ЭМПИРИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 159.9

Атрибуция метакогнитивного сигнала о неосознаваемом решении задачи*

В. М. Аллахвердов^а, К. М. Андрюнин

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН,
Российская Федерация, 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, 9

Для цитирования: Аллахвердов В. М., Андрюнин К. М. Атрибуция метакогнитивного сигнала о неосознаваемом решении задачи // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2025. Т. 15. Вып. 1. С. 66–80. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2025.104>

Почему нахождение новой идеи может сопровождаться мощным эмоциональным подъемом? Как эмоции могут предвосхищать решение сугубо рациональных задач? В статье предпринята попытка рассмотреть различные подходы к ответам на эти вопросы. Проверяется гипотеза В. М. Аллахвердова о том, что эмоционально окрашенный метакогнитивный сигнал сообщает сознанию, что решаемая задача уже неосознанно решена, но не сообщает, какая именно. Это может привести к тому, что сообщение о неосознанном решении одной задачи может быть принято сознанием за сообщение о решении другой. Описываются различные эксперименты, косвенно подтверждающие такую возможность, а также результаты О. В. Науменко и Д. И. Костиной, непосредственно направленные на подтверждение выдвинутой гипотезы. Поскольку, однако, эти результаты носят контринтуитивный характер, а также имеют недостаточную статистическую мощность, нами была проведена репликация экспериментов Науменко и Костиной. Целью данного исследования является экспериментальная проверка гипотезы о существовании метакогнитивного сигнала о неосознанном решении задачи и возможности переноса атрибуции этого сигнала на другую задачу. Были проведены два экспериментальных исследования, в которых испытуемым предлагалось решать математические задачи — на умножение однозначных цифр и на сложение двухзначных. В исследованиях использовалась парадигма прайминга: в качестве прай-

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ «Закономерности системной организации механизмов мозгового обеспечения высших психических функций человека с использованием данных количественной ЭЭГ и функциональной МРТ», № 122041500046-5; <https://gisnauka.ru/nioktr/detail/RKMJ4L9RUW272BSLPMKK4OV4>.

^а Автор для корреспонденции.

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2025

мов использовались равенства, которые никак не связаны с целевой задачей. В первом исследовании приняло участие 59, а во втором — 48 испытуемых. В ходе исследования были выявлены следующие факты: верные равенства-праймы ускоряют решение целевых задач по сравнению с неверными, то есть происходит атрибуция решения математического примера — прайма к целевой задаче; атрибуция зависит от ряда факторов, таких как сложность задачи и временная близость прайма и цели.

Ключевые слова: метакогнитивный сигнал, эмоциональное предвосхищение решения, неспецифичность метакогнитивного сигнала, прайминг.

Предыстория проблемы

Издревле известно, что нахождение новой идеи (в науке, искусстве, да и вообще в жизни) сопровождается мощным эмоциональным подъемом. А. Эйнштейн сравнивал возникающее состояние в момент открытия с наивысшими эмоциональными переживаниями — с религиозным экстазом и влюбленностью. Об этом писали творцы и предприниматели. В ситуации неопределенности при выборе решения из нескольких альтернатив люди, принимающие важные решения, часто говорят, что, пока не почувствуют, какое решение надо принять, не предпринимают никаких действий. Они ждут, когда «прозвонит звонок» (или используют иные метафоры), указывающий на нужное решение. В. В. Маяковский описывает творческую работу поэта: «Слова выворачиваются по несколько десятков раз, пока не почувствуешь, что слово стало на место. Это чувство и называется талантом» (Маяковский, 1959, с. 100). В. В. Набоков описывает состояние автора в момент предчувствия результата поэтического творчества: «...я верю восхитительным обещаниям еще не застывшего, еще вращающегося стиха, лицо мокро от слез, душа разрывается от счастья, и я знаю, что это счастье — лучшее, что есть на земле» (Набоков, 2002). Д. Канеман (D. Kahneman) с коллегами обобщает многочисленные наблюдения уже на все принимаемые решения: «Как вы понимаете, что приняли верное или хотя бы вполне допустимое решение? Мы полагаем, вы *почувствовали* внутренний сигнал о том, что суждение уже вынесено» (Канеман и др., 2021, с. 73).

Но с чего вдруг возникает это чувство, этот внутренний сигнал? Почему решение сложной научной или даже бытовой задачи вызывает эмоции?

Экспериментальные исследования еще сильнее обнажили проблему. О. К. Тихомиров в конце 1960-х гг. обнаружил, что в процессе решения шахматных задач испытуемые на несколько секунд раньше обнаружения решающего хода, еще не осознавая найденное решение, выдают выраженную эмоциональную реакцию, измеряемую через кожно-гальваническую реакцию (Тихомиров, 1969; Васильев и др., 1980). Этот эффект был назван эмоциональным предвосхищением решения. Однако игра в шахматы — процесс, требующий рационального расчета. Без него невозможно ни определить, что найдено решение шахматной задачи, ни даже предвосхитить это решение. Каким же образом с помощью эмоций (которые вряд ли могут считаться образцом рациональности) шахматисты еще до осознания самого решения способны догадаться, что найден верный путь к нему?

В работе Ё. Оха (Yu. Oh) и коллег испытуемые решали серию анаграмм (Oh et al., 2020). Во время решения происходила регистрация электроэнцефалографии. Согласно полученным результатам, в случае если испытуемые решали анаграммы

инсайтным способом (в сравнении с аналитическим), то до того, как был дан ответ, регистрировался всплеск активности гамма-диапазона. Авторы связали этот всплеск с эмоциональным сигналом ожидания вознаграждения вследствие неосознаваемого нахождения решения.

Рассуждает Я. А. Пономарев. Когда человек ставит себе задачу, у него появляется потребность ее решить. В сложной ситуации, когда решение не получается найти, оно может неосознанно проявиться в побочном продукте деятельности. Тогда сознание получает эмоциональный сигнал об удовлетворении потребности, и только после этого может прийти осознание самого решения. Пономарев несколько усложненно пишет об этом так: «Осознание факта решения происходит при этом совершенно неожиданно, оно возникает благодаря тому, что оказывается удовлетворенной потребность, достигшая к этому моменту большого напряжения. Вначале, следовательно, осознается не сам по себе побочный продукт, а осознаются факты удовлетворения потребности, а затем — факты решения задачи. И лишь в итоге осознания человеком факта удовлетворения его потребности результат неосознаваемой стороны только что описанного взаимодействия оказался сдвинутым на край области осознаваемого» (Пономарев, 1983, с. 3).

Д. В. Ушаков разрабатывает сигнальную модель инсайта. Согласно этой модели, ага-переживание (метакогнитивный сигнал, возникающий, как считается, преимущественно в инсайтных задачах) передает сознательной инстанции информацию о том, что найден и активирован элемент, который, возможно, является ключом к решению задачи (Валуева, Ушаков, 2015; Валуева, Ушаков, 2017).

В. М. Аллахвердов — один из авторов данной статьи — прямо вводит метакогнитивный сигнал «задача решена» (Аллахвердов, 2001; Аллахвердов, 2006; Аллахвердов, 2021). Человек, получив метакогнитивный сигнал «решение найдено» и осознав решение, может больше не тратить время на его осознанную перепроверку. Тогда такой сигнал может ускорить принятие решения. Аллахвердов полагает, что эмоциональная окраска этого метакогнитивного сигнала лежит в основе феномена осознанности. Также утверждается неспецифичность этого сигнала. Сигнал не сообщает, какая именно задача из многих одновременно неосознанно решаемых психикой задач решена, и потому сознание, получив этот сигнал, должно найти нужную задачу. Но это значит, что иногда решение одной задачи может быть принято сознанием за решение другой.

Неспецифичность метакогнитивных сигналов — косвенные подтверждения

Эта неспецифичность в той или иной мере проявлялась в разнообразных исследованиях. Известен, например, эффект знакомости — люди склонны отдавать эмоциональное предпочтение объектам, с которыми они раньше встречались. Речь не только о том, что знакомые произведения искусства, как правило, нравятся больше незнакомых. Даже предъявленные всего на 1 мс изображения (неправильные восьмиугольники, стулья и пр.) потом нравятся испытуемым больше, чем до этого не предъявленные (Kunst-Wilson, Zajonc, 1980; Thurgood, Whitfield, 2012). Л. Якоби (L. Jacoby) с соавторами предъявлял испытуемым список вымышленных имен. Через несколько дней испытуемым давали новый длинный список, где были написаны

имена известных людей вперемешку с вымышленными, и их просили отметить в нем всех знаменитостей. Испытуемые (даже если первый список выслушивали в состоянии анестезии) часто включали в перечень знаменитостей вымышленные имена, которые ранее им были предъявлены, и не включали до этого не предъявленных вымышленных имен (Jacoby et al., 1989). Иначе говоря, метакогнитивный сигнал сообщал, что узнает предъявленное имя, но этот сигнал трактуется иначе — как указание на имя известного человека. Д. Канеман обобщает: «Частое повторение — надежный способ заставить людей поверить неправде, потому что различить истину и ощущение чего-то знакомого нелегко. Авторитарные режимы и маркетологи давно об этом знают» (Канеман, 2013, с. 56).

Р. Ребер (R. Reber) и С. Тополински (S. Topolinski) провели исследования, доказывающие, что человек может формировать уверенность в найденном решении исходя из легкости и скорости, с которой ему удалось обработать информацию, — эффект беглости обработки (Topolinski, Reber, 2010). Р. Аккерман (R. Ackerman) и В. Томпсон (W. Thompson) в своей модели, посвященной роли метакогнитивного компонента в решении задач, подмечают, что скорость нахождения решения влияет на оценку правильности этого решения (Ackerman, Thompson, 2017). В терминах концепции Аллаhverдова задача «найти решение» заменяется задачей «найти решение быстро», а сигнал о быстром решении принимается за сигнал «решение найдено». В ряде последующих исследований было показано, что при решении анаграмм интенсивность ага-переживания возрастает в ситуации, когда анаграммы решались быстрее, чем ожидали или прогнозировали испытуемые (Dubey et al., 2021; Ammalainen, Moroshkina, 2023).

Перенос атрибуции сигнала о решении одной задачи на другую задачу, возможно, обнаружили Р. Лаукконен (R. Laukkonen) и его коллеги. Они предъявляли испытуемым утверждения, на которые испытуемому необходимо было ответить «да» или «нет». Утверждения были написаны так, что смысл утверждения можно было понять, только когда предъявляется последнее слово (например, «Общество все равно можно считать полноценным без...»). Последнее же слово предъявлялось отдельно либо в обычном виде («равенства»), либо в виде анаграммы («ааентвсвр»). Они обнаружили, что в случае, если слово предъявлено в виде решенной анаграммы, человек более склонен давать ответ «да» на утверждение (Laukkonen et al., 2022). Можно предположить, что сигнал о решении анаграммы был неверно атрибутирован к задаче определения правильности высказывания. Исследования Лаукконена с соавторами говорят также о том, что для атрибуции необходимо, чтобы две задачи решались примерно в один момент времени.

Е. М. Лаптева предъявляла испытуемым на экране компьютера анаграммы. Параллельно с процессом решения анаграмм испытуемым через наушники зачитывались тексты, на которые они не должны были обращать внимания. Для экспериментальной группы сюжеты текстов были подобраны так, что на 15-й секунде звучания, если анаграмма еще не была решена, один из героев «рассказа» издавал эмоциональный возглас наподобие ага-реакции: «А! Ясно!» или «О! Понял!» и т. п. Сравнение результатов экспериментальной и контрольной групп показало, что подсказка уже через несколько секунд приводит к более частому решению анаграмм (Лаптева, 2012). Даже сигнал о решении задачи другим человеком может способствовать ускорению принятия решения.

Прямые подтверждения неспецифичности метакогнитивного сигнала «задача решена».

Постановка задачи исследования

О. В. Науменко непосредственно проверяла гипотезу Аллахвердова о возможности влияния решения одной задачи на решение другой. В ее исследовании испытуемым подпорогово предъявлялся прайм (арифметический пример с указанным ответом, например « $8 \times 6 = 54$ »), после чего предъявлялась целевая задача (определить правильность другого арифметического примера с указанным ответом, например « $9 \times 4 = 47$ »). В качестве целевых задач могли быть примеры с умножением однозначных чисел либо примеры с умножением трехзначных цифр (например, « $968 \times 284 = 274912$ »).

Согласно результатам этого исследования, ответы после подпороговых праймов с правильным решением (например, « $6 \times 9 = 54$ ») даются быстрее, чем ответы после праймов с неверным решением (например, « $6 \times 9 = 64$ »). Кроме того, когда и в прайме, и в целевой задаче были верные равенства, время ответа было самым низким, а в ситуации, когда в прайме и в целевой задаче были неверные равенства, — самым высоким (Науменко, 2010).

Д. И. Костина дважды проверяла получившиеся результаты, модифицировав экспериментальную процедуру (Аллахвердов, Костина, 2017; Костина, Аллахвердов, 2018; Костина, 2019).

В первом нашем исследовании участникам предлагалось решать арифметические задачи: в каждой пробе задача на сложение двухзначных чисел (например, « $19 + 13$ »). Каждому предъявлению предшествовал прайм — математический пример на сложение однозначных цифр (например, « $2 + 3 = 5$ ») либо нейтральный прайм (строка «XXXXX»). Были получены результаты, согласно которым задачи, время решения которых было меньше, чем медианы по всем наблюдениям, решались быстрее с верным равенством в прайме (например, « $2 + 3 = 5$ »), чем с нейтральным текстом «XXXXX» (Аллахвердов, Костина, 2017; Костина, Аллахвердов, 2018).

Второе исследование Д. И. Костиной было посвящено решению анаграмм. В этом исследовании анаграммы использовались в роли целевой задачи. Каждая анаграмма предъявлялась дважды. В первый раз анаграмма предъявлялась на 1 с, после чего шел неосознаваемый прайм с арифметической задачей или нейтральный стимул. После прайма задача предъявлялась повторно без ограничения на время решения. В качестве праймов были использованы арифметические задачи с однозначными числами. Единственное отличие в праймах заключается в том, что, если в прошлом исследовании праймами были только задачи на сложение, в этот раз к ним добавились задачи на вычитание. В данном исследовании были получены аналогичные результаты: в условии с правильным праймом анаграммы решались быстрее, чем в условии с нейтральным праймом (Костина, 2019).

С одной стороны, результаты свидетельствуют в пользу высказанной идеи, с другой — носят контринтуитивный характер, поскольку:

- для ускорения решения арифметической задачи добавляется еще одна арифметическая задача, никак не связанная с первой, что идет вразрез с распространенными концепциями замедления при наличии дополнительной задачи, что объясняется якобы существующей ограниченностью ресурсов (Wickens, 2020);

- исходя из результатов, человек может неосознанно решать арифметические примеры, предъявленные на период до 60 мс, что само по себе является серьезным объектом дискуссии в контексте проблемы бессознательной обработки информации (Moors, Hesselmann, 2018);

- как правило, прайминг-эффект зависит от того, как друг с другом связаны прайм и цель (время ответа конгруэнтных прайма и цели меньше, чем неконгруэнтных (Van den Bussche et al., 2009)), в нашем исследовании прайминг-эффект возникает в результате неосознанного решения арифметической задачи прайма, которое влияет на время ответа в другой целевой задаче.

Также описанные исследования имеют свои ограничения. В исследованиях Д.И. Костиной следует отметить, что разделение проб *post hoc* по времени реакции на быстрые и медленные не было заранее спланировано. Это может указывать на возможность искажения статистических результатов. Исследование О.В. Науменко имеет недостаточную статистическую мощность из-за малого числа участников в каждой группе, что также ограничивает достоверность полученных результатов. В связи с этим полученные эффекты нуждаются в проверке.

Таким образом, целью данного исследования является экспериментальная проверка идеи о существовании сигнала о неосознанном решении задачи и возможности переноса атрибуции этого сигнала на другую задачу.

Эксперимент 1

(Репликация эксперимента О. В. Науменко с однозначными числами)

Методы. Данный эксперимент являлся прямой репликацией эксперимента О.В. Науменко (Науменко, 2010).

Описание выборки. В исследовании приняло участие 59 испытуемых, среди которых 10 мужчин. Возраст участников варьировался от 18 до 34 лет ($M = 22$; $SD = 3,3$). Все участники обладали нормальным или скорректированным до нормального зрением. Два человека были исключены из выборки, так как они сообщили о том, что распознавали праймы, что не соответствовало критериям исследования, нацеленным на изучение неосознаваемого прайминга. Часть участников были собраны в дистанционном формате (24 человека), а остальные принимали участие в очной форме.

Для определения размера выборки был выполнен анализ мощности с использованием программы GPower. Параметры для анализа были использованы в соответствии с результатами исследования Науменко (Науменко, 2010). Минимальный размер выборки рассчитывался для RMANOVA (размер эффекта — 0,16, мощность 0,8) и составил 55 человек.

Стимульный материал. На каждого участника приходилось 62 пробы (из них 2 тестовые). В качестве стимулов использовались математические примеры (равенства, состоящие из умножения однозначных чисел (например, « $3 \times 4 = 13$ »)).

Из изначального анализа были удалены тренировочные пробы, а также пробы, в которых у целевых математических примеров оба множителя были одинаковы (например, « $6 \times 6 = 36$ »). Это связано с тем, что решение таких задач часто является более автоматичным и быстрым по сравнению с решением примеров, множители

которых различны, и не позволяет нам оценить атрибуцию метакогнитивного сигнала о решении задачи на поведенческом уровне.

После предварительной очистки данных осталось по 51 пробе на человека. Всего для анализа использовалось 2907 проб.

Оборудование. Для очного этапа был использован монитор с частотой обновления экрана 60 Гц. На дистанционном этапе были отобраны участники, подтвердившие, что их персональные мониторы работают на соответствующей частоте. Таким образом прайминг предъявлялся всем испытуемым сходным образом.

Процедура. Все стимулы подавались в центр экрана. В начале каждой пробной серии испытуемому демонстрировался фиксационный крест, который предъявлялся на экране в течение 600 мс. После этого на экране появлялось равенство-прайм (например, « $4 \times 6 = 28$ »), отображающееся в течение 60 мс. Равенства могли быть как верные, так и неверные. После прайма на экране выводилась маска в виде последовательности символов «XXXXX» на 250 мс. В конце пробного задания предъявлялось равенство целевой задачи (например, « $7 \times 6 = 42$ »). Целевая задача предъявлялась до тех пор, пока испытуемый не даст ответ, является ли предъявленное равенство верным или неверным.

В тестовой части было две пробы (одна из которых была с правильным, а другая — с неправильным равенством в целевой задаче).

После завершения основной серии испытаний участники давали самоотчет об обнаружении стимулов-праймов во время исследования. Данный метод оценки осознанности праймов подвержен искажениям, связанным с его субъективным характером, и может приводить к снижению размера эффекта на уровне статистического анализа (van den Bussche et al., 2009). Однако нами было принято решение о полном соответствии репликации оригинальному исследованию, где был непосредственно использован вышеописанный метод.

Результаты. Перед началом исследования для расчета выборки был проведен анализ мощности.

Данные были усреднены по четырем условиям для каждого человека. На усредненных данных был выполнен RMANOVA ($F(3, 168) = 27,65, p < 0,001, \text{partial } \eta^2 = 0,05, \text{Cohen's } d = 0,25$), который показал, что существуют значимые различия хотя бы в двух условиях. Условия и среднее время реакции по ним представлены в табл. 1.

Таблица 1. Среднее время реакции в условиях правильности прайма и правильности целевой задачи

Правильность равенства в прайме	Правильность равенства в целевой задаче	Среднее время реакции в мс	Стандартное отклонение в мс
Правильное	Правильное	1946	953
Неправильное	Правильное	2101	1255
Правильное	Неправильное	2356	1225
Неправильное	Неправильное	2801	1481

Последующие попарные сравнения времени реакции с помощью критерия Вилкоксона демонстрируют значимые различия между обозначенными выше средними значениями на уровне $p < 0,001$. При использовании поправки Холма на множественные сравнения ($N = 10$) в случае сравнения условий «верное равенство в прайме» и «верное равенство в целевой задаче» и «неверное равенство в прайме» и «верное равенство в целевой задаче» p повышается выше критического уровня 0,05 — до 0,13. В остальных случаях уровень значимости остается на уровне $p < 0,001$ для всех сравнений.

В данном дизайне одним и тем же праймам всегда соответствовали одни и те же цели. Эта особенность может быть угрозой для интерпретации результатов.

В связи с этим был сделан дополнительный анализ с использованием смешанных линейных моделей. Для смешанных моделей использовались данные по всем пробам без усреднения по условиям. В качестве фиксированного предиктора выступал предиктор взаимодействия типа прайма и типа цели. В качестве случайных предикторов были взяты предиктор испытуемого, а также предиктор целевой задачи. Таким образом из общей дисперсии были исключены факторы, связанные с конкретными равенствами и индивидуальными различиями испытуемых.

Поскольку половина испытуемых была собрана в дистанционном формате, в модель был добавлен случайный предиктор «формат прохождения эксперимента».

Модель можно описать следующим образом: время реакции $\sim$ тип прайма: тип цели + (1 | испытуемый) + (1 | целевая задача) + (1 | формат прохождения).

Параметры смешанной модели представлены в табл. 2.

Таблица 2. Описательные статистики по смешанной линейной модели в эксперименте 1

Предиктор	Значение коэффициента	p
Интерцепт — прайм (неправильное): цель (неправильное)	2740,50	0,004
Прайм (правильное): цель (правильное)	-791,76	0,0007
Прайм (неправильное): цель (правильное)	-614,02	0,008
Прайм (правильное): цель (неправильное)	-390,12	0,08

Получившаяся модель значимо отличается от нулевой модели, имеющей в качестве предиктора исключительно интерсепт, на уровне $p < 0,001$.

Включение предиктора в модель показало, что имеющаяся закономерность сохраняется. Из этого следует, что формат прохождения эксперимента и отсутствие балансировки не сказывается на обнаруженной закономерности.

Обсуждение результатов. Полученные результаты говорят об успешном воспроизведении эффекта. Когда предъявляется прайм с правильным решением, это ускоряет решение целевой задачи. Комбинация условий «правильный прайм» и «правильная цель» демонстрируют наименьшее время реакции, однако это значимо не отличается от комбинации условий «неправильный прайм» и «правильная цель». Данное обстоятельство может быть связано с тем, что эффект, связанный с правильностью или неправильностью целевой задачи, гораздо сильнее, чем

имеющийся прайминг-эффект. Хотя отсутствие балансировки позволяет выявить имеющуюся закономерность (несмотря на учет этого фактора в смешанных моделях), это все-таки добавляет дисперсию в данные. Тем не менее можно констатировать, что прайминг-эффект, вызванный комбинациями условий правильности или неправильности задач-праймов, был достигнут.

Эксперимент 2 (сложение двузначных чисел)

Методы. В данном эксперименте в качестве целевой задачи использовались примеры на сложение двузначных чисел. В качестве праймов выступали задачи на сложение однозначных чисел.

Описание выборки. В исследовании приняло участие 48 человек, из которых 12 были мужчинами. Возраст участников варьировался от 18 до 43 лет ($M = 23,8$; $SD = 6,46$). Все участники обладали нормальным или скорректированным до нормального зрением. Из изначальной выборки 51 человек было удалено 3 человека, распознавших праймы.

Стимульный материал. Каждый участник выполнял 88 проб, среди которых 10 были тестовыми.

В качестве целевой задачи использовались математические примеры (равенства) на сложение двузначных чисел, которые не требуют выполнения операций с переносом десятка для нахождения решения (например, « $23 + 54$ »). Это ограничение на стимульный материал позволяет снизить дисперсию, связанную со сложностью задачи. В качестве праймов использовались примеры на сложение однозначных чисел (например, « $2 + 3 = 5$ »).

После предварительной очистки данных всего для анализа осталось 3547 проб (из 3761 изначальных). Для дополнительного анализа было взято 1880 проб, обозначенных в анализе как быстрые (время реакции в которых было меньше медианы).

Оборудование. Испытуемые проходили эксперимент в дистанционном формате на персональных компьютерах.

Процедура. В эксперименте использовалась тренировочная серия из 10 арифметических примеров для определения медианного времени реакции испытуемого, что позволяло индивидуально подстраивать интервалы между праймом и целевой задачей (от 1 до 1000 мс). Предполагалось, что индивидуальная вариабельность интервала между праймом и целевой задачей поможет приблизить сигнал о решении задачи прайма к решению целевой задачи и тем самым увеличить эффект.

Структура каждой пробы из основной части включала:

- 1) фиксирующий крест (100 мс);
- 2) пустой экран (100 мс);
- 3) прайм без ответа, например « $2 + 3$ » (17 мс);
- 4) маску (500 мс);
- 5) пустой экран (100 мс);
- 6) целевую задачу, например « $23 + 34$ » (400 мс);
- 7) пустой экран (1–1000 мс);
- 8) прайм с решением, например « $2 + 3 = 5$ » (17 мс);
- 9) маску (60 мс);
- 10) целевую задачу (7 секунд или до ответа).

Для того чтобы ответить на целевую задачу, испытуемым было необходимо вписать число-ответ в текстовое поле и нажать клавишу «Enter» на клавиатуре.

После основной серии испытуемые проходили модифицированную процедуру эксперимента, в которой им необходимо было обнаруживать праймы. В случае если процент обнаружения праймов испытуемым превышал 50 %, он исключался из анализа.

Результаты. При анализе RMANOVA ($F(2, 100) = 0,27, p = 0,7, \text{partial } \eta^2 = 0,0003$) не было обнаружено значимых различий. Средние значения и стандартные отклонения представлены в табл. 3.

Таблица 3. Среднее время реакции и стандартное отклонение в условии типа прайма (по всем пробам)

Тип прайма	Среднее время реакции в мс	Стандартное отклонение в мс
Правильные праймы	2593	585
Неправильные праймы	2585	614
Нейтральные праймы	2610	535

Однако после разделения на быстрые (время реакции меньше медианы 2,4 с) и медленные (время реакции больше медианы 2,4 с) пробы удалось выявить значимые различия в ситуациях с различным видом праймов для быстрых проб. Согласно критерию Моучли ($p = 0,08$), использование RMANOVA правомерно. Согласно RMANOVA, в свою очередь, скорость ответов у хотя бы двух видов праймов различается между собой ($F(2, 94) = 3,84, p = 0,02, \text{partial } \eta^2 = 0,02, \text{Cohen's } d = 0,15$).

Средние показатели времени реакции и стандартные отклонения по быстрым пробам указаны в табл. 4.

Таблица 4. Среднее время реакции и стандартное отклонение в условии тип прайма (по быстрым пробам)

Тип прайма	Среднее время реакции в мс	Стандартное отклонение в мс
Правильные праймы	1828	186
Неправильные праймы	1797	171
Нейтральные праймы	1857	148

Post-hoc-анализ показал, что скорость ответа при праймах с неправильным решением (например, « $2 + 3 = 6$ ») значимо отличается от скорости ответа при нейтральных праймах без ответа (например, « $2 + 3$ ») на уровне значимости $p = 0,02$. Скорость ответа при праймах с правильным решением (например, « $2 + 3 = 5$ ») также значимо отличается от скорости ответа при праймах без ответа на уровне $p = 0,025$. Однако пробы с праймами с правильным ответом и пробы с праймами с неправильными ответом между собой значимо не различались, что требует дополнительного исследования.

Смешанные линейные модели показывают в случае быстрых проб значимую взаимосвязь. Были обнаружены значимые различия ($p < 0,001$) между описанной ниже моделью и нулевой моделью. С параметрами AIC 27438,4, BIC 27471.6 и нулевой моделью с параметрами AIC 27452, BIC 27474.

Время реакции ~ тип прайма + номер пробы + (1 | индивидуальные особенности испытуемых) + (1 | особенности задачи).

Параметры смешанной модели представлены в табл. 5.

Таблица 5. Описательные статистики по смешанной линейной модели в эксперименте 1

Предиктор	Значение коэффициента	p
Интерцепт — прайм (правильное)	2041,24	0,0001
Прайм (неправильное)	-14,17	0,46
Прайм (без ответа)	38,67	0,043
Номер пробы	-3,45	0,0004

Для медленных проб с помощью RMANOVA ($F(2,84) = 1,40$, $p = 0,25$, partial $\eta^2 = 0,006$) значимых различий обнаружено не было.

Обсуждение результатов. Статистическая значимость предиктора «номер проб» говорит о том, что присутствует эффект научения. Чем больше испытуемый решал примеров, тем быстрее он это делал. В связи с тем, что тип прайма является значимым предиктором только на пробах, где время реакции было меньше медианы (2438 мс), можно предположить, что эффект работает только в ситуации, когда решение задачи близко по времени предъявлению прайма. Также, поскольку испытуемым приходилось вводить ответ вручную, это создавало дополнительную дисперсию, которая могла существенно ослабить эффект.

Общее обсуждение результатов и выводы. В результате проведенных исследований, когда простые задачи близки по времени решения, удалось обнаружить, что сигналы о правильности решения задачи-прайма могут атрибутироваться к целевой задаче. При усложнении задачи выигрыш в виде снижения времени решения может исчезать. Временная близость прайма и цели, другими словами, их попадание в одно временное окно (Костина и др., 2022), необходима для переноса атрибуции сигнала с одной задачи на другую. В случае когда испытуемые решают задачи на умножение в среднем за 2,5 с или когда испытуемые решают задачи на сложение в рамках 2 с, по всей видимости, прайм и еще неосознанное решение целевой задачи чаще попадают в одно и то же временное окно. Тогда сознание не перепроверяет найденное решение, что приводит к сокращению времени решения. Сложная задача требует больше времени для проверки, соответственно, когда задача-прайм уже решена, сложная целевая задача может еще только находиться в процессе решения, и перенос атрибуции сигнала не произойдет.

Таким образом, можно сделать вывод, что перенос атрибуции метакогнитивного сигнала о неосознаваемом решении одной задачи на другую возможна, но зависит от сложности целевой задачи и временной близости между праймом и целевой задачей. Сам метакогнитивный сигнал может быть разной интенсивности и может появиться в рамках решения любой поставленной (как сознательно,

так и бессознательно) задачи. А если он сообщает о решении творческой задачи, которое творец долгое время безуспешно искал, то может достичь такой силы, что будет переживаться как религиозный экстаз или как невыразимое счастье.

Литература

- Аллахвердов В. М. Осознание как открытие // Психология творчества: школа Я. А. Пономарева / ред.-сост. Д. В. Ушаков. М.: Ин-т психологии РАН, 2006. С. 352–375.
- Аллахвердов В. М. Психология искусства. Эссе о тайне эмоционального воздействия художественных произведений. СПб.: ДНК, 2001.
- Аллахвердов В. М. Таинственная прелесть сознания // Аллахвердов В. М. Собр. соч. Т. 7. М.: Владимир Даль, 2021. С. 364–370.
- Аллахвердов В. М., Костина Д. И. Меняется ли направленность прайминга, если вместе с праймом предъявлять верный или ошибочный ответ на другую задачу? // Психология XXI века: системный подход и междисциплинарные исследования: сб. науч. тр. участников междунар. науч. конф. молодых ученых / под ред. О. В. Заширинской, А. В. Шаболтас. Т. 2. СПб.: Скифия-Принт, 2017. С. 67–72.
- Валуева Е. А., Ушаков Д. В. Инсайт и инкубация в мышлении: роль процессов осознания // Сибирский психологический журнал. 2017. № 63. С. 19–35.
- Валуева Е. А., Ушаков Д. В. Сигнальная модель инсайта: от исторических предпосылок к эмпирическим предсказаниям // Современные исследования интеллекта и творчества. М.: Ин-т психологии РАН, 2015. С. 15–47.
- Васильев И. А., Поплужный В. Л., Тихомиров О. К. Эмоции и мышление. М., 1980.
- Канеман Д. Думай медленно... Решай быстро. М.: АСТ, 2013.
- Канеман Д., Сибони О., Санстейн К. Шум. Несовершенство человеческих суждений. М.: Litres, 2021.
- Костина Д. И. Влияние арифметических праймов на решение простых анаграмм // Осознаваемая и неосознаваемая переработка информации: материалы Всерос. науч. конф. Ярославль, 2019. С. 83–89.
- Костина Д. И., Аллахвердов В. М. Неспецифический арифметический прайминг-эффект // Психология XXI века: психология как наука, искусство и призвание. СПб., 2018. С. 111–117.
- Костина Д. И., Филиппова М. Г., Аллахвердов М. В., Аллахвердов В. М. Осознанное восприятие: дискретность vs непрерывность // Российский психологический журнал. 2022. № 19 (4). С. 23–46.
- Лантвева Е. М. Феномен подсказки в решении задач: когнитивный и эмоциональный аспекты: автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 2012.
- Маяковский В. В. Как делать стихи? // Маяковский В. В. Полное собрание сочинений: в 13 т. Т. 12. Статьи, заметки и выступления: (Ноябрь 1917–1930). М.: Худ. лит., 1959. С. 100.
- Набоков В. Тяжелый дым // Набоков В. Собр. соч. русского периода: в 5 т. СПб.: Симпозиум, 2002. Т. 4. С. 552–557.
- Науменко О. В. Проявление когнитивного бессознательного при решении вычислительных задач: автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб., 2010.
- Пономарев Я. А. Фазы творческого процесса (вместо введения) // Исследование проблем психологии творчества. М.: Наука, 1983. С. 3–26.
- Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека: опыт теоретического и экспериментального исследования. М.: Изд-во МГУ, 1969.
- Ackerman R., Thompson V. A. Meta-reasoning: Monitoring and control of thinking and reasoning // Trends in cognitive sciences. 2017. Vol. 21, no. 8. P. 607–617.
- Ammalainen A., Moroshkina N. A sudden increase in perceptual fluency enhances the probability of an Aha!-like comprehension in remote associate test problems. 2023. URL: <https://osf.io/preprints/psyarxiv/ajq5y> (дата обращения: 15.11.2024).
- Dubey R., Ho M. K., Mehta H., Griffiths T. Aha! moments correspond to metacognitive prediction errors. 2021. URL: <https://osf.io/preprints/psyarxiv/c5v42> (дата обращения: 15.11.2024).
- Jacoby L. L., Woloshyn V., Kelley C. Becoming famous without being recognized: Unconscious influences of memory produced by dividing attention // Journal of experimental psychology: General. 1989. Vol. 118, no. 2. P. 115.

- Kunst-Wilson W.R., Zajonc R.B. Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized // *Science*. 1980. Vol. 207, no. 4430. P. 557–558.
- Laukkonen R., Kaveladze B., Protzko J., Tangen J.M., von Hippel B., Schooler J. Irrelevant insights make worldviews ring true // *Scientific Reports*. 2022. No. 12. P. 2075. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05923-3>
- Moors P., Hesselmann G. A critical reexamination of doing arithmetic nonconsciously // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2018. Vol. 25. P. 472–481. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4888391.v2>
- Oh Yu., Chesebrough C., Erickson B., Zhang F., Kounios J. An insight-related neural reward signal // *NeuroImage*. 2020. Vol. 214. P. 116757. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116757>
- Thurgood C., Whitfield T.W. A. The mere exposure effect with real world objects: Exposure duration and prototypicality. 2012. URL: https://figshare.swinburne.edu.au/articles/conference_contribution/The_mere_exposure_effect_with_real_world_objects_Exposure_duration_and_prototypicality/26280148?file=47643958 (дата обращения: 15.11.2024).
- Topolinski S., Reber R. Gaining insight into the “Aha” experience // *Current Directions in Psychological Science*. 2010. Vol. 19, no. 6. P. 402–405.
- Van den Bussche E., van den Noortgate W., Reynvoet B. Mechanisms of masked priming: a meta-analysis // *Psychological Bulletin*. 2009. Vol. 135, no. 3. P. 452. <https://doi.org/10.1037/a0015329>
- Wickens C.D. *Processing resources and attention. Multiple task performance*. Boca Raton: CRC Press, 2020.

Статья поступила в редакцию 14 сентября 2024 г.;
рекомендована к печати 18 ноября 2024 г.

Контактная информация:

Аллахвердов Виктор Михайлович — д-р психол. наук, проф.;

<https://orcid.org/0000-0002-6753-0300>, vimiall@gmail.com

Андрюнин Константин Маратович — аспирант; andryunin.kostya@gmail.com

Attribution of a metacognitive signal about an unconscious problem solution*

V. M. Allahverdov^a, K. M. Andryunin

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences,
9, ul. Akademika Pavlova, St. Petersburg, 197376, Russian Federation

For citation: Allahverdov V. M., Andryunin K. M. Attribution of a metacognitive signal about an unconscious problem solution. *Vestnik of Saint Petersburg University. Psychology*, 2025, vol. 15, issue 1, pp. 66–80. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2025.104> (In Russian)

Why can finding a new idea be accompanied by a powerful emotional shift? How can emotions anticipate the solution of purely rational tasks? The article attempts to consider various approaches to answering these questions. The article verifies V.M. Allahverdov’s hypothesis that an emotionally colored metacognitive signal informs consciousness that the task being solved by consciousness has already been unconsciously solved but does not tell which task has been solved. This can lead to the fact that the message about the unconscious solution of one task can be mistaken by consciousness for the message about the solution of another task. Various experiments indirectly confirming this possibility are described, as well as the results of O. V. Naumenko and D. I. Kostina’s studies, directly aimed at confirming the hypothesis put forward. Since, however, these results are counterintuitive in nature and also have insufficient

* The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation “Patterns of systemic organization of mechanisms of brain support of higher mental functions of a person using data from quantitative EEG and functional MRI”, no. 122041500046-5; <https://gisnauka.ru/nioktr/detail/RKMJ4L9RUW272BSLPMKK4OV4>.

^a Author for correspondence.

statistical power, we replicated the experiments of Naumenko and Kostina. The purpose of this study is to check experimentally the hypothesis of the existence of a metacognitive signal about an unconscious solution to a problem and the possibility of transferring the attribution of this signal to another task. Two experimental studies were conducted in which the subjects were asked to solve mathematical problems — multiplication of single digits and addition of two digits. The research used the priming paradigm: equations were used as primes; however, they were in no way related to the target task. 59 subjects participated in the first study, and 48 participated in the second. During the study, it was revealed: correct prime equations accelerate the solution of target tasks, compared with the incorrect ones, i. e. attribution of the solution of the prime equation to the target problem occurs; attribution depends on a number of factors, such as the complexity of the task and the temporal proximity of the prime and the goal.

Keywords: metacognitive signal, emotional anticipation of the decision, the non-specificity of the metacognitive signal, priming.

References

- Ackerman, R., Thompson, V. A. (2017). Meta-reasoning: Monitoring and control of thinking and reasoning. *Trends in cognitive sciences*, 21, 8, 607–617.
- Allahverdiv, V.M. (2006). Awareness as a discovery. In: *Psychology of creativity: school of Ya. A. Ponomarev* (pp. 352–375). Moscow, Institut psikhologii RAN Press. (In Russian)
- Allahverdiv, V.M. (2001). *Psychology of art. An essay about the mystery of the emotional impact of works of art*. St. Petersburg, DNK Publ. (In Russian)
- Allahverdiv, V.M. (2021). *The mysterious beauty of consciousness*. In: *Sobranie sochinenii*, vol. 7 (pp. 364–370). Moscow, Vladimir Dal' Publ. (In Russian)
- Allahverdiv, V.M., Kostina, D.I. (2017). Does the direction of priming change if, along with the prime, a correct or false answer to another task is presented? In: *Psikhologiya XXI veka: sistemnyi podkhod i mezhdisciplinarnye issledovaniia: Sbornik nauchnykh trudov uchastnikov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh*, vol. 2 (pp. 67–72). St. Petersburg, Skifia-Print Publ., 2017. (In Russian)
- Ammalainen, A., Moroshkina, N. (2023). *A sudden increase in perceptual fluency enhances the probability of an Aha!-like comprehension in remote associate test problems*. Available at: <https://osf.io/preprints/psyarxiv/aqj5y> (accessed: 15.11.2024).
- Dubey, R., Ho, M. K., Mehta, H., Griffiths, T. (2021). *Aha! moments correspond to metacognitive prediction errors*. Available at: <https://osf.io/preprints/psyarxiv/c5v42> (accessed: 15.11.2024).
- Jacoby, L. L., Woloshyn, V., Kelley, C. (1989). Becoming famous without being recognized: Unconscious influences of memory produced by dividing attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 2, 115.
- Kaneman, D. (2013). *Thinking, Fast and Slow*. Moscow, AST Publ. (In Russian)
- Kaneman, D., Siboni, O., Sanstejn, K. (2021). *Noise. Imperfections of human judgment*. Moscow, Litres Publ. (In Russian)
- Kostina, D.I. The influence of arithmetic primes on the solution of simple anagrams. In: *Conscious and unconscious processing of information: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference* (pp. 83–89). Yaroslavl. (In Russian)
- Kostina, D.I., Allahverdiv, V.M. (2018). Non-specific arithmetical priming effect. In: *Psychology of the 21st century: psychology as a science, art and vocation* (pp. 111–117). St. Petersburg. (In Russian)
- Kostina, D.I., Filippova, M. G., Allahverdiv, M. V., Allahverdiv, V.M. (2022). *Conscious perception: discreteness vs continuity*, 19 (4), 23–46. (In Russian)
- Kunst-Wilson, W. R., Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, 207, 4430, 557–558.
- Lapteva, E. M. (2012). *The phenomenon of hints in problem solving: cognitive and emotional aspects*: PhD dissertation (Psychology). Moscow. (In Russian)
- Laukkonen, R., Kaveladze, B., Protzko, J., Tangen, J. M., von Hippel, B., Schooler, J. (2022). Irrelevant insights make worldviews ring true. *Scientific Reports*, 12, 2075. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05923-3>

- Mayakovskij, V. V. (1959). How to make poetry? In: *Polnoe sobranie sochinenii*: in 13 vols., vol. 12. *Stat'i, zametki i vystupleniia*: (Noiabr' 1917–1930) (p. 100). (In Russian)
- Moors, P., Hesselmann, G. (2018). A critical reexamination of doing arithmetic nonconsciously. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25, 472–481. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4888391.v2>
- Nabokov, V. (2002). Heavy smoke. In: *Sobranie sochinenii russkogo perioda*: in 5 vols., vol. 4 (pp. 552–557). St. Petersburg, Simpozium Publ. (In Russian)
- Naumenko, O. V. (2010). *Manifestation of the cognitive unconscious when solving computational problems*: PhD dissertation (Psychology). St. Petersburg. (In Russian)
- Oh, Yu., Chesebrough, C., Erickson, B., Zhang, F., Kounios, J. (2020). An insight-related neural reward signal. *NeuroImage*, 214, 116757. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116757>
- Ponomarev, Ya. A. (1983). Phases of the creative process (instead of introduction). In: *Issledovanie problem psikhologii tvorchestva* (pp. 3–26). Moscow, Nauka Publ. (In Russian)
- Tihomirov, O. K. (1969). *The structure of human mental activity the experience of theoretical and experimental research*. Moscow, Moscow University Press. (In Russian)
- Thurgood, C., Whitfield T. W. A. (2011). *The mere exposure effect with real world objects: Exposure duration and prototypicality*. Available at: figshare.swinburne.edu.au/articles/conference_contribution/The_mere_exposure_effect_with_real_world_objects_Exposure_duration_and_prototypicality/26280148?file=47643958 (accessed: 15.11.2024).
- Topolinski, S., Reber, R. (2010). Gaining insight into the “Aha” experience. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 6, 402–405.
- Valueva, E. A., Ushakov, D. V. (2015). Signaling model of insight: From historical background to empirical predictions. In: *Sovremennye issledovaniia intellekta i tvorchestva* (pp. 15–47). Moscow, Institut psikhologii RAN Press. (In Russian)
- Valueva, E. A., Ushakov, D. V. (2017). Insight and incubation in thinking: The role of awareness processes. *Siberian psychological journal*, 63, 19–35. (In Russian)
- Van den Bussche, E., van den Noortgate, W., Reynvoet, B. (2009). Mechanisms of masked priming: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 135, 3, 452. <https://doi.org/10.1037/a0015329>
- Vasil'ev, I. A., Popluzhnyj, V. L., Tihomirov, O. K. (1980). *Emotions and thinking*. Moscow, Moscow University Press. (In Russian)
- Wickens, C. D. (2020). *Processing resources and attention. Multiple task performance*. Boca Raton, CRC Press.

Received: September 14, 2024
Accepted: November 18, 2024

Authors' information:

Victor M. Allahverdov — Dr. Sci. in Psychology, Professor; <https://orcid.org/0000-0002-6753-0300>, vimiall@gmail.com
Konstantin M. Andryunin — Postgraduate Student; andryunin.kostya@gmail.com