PLoS Biology*. 2004. Vol. 2. № 4. P. 500–510. doi: 10.1371/journal.pbio.0020097
11. *Kounios J., Frymiare J.L., Bowden E.M., Fleck J.I., Subramaniam K., Parrish T.B., Jung-Beeman M.* The Prepared Mind // *Psychological Science*. 2006. Vol. 17. № 10. P. 882–890. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01798.x
12. *Maier N.R.F.* Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness // *Journal of Comparative Psychology*. 1931. Vol. 12. № 2. P. 181–194. doi: 10.1037/h0071361
13. *Novick L.R., Sherman S.J.* On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 2003. Vol. 56. № 2. P. 351–382. doi: 10.1080/02724980244000288
14. *Pammer K., Hansen P.C., Kringelbach M.L., Holliday I., Barnes G., Hillebrand A., Singh K.D., Cornelissen P.L.* Visual word recognition: the first half second // *NeuroImage*. 2004. Vol. 22. № 4. P. 1819–1825. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.05.004
15. *Posner M.I., Snyder C.R.R.* Attention and cognitive control // *Information processing and cognition: The Loyola symposium* / Ed. R. Solso. 1975. P. 55–85. doi: 10.1007/978-1-4613-2985-5
16. *Pulvermüller F., Assadollahi R., Elbert T.* Neuromagnetic evidence for early semantic access in word recognition // *European Journal of Neuroscience*. 2001. Vol. 13. № 1. P. 201–205. doi: 10.1046/j.0953-816X.2000.01380.x
17. *Shaw G.A., Conway M.* Individual differences in nonconscious processing: The role of creativity // *Personality and Individual Differences*. 1990. Vol. 11. № 4. P. 407–418. doi: 10.1016/0191-8869(90)90224-F
18. *Vergara-Martinez M., Perea M., Gómez P., Swaab T.Y.* ERP correlates of letter identity and letter position



are modulated by lexical frequency // *Brain and Language*. 2013. Vol. 125. № 1. P. 11–27. doi: 10.1016/j.bandl.2012.12.009

19. Yin H., Li D., Yang J., Li W., Qiu J., Chen Y. Neural Bases of Unconscious Error Detection in a Chinese Anagram Solution Task: Evidence from ERP Study // *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11. № 5. P. 1–12. doi: 10.1371/journal.pone.0154379

THE INFLUENCE OF IMPLICIT CUE ON INFORMATION PROCESSING IN ANAGRAM SOLVING TASK

MEDYNTSEV A.A.*, *Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia*,
e-mail: medintseff@yandex.ru

This article presents the results of a study, aimed at exploring the influence of implicit cues on early “automatic” processes (first 400 ms) in anagram solving task. During six experimental series participants were shown two type of stimuli: anagrams and pseudowords in random order. Participants had to discriminate the type of stimuli, solve the anagrams and response (by key pressing), whether it was insight solution or not. In the first five series pseudowords had a special cue (letters “A” and “O”). There were no such cues in anagrams. In the last experimental series there were no cues on both pseudowords and anagrams. The participants did not know about such differences. The electroencephalography (EEG) was recorded during this study. It was shown that discrimination time decreased from the first to the fifth series, but increase in the last series. The number of correct discriminations increased from the first to the fifth series, and decreased in the last one. EEG analysis showed significant difference in amplitude of late positive component on interval 200 to 300 ms after stimuli between anagrams and pseudowords. This findings may be explained by activation of semantic network, which is involved in anagram solution processing.

Keywords: EEG, insight solution, anagrams, evoked potentials, semantic processing.

Funding

This work was supported by grant RSCF № 14-18-03773.

References

1. Bowden E., Jung-Beeman M., Fleck J., Kounios J. New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 2005, vol. 9, no. 7, pp. 322–328. doi: 10.1016/j.tics.2005.05.012
2. Bowden E.M., Jung-Beeman M. Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2003, vol. 10, no. 3, pp. 730–737. doi: 10.3758/BF03196539
3. Carreiras M., Vergara M., Barber H. Early event-related potential effects of syllabic processing during visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2005, vol. 17, no. 11, pp. 1803–1817. doi: 10.1162/089892905774589217
4. Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight. *Consciousness and Cognition*, 2011, vol. 20, no. 3, pp. 768–776. doi:10.1016/j.concog.2010.12.007
5. Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., Reber P.J., Kounios J. Neural Activity When People Solve Verbal Problems with Insight. *PLoS Biology*, 2004, vol. 2, no. 4, pp. 500–510. doi:10.1371/journal.pbio.0020097

For citation:

Medyntsev A.A. The influence of implicit cue on information processing in anagram solving task. *Экспериментальная психология = Experimental psychology* (Russia), 2017, vol. 10, no. 1, pp. 23–37. doi: 10.17759/exppsy.2017100103

* *Medyntsev A. A.* PhD (Psychology), Research Associate, Laboratory of Psychology and Psychophysiology of Creativity, Institute of Psychology RAS. E-mail: medintseff@yandex.ru



6. Kounios J., Frymiare J.L., Bowden E.M., Fleck J.I., Subramaniam K., Parrish T.B., Jung-Beeman M. The Prepared Mind. *Psychological Science*, 2006, vol. 17, no. 10, pp. 882–890. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01798.x
7. Lyashevskaya O.N., Sharov S.A. *Chastotnyy slovar' sovremennogo russkogo yazyka (na materialakh Natsional'nogo korpusa russkogo yazyka)* [Frequency dictionary of the modern Russian language (based on National Corpus of the Russian language)]. Moscow: Azbukovnik Publ., 2009. 1087 p. (in Russ.).
8. Maier N.R.F. Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 1931, vol. 12, no. 2, pp. 181–194. doi: 10.1037/h0071361
9. Medyntsev A.A. Rol' avtomaticheskikh protsessov v «reshenii voprosov» v zadache resheniya anagramm [The role of automatic processes in insight solutions in anagram decision task]. In *Materialy VI Mezhdunarodnoy konferentsii po kognitivnoy nauke (Kaliningrad, 23–27 iyunya)* [Proceedings of The Sixth International Conference on Cognitive Science (Kaliningrad, June 23–27)]. Kaliningrad, 2014. p. 421 (in Russ.).
10. Novick L.R., Sherman S.J. On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2003, vol. 56, no. 2, pp. 351–382. doi: 10.1080/02724980244000288
11. Pammer K., Hansen P.C., Kringelbach M.L., Holliday I., Barnes G., Hillebrand A., Singh K.D., Cornelissen P.L. Visual word recognition: the first half second. *NeuroImage*, 2004, vol. 22, no. 4, pp. 1819–1825. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.05.004
12. Ponomarev Ya.A. *Psikhologiya tvorchestva* [Psychology of creativity]. Moscow: Nauka Publ., 1976. 296 p. (in Russ.).
13. Posner M.I., Snyder C.R.R. Attention and cognitive control. In R. Solso (ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium*, 1975, pp. 55–85.
14. Pulvermüller F., Assadollahi R., Elbert T. Neuromagnetic evidence for early semantic access in word recognition. *European Journal of Neuroscience*, 2001, vol. 13, no. 1, pp. 201–205. doi: 10.1046/j.0953-816X.2000.01380.x
15. Shaw G.A., Conway M. Individual differences in nonconscious processing: The role of creativity. *Personality and Individual Differences*, 1990, vol. 11, no. 4, pp. 407–418. doi: 10.1016/0191-8869(90)90224-F
16. Spiridonov V.F., Lifanova S.S. Insait i mentalnye operatory, ili vozmozhno li reshit' problemu pronitsatel'nosti shag za shagom [Insight and mental operators, or whether it is possible to solve an insight problem step by step]. *Psikhologiya. Zhurnal vysshey shkoly ekonomiki* [Psychology. The journal of Higher School of Economics], 2013, vol. 10, no. 3, pp. 54–63 (in Russ.; abstr. in Engl.).
17. Velichkovskiy B.M. *Osnovy psikhologii poznaniya* [Fundamentals of psychology of cognition]. In 2 vols. Moscow: Akademiya Publ., 2006. 448 p. (in Russ.).
18. Vergara-Martínez M., Perea M., Gómez P., Swaab T.Y. ERP correlates of letter identity and letter position are modulated by lexical frequency. *Brain and Language*, 2013, vol. 125, no. 1, pp. 11–27. doi: 10.1016/j.bandl.2012.12.009
19. Yin H., Li D., Yang J., Li W., Qiu J., Chen Y. Neural Bases of Unconscious Error Detection in a Chinese Anagram Solution Task: Evidence from ERP Study. *PLOS ONE*, 2016, vol. 11, no. 5, pp. e0154379. doi:10.1371/journal.pone.0154379