



# КАК СВЯЗАНЫ РАБОЧАЯ ПАМЯТЬ И ИЗМЕНЕНИЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ: СПЕЦИФИЧЕСКИЙ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНСАЙТУ

**САВИНОВА А.Д.**

*Ярославский государственный университет (ФГБОУ ВО ЯрГУ),*

*г. Ярославль, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0593-2408>, e-mail: [anuta1334@yandex.ru](mailto:anuta1334@yandex.ru)*

**КОРОВКИН С.Ю.**

*Ярославский государственный университет (ФГБОУ ВО ЯрГУ),*

*г. Ярославль, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7890-4366>, e-mail: [korovkin\\_su@list.ru](mailto:korovkin_su@list.ru)*

Для современной психологии мышления характерен спор о том, является ли природа инсайтного решения чем-то отличным от стандартных мыслительных процессов или представляет собой что-то неспецифическое. Поскольку основным ресурсом для реализации стандартных мыслительных процессов является рабочая память, то этот спор может быть представлен как спор о том, нужна ли рабочая память для инсайтного решения. Большая роль рабочей памяти используется как аргумент в поддержку неспецифического подхода, а меньшая роль рабочей памяти — в поддержку специфического подхода. Данная статья направлена на то, чтобы продемонстрировать, что в основе инсайтного решения лежит специфический процесс изменения репрезентации, который требует ресурсов рабочей памяти. Для этого был проведен эксперимент, в котором испытуемым были даны три группы творческих заданий: задание на продуцирование гипотез, инсайтные задачи с простым изменением репрезентации и инсайтные задачи со сложным изменением репрезентации. Испытуемые одновременно выполняли второстепенное задание-зонд, с помощью которого измерялась нагрузка рабочей памяти. Результаты исследования показали, что инсайтные задачи, требующие изменения репрезентации, более требовательны к ресурсу рабочей памяти по сравнению с продуцированием гипотез. Более того, нагрузка рабочей памяти повышается ближе к нахождению итогового ответа задачи. Полученные результаты показывают несостоятельность использования аргумента меньшей важности рабочей памяти в пользу специфического подхода к инсайту, а также выявляют необходимость реконцептуализации связи рабочей памяти и инсайтного решения.

**Ключевые слова:** инсайт, инсайтная задача, рабочая память, изменение репрезентации, специфический подход, неспецифический подход.

---

**Финансирование.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00358, <https://rscf.ru/project/22-18-00358/>.

**Для цитаты:** Савинова А.Д., Коровкин С.Ю. Как связаны рабочая память и изменение репрезентации: специфический и неспецифический подход к инсайту // Экспериментальная психология. 2023. Том 16. № 4. С. 36—56. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160403>



# HOW ARE WORKING MEMORY AND REPRESENTATIONAL CHANGE RELATED: SPECIFIC AND NON-SPECIFIC APPROACH TO INSIGHT

**ANNA D. SAVINOVA**

*Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0593-2408>, e-mail: [anuta1334@yandex.ru](mailto:anuta1334@yandex.ru)

**SERGEI YU. KOROVKIN**

*Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7890-4366>, e-mail: [korovkin\\_su@list.ru](mailto:korovkin_su@list.ru)

Modern psychology of thinking is characterized by a debate about whether the nature of insightful solution is something different from standard thought processes or is something non-specific. The main resource of the implementation of standard thought processes is working memory, then this debate can be presented as a dispute about whether working memory is needed for an insightful solution. A larger role of working memory is used as support of a non-specific approach, and a smaller role of working memory— in support of a specific approach. This article aims to demonstrate that insightful solution is based on a specific representational change process that requires working memory resources. The experiment was conducted. Participants were given three groups of creative problems: the production of hypotheses task, insight problems with a simple representational change, and insight problems with a complex representational change. The participants simultaneously performed a secondary probe-task, with the help of which the working memory load was measured. The results showed that insight problems with representational change are more demanding on the working memory resource compared to the production of hypotheses. Moreover, the working memory load increases closer to finding the final answer of the problem. The obtained results show the inconsistency of using the argument of lesser importance of working memory in favor of a specific approach to insight, and also reveal the need to reconceptualize the relationship between working memory and insightful solution.

**Keywords:** insight, insight problem, working memory, representational change, specific approach, non-specific (nothing special) approach.

---

**Funding.** The research was supported by Russia Science Foundation, grant 22-18-00358, <https://rscf.ru/project/22-18-00358/>.

**For citation:** Savinova A.D., Korovkin S.Yu. How are Working Memory and Representational Change Related: Specific and Non-Specific Approach to Insight. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2023. Vol. 16, no. 4, pp. 36–56. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160403> (In Russ.).

## Введение

Во второй половине XX века сложились два подхода, пытающихся объяснить инсайтное решение — специфический и неспецифический. И хотя сейчас данное деление не является передним краем науки, оно все еще оказывает влияние на логику изучения инсайта. С точки зрения специфического подхода, инсайтное решение существенно отличается от решения аналитических, нетворческих задач [47; 61; 63; 64], в то время как неспецифический подход говорит об обратном: различия между инсайтным и аналитическим решением



незначительны и не требуют специальных механизмов и процессов для объяснения [19; 20; 48; 55; 59; 78; 79]. Специфические отличия могут быть связаны: с включением особых этапов, например, тупика [27; 40; 61; 62; 64] или изменения репрезентации [14; 31; 50; 61; 62; 63; 64]; с использованием специальных процессов в решении инсайтных задач, к примеру, поиска и разрешения противоречий или двойных интерпретаций [28; 36; 71], а также со специфическим взаимодействием инсайта с когнитивными процессами — рабочей памятью [2; 6; 8; 33; 51; 54], вниманием [36; 38; 57; 69; 77], дивергентным и конвергентным мышлением [18; 35; 36; 70] — и эмоциями [41; 42; 49; 74].

Роль рабочей памяти стала камнем преткновения для споров о специфичности инсайта. Рабочая память — это система временного хранения и обработки информации, внутри которой осуществляются разнообразные психические процессы, необходимые в том числе для решения мыслительных задач [9; 10]. Ранее было неоднократно показано, что рабочая память важна для аналитического решения [53; 65; 66; 73], но вопрос о ее роли в инсайте до сих пор остается открытым, поскольку имеющиеся результаты крайне противоречивы. Например, в ряде работ говорится о том, что рабочая память является одним из ключевых аспектов инсайтного решения, а ее объем объясняет до двух третей разброса данных об успешности инсайта [21; 23]. С другой стороны, есть данные о том, что для инсайтного решения важна именно активность подчиненных систем рабочей памяти, т.е. активность фонологической петли [11; 12; 16; 68] и зрительно-пространственного блокнота [17; 43; 44; 75], в то время как в других работах ведущая роль отдается центральному исполнителю рабочей памяти [26; 35; 57; 58]. Кроме того, существует довольно внушительный пласт работ, посвященных негативной роли рабочей памяти в успешности и креативности инсайтного решения [13; 33; 46; 67; 80]. Разрешению данного спора не помогли даже психометрические проверки ранее проведенных исследований: представители специфического подхода, в сравнении с аналитическим, пришли к выводу, что рабочая память менее важна для инсайтного решения, что говорит в пользу специфичности инсайта [45]; представители неспецифического подхода, напротив, обнаружили, что оба типа решений требуют активности рабочей памяти, что вписывается в неспецифический подход [25].

Одновременно с идеей о психометрической проверке появилась идея о том, что вклад рабочей памяти может существенно отличаться в зависимости от того, о какой стадии инсайтного решения идет речь [22; 34]. Например, было показано, что рабочая память в большей степени требуется во время чтения условий, чем при изменении репрезентации [54], а также что требуемый объем рабочей памяти зависит от объема изначального задачного пространства [8]. Объяснение здесь может быть в том, что начальные этапы инсайтного решения во многом схожи с аналитическими задачами, а значит, требуют включения тех же процессов. Стоит отметить, что подобные данные не были подтверждены: объем изначального задачного пространства не оказал никакого влияния на процесс дальнейшего инсайтного решения, что говорит в пользу сходства инсайтного и аналитического решений [24].

Опираясь на данное противоречие, мы решили проверить, насколько важна рабочая память в момент изменения репрезентации. Изменение репрезентации или переструктурирование — один из ключевых элементов инсайтного решения, внимание на который обращали с самого начала изучения инсайта [37; 56]. Изменение репрезентации — это процесс смены одного представления об элементах задачи на другое, что обычно происходит после тупика в решении [60; 61; 62] и сопровождается ярким эмоциональным ага-переживанием [7; 29; 30; 61; 76]. В зависимости от задачи изменение репрезентации будет выглядеть



по-разному, поскольку оно отражает сложность конкретной задачи. Например, в задаче «9 точек»<sup>1</sup> изменением репрезентации являются три действия — выход за пределы перцептивного квадрата, поворот вне точек, диагональные линии [62]; а в задаче про боксера<sup>2</sup> — момент, когда решатель понимает, что слово «боксер» имеет как минимум два значения: «спортсмен» и «порода собаки».

Специфический и неспецифический подход дают разные предсказания о том, требует ли изменение репрезентации включения рабочей памяти. С точки зрения С. Олссона, считающегося представителем специфического подхода, изменение репрезентации происходит путем перераспределения активации [62]. Этот процесс является автоматическим и практически не требует активности рабочей памяти, которая может быть необходима только в тот момент, когда подготовленное автоматическими механизмами решение попадает в сознание. С точки зрения неспецифического подхода, инсайтное решение не отличается ничем существенным от аналитического, а процесс изменения репрезентации во многом аналогичен процессу ее построения [58]. Поскольку построение репрезентации требовательно к ресурсу рабочей памяти [8; 54], то и изменение репрезентации должно быть связано с ней. Более того, процесс изменения репрезентации должен быть более чувствителен к объему рабочей памяти, поскольку в этот момент происходит не только изменение задачного пространства, но и удаление неактуальной информации, активация и перенос знаний из долговременной памяти в рабочую, сохранение полезной обратной связи в долговременную память и т.п.

Здесь стоит отметить, что представители специфического подхода не делали прямых предсказаний о роли рабочей памяти в процессе изменения репрезентации. Данное предсказание во многом авторская реконструкция на основе работ С. Олссона [61; 62]. Причем в более поздних работах [62] его едва ли можно назвать представителем специфического подхода, поскольку он пишет, что «ничего сверхъестественного или необычного не происходит в момент инсайта» [«nothing extra or unusual is happening at the moment of insight», с. 111].

Таким образом, в данной работе мы хотим проверить, требует ли изменение репрезентации включения рабочей памяти. Для этого мы провели эксперимент, где измерили динамику загрузки рабочей памяти в различных типах инсайтных задач; в одном случае задачи решались через изменение репрезентации, в другом случае изменения репрезентации для успешного решения не требовалось. В данной работе мы выдвигаем две противоположные гипотезы, чтобы определить, какой из двух подходов лучше соответствует эмпирическим данным.

*Гипотеза H0:* Изменение репрезентации нетребовательно к ресурсу рабочей памяти, что будет выражено в одинаковой динамике загрузки рабочей памяти (в терминах времени реакции) в задачах, решаемых с изменением репрезентации и без изменения. Данная гипотеза выступает в поддержку специфического подхода.

*Гипотеза H1:* Изменение репрезентации будет требовательно к ресурсу рабочей памяти, что будет выражено в более высокой загрузке рабочей памяти (в терминах времени реакции) в задачах, решаемых через изменение репрезентации, а также непосредственно в момент изменения репрезентации. Верность данной гипотезы будет говорить в поддержку неспецифического подхода.

<sup>1</sup> Представлены 9 точек в 3 ряда по 3 точки в каждом. Необходимо соединить все точки четырьмя прямыми линиями, не отрывая руки.

<sup>2</sup> Боксер Джим покинул ринг после победы в чемпионате мира. Его тренер забрал все призовые, а боксер не получил ни копейки. Почему?



## Метод

Для проверки выдвинутых гипотез мы провели эксперимент, где измерили степень загрузки рабочей памяти во время решения задач, требующих и не требующих изменения репрезентации для успешного решения. **Выборка** исследования составила 32 человека (24 женщины, 8 мужчин) в возрасте от 18 до 25 лет ( $M = 20,44$ ,  $SD = 2,42$ ). Большая часть выборки была собрана на базе ЯрГУ имени П.Г. Демидова. Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось. Согласно G\*Power v. 3.1.9.7, данного размера выборки будет достаточно для расчета эффектов с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями, при условии размера эффекта  $= 0,25$ ,  $1 - \beta > 0,80$ ,  $\alpha = 0,05$ .

**Материалы.** Эксперимент был выполнен в парадигме двойного задания, с точки зрения которой предполагается, что при одновременном выполнении основного и второстепенного задания между ними происходит конкуренция за ресурс рабочей памяти [2; 3; 6; 51]<sup>3</sup>. Конкуренция проявляется в том, что, если оба задания требуют участия рабочей памяти, то ее ресурс распределяется между ними, причем распределение зависит от субъективной важности: чем важнее задание для решателя, тем больший ресурс рабочей памяти отводится на его выполнение. Менее важная задача при этом выполняется медленнее и с большим количеством ошибок. Эффект конкуренции тем сильнее, чем больше задания похожи между собой [6]. Данная парадигма позволяет косвенно оценить, насколько необходим ресурс рабочей памяти для выполнения основного задания (ухудшение производительности второстепенного задания означает, что ресурс был изъят в пользу основной задачи), а также может фиксировать изменения загрузки в динамике, что особенно важно для изучения такого скоротечного события, как изменение репрезентации.

В качестве основного задания использовались три вида мыслительных задач, требующих или не требующих изменения репрезентации для нахождения решения (см. Приложение). Мы предполагали (если предсказания неспецифического подхода верны), что чем сильнее требуется изменить репрезентацию, тем большая нагрузка рабочей памяти должна наблюдаться:

### 1. Задание на продуцирование гипотез.

Данное задание является модифицированным субтестом «Варианты употребления предметов» Дж. Гилфорда [5]. Испытуемому предлагалось придумать как можно больше способов употребления объекта. Задание предполагает выдвижение гипотез, но, в отличие от решения инсайтных задач, не требует изменения репрезентации.

### 2. Инсайтная задача с простым изменением репрезентации.

Данные задачи сконструированы так, чтобы провоцировать построение неправильной изначальной репрезентации, которую необходимо изменить. Отличие подобных задач от классических инсайтных в том, что для изменения репрезентации в них достаточно внимательно перечитать условия. По мнению Дж. Андерсона [1], этот признак является суще-

<sup>3</sup> Когда мы говорим «ресурс рабочей памяти», то имеем в виду, что рабочая память имеет ограниченный объем, который необходимо распределить на выполнение когнитивных задач, а также включает в себя некоторый управляющий контроль, позволяющий распределить этот объем эффективно. Использование понятия «ресурс» обусловлено тем, что объем рабочей памяти — устоявшийся термин, описывающий индивидуальные различия между решателями. В данном случае индивидуальный объем не является единственной интересующей нас характеристикой, нам важно учесть, в каких пропорциях объем распределяется на выполнение интересующей нас задачи.



ственным упрощением, поскольку для решения необходимо проявить внимательность, а не совершить переоценку элементов задачи.

### 3. Инсайтная задача со сложным изменением репрезентации.

Под данным названием скрываются классические инсайтные задачи. Изменение репрезентации в них совершить сложнее, поскольку необходимо открыть новые взаимосвязи между элементами и операторами или совершить переоценку.

В качестве второстепенного задания мы использовали задание-зонд в виде выбора из альтернатив. Испытуемому предъявлялась одна из 6 возможных альтернатив (круг, квадрат, треугольник, крест, шестиугольник, пятиугольник): если испытуемый видел круг, треугольник или пятиугольник, ему нужно было нажать стрелку влево; если квадрат, крест или шестиугольник – стрелку вправо. Последовательность предъявления фигур была рандомизирована. Для нас было важно, чтобы задание было достаточно легким и могло выполняться в течение всего процесса решения задачи, но при этом оно было бы требовательно к ресурсу рабочей памяти. Необходимость данных условий объясняется тем, что на основе изменений в выполнении второстепенного задания мы будем оценивать степень загрузки рабочей памяти во время решения основных задач. Степень загрузки рабочей памяти будет определяться по тому, насколько длительное время реакции на зонд демонстрирует испытуемый: чем длиннее время реакции, тем сильнее загружена рабочая память в данный момент времени.

**Процедура.** В начале эксперимента испытуемый выполнял тренировочную серию, чтобы познакомиться с дополнительным заданием и запомнить инструкцию для дальнейшего прохождения эксперимента. Тренировка представляла собой одиночное выполнение задания-зонда, без решения мыслительной задачи. В тренировочной серии испытуемому необходимо было оценить 30 стимулов, после чего он переходил к основной серии, в которой одновременно выполнял задание-зонд и решал мыслительные задания.

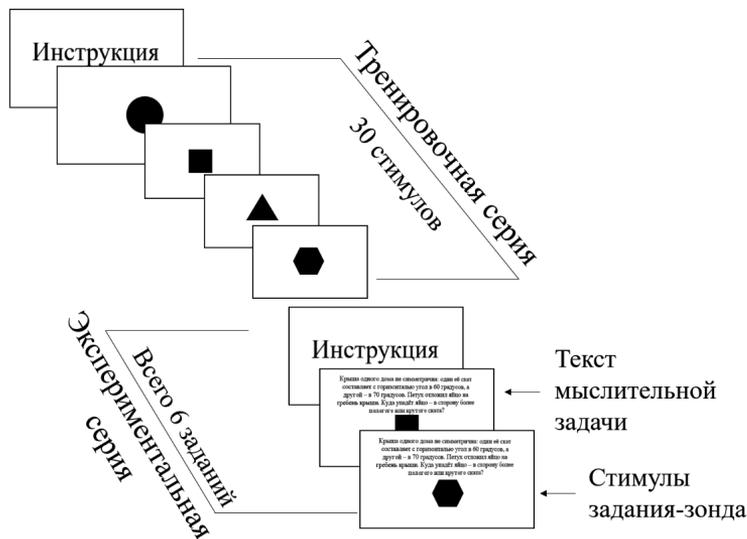


Рис. 1. Процедура выполнения тренировочной серии (одиночное выполнение задания-зонда) и экспериментальной серии (одновременное выполнение задания-зонда и мыслительных задач)

Всего испытуемому необходимо было решить 6 мыслительных задач: 2 задания на продуцирование гипотез, 2 инсайтные задачи с простым изменением репрезентации, 2 ин-



сайтные задачи со сложным изменением репрезентации. Последовательность задач в основной серии рандомизировалась с целью исключения артефактов. Для задач с изменением репрезентации время решения ограничивалось 300 с (при этом среднее время решения, согласно пилотажной серии, варьировалось от 60 до 150 с). Если испытуемый не успевал решить задачу за отведенное время, экспериментатор прерывал решение, сообщал верный ответ и включал следующее задание. Время выполнения задания на продуцирование гипотез ограничивалось 120 с. Испытуемым нельзя было вести записи во время решения, гипотезы и предполагаемые ответы сообщались вслух.

Эксперимент был выполнен с помощью скриптов, написанных на PsychoPy2 v. 1.81.02, на компьютере HP Enyu x360 15-ar001ur с диагональю 15,6 дюйма. Условие задачи оставалось на экране на всем протяжении решения, в то время как инструкция для выполнения зонда предъявлялась только между решением задач (рис. 1).

**Дизайн.** Использовался внутригрупповой дизайн. Тип мыслительного задания использовался в качестве независимой переменной; время решения и время реакции на задание-зонд — в качестве зависимых переменных. Мы также фиксировали количество ошибок при выполнении задания-зонда, но данный параметр не анализировался статистически, а использовался в качестве контроля того, что испытуемые успешно справляются с выполнением двух заданий (процент правильных ответов на задание-зонд — 90%).

## Результаты

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями с поправкой Гринхаус-Гейссера. Для более точного анализа сравниваемых условий и этапов решения мы использовали парный *t*-тест с поправкой на множественные сравнения Холма—Бонферрони.

Мы исключили из дальнейшего анализа: 1) задачи с временем решения меньше 30 с, поскольку в данном случае неясно, решил ли испытуемый задачу или вспомнил ответ; 2) задачи, содержащие экстремально большие значения времени реакции на задание-зонд (выходили за пределы трех межквартильных размахов, т.е. IQR), так как в данном случае предполагалось, что испытуемый не может справиться с выполнением двух заданий одновременно.

### **Время решения инсайтных задач**

В начале мы решили сравнить, будет ли отличаться время решения (зависимая переменная) в инсайтных задачах с простым и сложным изменением репрезентации (независимая переменная с двумя уровнями): задачи с простым изменением репрезентации ( $M = 73,36$ ,  $SD = 40,09$ ) решаются значимо быстрее, чем задачи со сложным изменением репрезентации ( $M = 130,23$ ,  $SD = 75,23$ ),  $t(29) = -4,28$ ,  $p < 0,001$ , Cohen's  $d = -0,781$ . Данное сравнение говорит о том, что задачи были выбраны методически верно и соответствуют нашим теоретическим предположениям о сложности.

### **Среднее время реакции на задание-зонд**

С помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями выявлено значимое влияние фактора типа мыслительной задачи (независимая переменная с тремя уровнями) на среднее время реакции на задание-зонд (зависимая переменная),  $F(1,9, 51,7) = 20,05$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,426$ . Задание на продуцирование гипотез ( $M = 1,55$ ,  $SD = 0,41$ ) демонстрировало наименьшее время реакции по сравнению с инсайтными задачами с простым,



$t(28) = -5,89$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -0,872$  и сложным изменением репрезентации,  $t(28) = -4,97$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -0,736$ . При этом между собой задачи с простым ( $M = 1,98$ ,  $SD = 0,55$ ) и сложным ( $M = 1,91$ ,  $SD = 0,53$ ) изменением репрезентации значимо не отличались,  $t(28) = 0,92$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,362$ , Cohen's  $d = 0,136$ .

### ***Предварительный анализ динамики загрузки рабочей памяти во время решения***

Мы хотели не только посмотреть общую загрузку рабочей памяти с помощью среднего времени реакции, но и оценить динамику загрузки в процессе решения задач. Для этого мы решили разделить общее время решения каждой задачи на 3 равных этапа. К примеру, если время решения равняется 120 с, то длительность каждого из 3 этапов будет 40 с; если время решения равняется 30 с, то длительность одного этапа составит 10 с. После разбиения общего времени решения задачи на составные части, мы нашли среднее время реакции на задание-зонд в каждой из этих частей у каждого из испытуемых. То есть каждая задача, решенная испытуемым, давала 3 значения времени реакции. Для построения общей динамики решения, а не индивидуальных кривых, было необходимо еще раз усреднить полученные средние значения времени реакции по всем испытуемым, получив для каждого типа задачи 3 значения. Эти 3 значения и стали основой для построения динамики решения задач.

Деление задачи на равные части необходимо в связи с тем, что время решения задач различно, что мешает простому наложению индивидуальных кривых друг на друга. Используя подобное деление, мы смогли объединить различные по длительности решения задачи в единую структуру данных. Количество этапов выбрано достаточно условно, но с опорой на предыдущие работы, анализирующие динамику решения [51; 72]. В данном случае мы связываем первый этап решения с построением первоначальной репрезентации и попытками использовать ее для нахождения ответа, второй этап — с состоянием тупика, третий этап — с изменением репрезентации. Конечно, мы не предполагаем, что изменение репрезентации длится также долго, как и состояние тупика, но предпринимаем попытку содержательно проанализировать динамику решения, а не делать выводы лишь на основе среднего времени реакции.

### ***Динамика загрузки рабочей памяти во время решения***

Анализ динамики с помощью двухфакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями показал значимое влияние факторов типа мыслительной задачи (независимая переменная с тремя уровнями),  $F(1,8, 47,6) = 19,00$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,166$  и этапа решения (независимая переменная с тремя уровнями),  $F(1,9, 49,9) = 7,10$ ,  $p = 0,002$ ,  $\eta^2 = 0,041$ , а также значимое взаимодействия между ними,  $F(2,7, 70,7) = 8,72$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,104$  (рис. 2). В качестве зависимой переменной здесь и далее выступало время реакции на задание-зонд.

Однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями выявил значимую динамику времени реакции между этапами выполнения задания на продуцирование гипотез (независимая переменная с тремя уровнями),  $F(1,9, 53,7) = 8,50$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,233$ , а именно снижение времени реакции на третьем этапе по сравнению с первым,  $t(29) = -4,12$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -0,610$  (таблица). Подобный результат говорит о том, что испытуемые научились выполнять данный тип задания к концу пробы. Такой же анализ выявил наличие значимой динамики времени реакции в инсайтных задачах с простым изменением репрезентации,  $F(1,7, 48,4) = 15,39$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,347$ . Однако в этом случае время реакции возрастало на третьем этапе по сравнению с первым,  $t(30) = 5,48$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's



$d = 1,017$ . Анализ динамики инсайтных задач со сложным изменением репрезентации не показал эффекта динамики времени реакции между этапами,  $F(1,6, 46,0) = 2,81$ ,  $p = 0,080$ ,  $\eta^2 = 0,091$ .

### Средние значения и стандартные отклонения для трех этапов решения мыслительных задач

Тип задачи	Этап	Среднее (M)	Стандартное отклонение (SD)
Продуцирование гипотез	1	1,66	0,43
	2	1,53	0,50
	3	1,40	0,38
Простое изменение репрезентации	1	1,66	0,44
	2	1,97	0,70
	3	2,37	0,98
Сложное изменение репрезентации	1	1,78	0,48
	2	1,90	0,73
	3	2,08	0,80

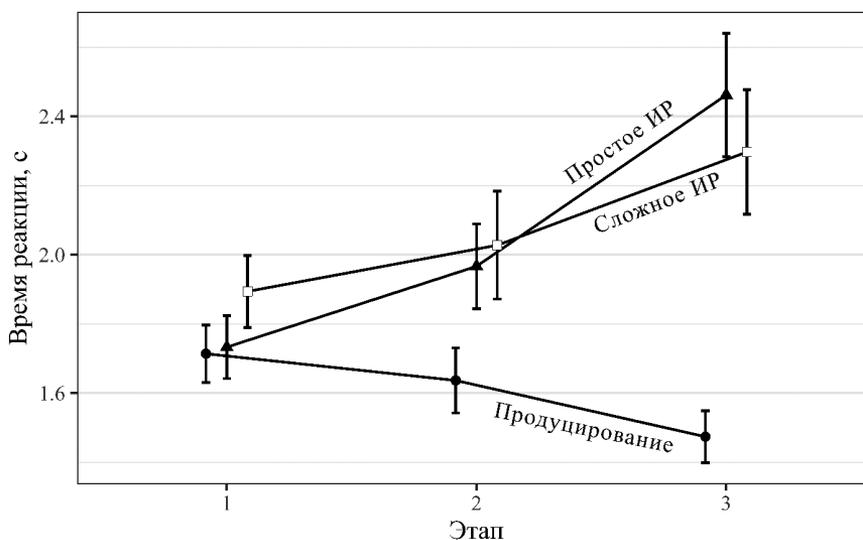


Рис. 2. Динамика трех типов мыслительных задач: «Продуцирование» – задание на продуцирование гипотез; «Простое ИР» – инсайтная задача с простым изменением репрезентации; «Сложное ИР» – инсайтная задача со сложным изменением репрезентации. Вертикальными линиями отмечена стандартная ошибка

Мы также провели попарные сравнения среднего времени реакции на первом и третьем этапах во время выполнения различных типов мыслительных задач. Оказалось, что в начале решения (первый этап) задание на продуцирование гипотез не отличается от инсайтных задач с простым ( $t(29) = 0,10$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,920$ , Cohen's  $d = 0,019$ ) и сложным ( $t(27) = -1,72$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,096$ , Cohen's  $d = -0,326$ ) изменением репрезентации. В то время как в конце решения (третий этап) различия во времени реакции становятся значимыми, время реакции возрастает в инсайтных задачах ( $t(29) = -6,25$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -1,142$  и



$t(30) = -5,17$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -0,929$  соответственно). При этом время реакции в инсайтных задачах со сложным изменением репрезентации выше, чем с простым изменением на первом этапе ( $t(28) = -2,24$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,033$ , Cohen's  $d = -0,416$ ), но на третьем этапе задачи не различаются ( $t(30) = 1,03$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,312$ , Cohen's  $d = 0,185$ ).

### ***Среднее время реакции в последние 15 секунд решения***

Для проверки того, что рост времени реакции на третьем этапе решения связан с процессами изменения репрезентации, мы проанализировали последние 15 секунд решения. Вероятно, данные секунды наиболее связаны с изменением репрезентации, поскольку используемые задачи были достаточно простыми: после изменения репрезентации процесс решения прекращался, не требуя длительной верификации ответа.

В качестве независимой переменной выступили три типа мыслительных задач, зависимой переменной стало время реакции на задание-зонд. Анализ показал, что три типа мыслительных задач значимо отличаются друг от друга на последних секундах решения,  $F(1,6, 37,9) = 12,93$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,350$ . Среднее время реакции при выполнении задания на продуцирование гипотез ( $M = 1,51$ ,  $SD = 0,54$ ) было значимо ниже, чем при решении инсайтных задач с простым ( $M = 2,44$ ,  $SD = 0,80$ ),  $t(25) = -4,33$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -1,043$ ) и сложным ( $M = 2,47$ ,  $SD = 1,22$ ),  $t(25) = -4,47$ ,  $p_{\text{holm}} < 0,001$ , Cohen's  $d = -1,076$ ) изменением репрезентации. Между задачами с простым и сложным изменением репрезентации время реакции не различалось,  $t(25) = -0,14$ ,  $p_{\text{holm}} = 0,893$ , Cohen's  $d = -0,033$ .

### **Обсуждение**

Мы хотели проверить, будет ли изменение репрезентации требовательно к ресурсам рабочей памяти. Нами были сформулированы две противоположные гипотезы, отражающие специфический и неспецифический подходы к инсайтному решению. Согласно специфическому подходу, для изменения репрезентации большой объем рабочей памяти не требуется, в то время как неспецифический подход предполагает противоположную точку зрения. Для проверки был проведен эксперимент, в котором использовались три типа мыслительных задач, требующих или не требующих изменения репрезентации: задания на продуцирование гипотез (без изменения репрезентации), инсайтные задачи с простым и сложным изменением репрезентации. В ходе исследования было осуществлено измерение загрузки рабочей памяти во время решения. Для этого мы использовали парадигму двойной задачи и оценивали изменения времени реакции на второстепенное задание.

Полученные результаты показали, что среднее время реакции, отражающее степень загрузки рабочей памяти, отличается при выполнении задания на продуцирование гипотез и двух типов инсайтных задач. Данный результат говорит о том, что, в целом, в задачах с изменением репрезентации требуется больше ресурсов рабочей памяти. Однако на его основе невозможно сделать вывод о том, является ли причиной загрузки именно изменение репрезентации. Для проверки того, что загрузка ресурса связана именно с изменением репрезентации, мы проанализировали динамику выполнения заданий, разбив каждое из них на три части: начало, середину и окончание решения. Мы предполагаем, что начало решения связано с процессом построения репрезентации, середина решения — с тупиком, а окончание — с изменением репрезентации. Задание на продуцирование гипотез не вписывается в подобное деление, поскольку все этапы его выполнения, вероятно, включают схожие процессы и операции. Задание на продуцирование гипотез — это разработка все новых и новых



вариантов решения, где успешность или неуспешность прошлых гипотез никак не влияет на новые предлагаемые варианты.

Анализ динамики показал существенные различия между заданием на продуцирование гипотез и инсайтными задачами. Задание на продуцирование гипотез демонстрировало снижение загрузки рабочей (в терминах времени реакции) к концу выполнения, т. е. наблюдалось научение. Подобная динамика не наблюдалась в решении инсайтных задач, которые, напротив, демонстрировали загрузку рабочей памяти в конце решения. Вероятно, в конце решения инсайтных задач происходили ресурсоемкие операции, требующие дополнительного включения рабочей памяти. В качестве дополнительного анализа мы решили проанализировать последние 15 секунд решения. Этот анализ также подтвердил все предыдущие результаты: загрузка ресурса рабочей памяти в конце решения инсайтных задач была значимо выше, чем при выполнении задания на продуцирование гипотез.

Мы связываем это с тем, что ресурсоемкие операции в конце решения инсайтных задач связаны с изменением репрезентации, в процессе которого одновременно происходит отказ от старой, показавшей свою неактуальность репрезентации, создание новой репрезентации, активация концептов и понятий из долговременной памяти, сохранение полезной обратной связи от неудачных попыток решения и т.д. Каждая из этих небольших операций в процессе изменения репрезентации требует хоть и небольшой, но загрузки ресурсов рабочей памяти. Например, предполагается, что построение репрезентации [8; 54] и активация информации из долговременной памяти [39] загружают рабочую память. Таким образом, вполне возможно, что именно изменение репрезентации обеспечивает загрузку рабочей памяти в конце решения инсайтных задач [51; 72]. Конечно, наш анализ не позволяет полностью исключить альтернативные объяснения, например, о том, что загрузка ресурса рабочей памяти связана с происходящими в конце решения метакогнитивными оценками успешности или с процессами обратной связи, но некоторые из альтернатив (влияние усталости, необходимость вербализации ответа и вычислительные операции) были исключены ранее [4]. Поскольку различия происходят в конце решения, а используемые нами задания различаются по типу изменения репрезентации, которое происходит также в конце решения из-за относительной легкости используемых задач, можно предположить, что именно изменение репрезентации требует ресурсов рабочей памяти.

Здесь также стоит упомянуть о том, что мы ожидали получить различия между двумя типами инсайтных задач — с простым и сложным изменением репрезентации. Мы предполагали, что если рабочая память требуется для изменения репрезентации, то чем сложнее изменение репрезентации, тем большую загрузку ресурса в конце решения мы будем наблюдать. К сожалению, различия между задачами были обнаружены только при анализе времени решения: задачи с простым изменением репрезентации были решены за более короткое время. Ни среднее время реакции, ни оценка динамики загрузки, ни анализ последних 15 секунд решения не показали значимых различий между двумя типами инсайтных задач. Вероятно, изменение репрезентации сложно оценить в терминах простоты—сложности, но оно в любом случае требует большого объема рабочей памяти для своей реализации.

Что же в итоге мы узнали о связи изменения репрезентации и рабочей памяти? Согласно результатам проведенного эксперимента, изменение репрезентации требует включения ресурсов рабочей памяти для своего выполнения, что согласуется с неспецифическим подходом к инсайтному решению и с предыдущими работами, сообщающими о том, что большой объем рабочей памяти не только не препятствует успешному решению, но и



необходим ему [11; 12; 16; 21; 23; 58]. Результаты также соответствуют ряду работ, посвященных анализу динамики инсайтного решения [51; 71; 72], где было показано, что окончание инсайтного решения демонстрирует рост загрузки рабочей памяти.

Если говорить о том, может ли данная работа положить конец в споре специфического и неспецифического подхода о роли рабочей памяти в инсайте, то, увы, мы не можем дать положительный ответ. Как мы писали ранее, предпринимались разнообразные попытки для завершения этого противостояния. Наиболее примечательная из них была продемонстрирована в нескольких главах книги «Insight. On the origins of new ideas» [25; 32; 45]. Авторы пытались разнообразными способами проверить, какой из подходов лучше описывает взаимоотношения инсайта и рабочей памяти, но особенно интересно то, как представители разных подходов описывали необходимые эмпирические результаты. Представители неспецифического подхода считали, что специфический подход будет доказан в том случае, если будут показаны отрицательная корреляция или отсутствие корреляции между инсайтными задачами и рабочей памятью [25]. В то время как представители специфического подхода имели намного более мягкую позицию: специфический подход будет доказан и в том случае, если уровень корреляции между рабочей памятью и инсайтными задачами будет ниже, чем между рабочей памятью и аналитическими задачами [45]. Это существенная разница в понимании сыграла свою роль в итоговой интерпретации и выводах: представители каждого подхода приходят к той точке зрения, которой они изначально придерживаются.

Относительно наших результатов может сложиться такая же ситуация. Если мы хотим доказать, что в отношении инсайта прав неспецифический подход, то наши результаты могут интерпретироваться в его пользу: мы показали связь инсайта и рабочей памяти и продемонстрировали, что один из ключевых этапов решения — изменение репрезентации — требует включения рабочей памяти для своего выполнения. Наш результат также противоречит представлениям С. Олссона — одного из важных, хоть и спорных представителей специфического подхода, — поскольку он описывал изменение репрезентации как перераспределение активации, что не должно было бы требовать большой загрузки рабочей памяти за счет неосознаваемых процессов [62]. Однако если мы хотим доказать верность специфического подхода, то мы также успешно можем это сделать: в предыдущих работах было показано, что динамика инсайтных и алгоритмизированных задач существенно различается, поскольку инсайтные задачи, хоть и требовали ресурсов рабочей памяти, но в меньшей степени, чем решение алгоритмизированных задач [2; 3; 4; 6; 51; 52; 71]. В данной работе мы показываем, что загрузка связана с изменением репрезентации — по-прежнему ключевым этапом инсайтного решения. Совместно эти факты можно интерпретировать в пользу специфического подхода, ведь хоть инсайтные задачи контролируют те же процессы, что и задачи алгоритмизированные, они делают это иначе, включаясь в иные этапы и стратегии решения. Таким образом, спор о специфическом и неспецифическом подходе в инсайтном решении не может быть завершен экспериментальными или психометрическими средствами. Он нуждается в реконцептуализации и сравнении теоретических позиций каждого подхода.

## Выводы

Мы показали, что окончание инсайтного решения, которое мы связываем с процессами изменения репрезентации, требует включения рабочей памяти. Данный результат в большей степени вписывается в представления неспецифического подхода, но не может быть окончательной точкой в споре о специфичности или неспецифичности инсайтного решения.



В будущих работах мы бы хотели использовать не простое деление решения на временные промежутки, а разделить решение, руководствуясь процессами, происходящими в решении задачи — тупик, изменение репрезентации, верификация ответа, чтение условий и т.д. В настоящее время это отдельная методическая задача, требующая оригинального решения.

## Приложение

### Используемые в эксперименте мыслительные задачи, требующие или не требующие изменения репрезентации

Задание на продуцирование гипотез	Инсайтная задача с простым изменением репрезентации	Инсайтная задача со сложным изменением репрезентации
Перечислите как можно больше альтернативных вариантов использования канцелярской скрепки. На выполнение задания Вам дается 2 минуты	На улице Норхолд стоят всего два дома — богатый и бедный. Однажды в обоих домах начался пожар. Какой дом будет первым тушить полиция, если учесть, что сначала загорелся бедный дом? Ответ: полиция не тушит пожары	Одним утром женщина уронила свою сережку в чашку, наполненную кофе, но когда она достала ее, то обнаружила, что та не только не пострадала, но даже не промокла. Как такое возможно? Ответ: кофе был сухим
Перечислите как можно больше альтернативных вариантов использования чашки. На выполнение задания Вам дается 2 минуты	Крыша одного дома не симметрична: один ее скат составляет с горизонталью угол в 60 градусов, а другой — в 70 градусов. Петух отложил яйцо на гребень крыши. Куда упадет яйцо — в сторону более пологого или крутого ската? Ответ: петух не откладывает яйца	Двое мужчин потерялись в лесу во время прогулки. Чтобы найти выход из леса, один из них пошел на север, а другой на юг. Внезапно они столкнулись друг с другом через четверть часа, хотя ни один из них не менял направления движения. Как такое может быть? Ответ: мужчины потерялись не вместе, они шли с разных сторон

### Литература

- Андерсон Дж. Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. 496 с.
- Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю., Лебедев А.А., Савинова А.Д., Чистопольская А.В. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения // Психологический Журнал. 2016. Том 37. № 1. С. 48–60.
- Коровкин С.Ю., Савинова А.Д., Владимиров И.Ю. Мониторинг динамики загрузки рабочей памяти на этапе инкубации инсайтного решения // Вопросы психологии. 2016. № 2. С. 148–161.
- Савинова А.Д. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач: дисс. ... канд. психол. наук. М., 2020. 239 с.
- Тупик Е.Е. Психодиагностика творческого мышления. Креативные тесты. СПб.: Дидактика Плюс, 2002. 21 с.
- Чистопольская А.В. Роль подсистем рабочей памяти в процессе инсайтного решения: дисс. ... канд. психол. наук. М., 2017. 221 с.
- Ammalainen A.V., Moroshkina N.V. The effect of true and false unreportable hints on anagram problem solving, restructuring, and the Aha!-experience // Journal of Cognitive Psychology. 2021. Vol. 33. № 6–7. P. 1–5. DOI:10.1080/20445911.2020.1844722
- Ash I.K., Wiley J. The nature of restructuring in insight: an individual-differences approach // Psychonomic Bulletin & Review. 2006. Vol. 13. № 1. P. 66–73. DOI:10.3758/BF03193814
- Baddeley A.D. Fractionating the Central Executive // Principles of Frontal Lobe Function / In D.T. Stuss, R.T. Knight (Eds.). Oxford University Press, 2002. P. 246–260.



10. *Baddeley A.D., Hitch G.* Working Memory // The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory / G.H. Bower (Ed.). Academic Press. 1974. Vol. 8. P. 47–89.
11. *Ball L.J., Marsh J.E., Litchfield D., Cook R.L., Booth N.* When distraction helps: Evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving // *Thinking & Reasoning*. 2015. Vol. 21. № 1. P. 76–96. DOI:10.1080/13546783.2014.934399
12. *Ball L.J., Stevens A.* Evidence for a verbally-based analytic component to insight problem solving // Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society / N. Taatgen, H. van Rijn (Eds.). Cognitive Science Society. 2009. P. 1060–1065
13. *Beilock S.L., DeCaro M.S.* From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*. 2007. Vol. 33. № 6. P. 983–998. DOI:10.1037/0278-7393.33.6.983
14. *Bilalić M., Graf M., Vaci N., Danek A.H.* The temporal dynamics of insight problem solving – restructuring might not always be sudden // *Thinking & Reasoning*. 2021. Vol. 27. № 1. P. 1–37. DOI:10.1080/13546783.2019.1705912
15. *Boccia M., Piccardi L., Palermo L., Nori R., Palmiero M.* Where do bright ideas occur in our brain? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies of domain-specific creativity // *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 6. P. 1–12. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01195
16. *Chein J.M., Weisberg R.W.* Working memory and insight in verbal problems: analysis of compound remote associates // *Memory & Cognition*. 2014. Vol. 42. № 1. P. 67–83. DOI:10.3758/s13421-013-0343-4
17. *Chein J.M., Weisberg R.W., Streeter N.L., Kwok S.* Working memory and insight in the nine-dot problem // *Memory & Cognition*. 2010. Vol. 38. № 7. P. 883–892. DOI:10.3758/MC.38.7.883
18. *Chiu F.C.* Improving your creative potential without awareness: Overinclusive thinking training // *Thinking Skills and Creativity*. 2015. Vol. 15. P. 1–12. DOI:10.1016/j.tsc.2014.11.001
19. *Chronicle E.P., MacGregor J.N., Ormerod T.C.* What makes an insight problem? The roles of heuristics, goal conception, and solution recoding in knowledge-lean problems // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2004. Vol. 30. № 1. P. 14–27. DOI:10.1037/0278-7393.30.1.14
20. *Chronicle E.P., Ormerod T.C., MacGregor J.N.* When insight just won't come: The failure of visual cues in the nine-dot problem // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2001. Vol. 54. № 3. P. 903–919. DOI:10.1080/713755996
21. *Chuderski A.* How well can storage capacity, executive control, and fluid reasoning explain insight problem solving // *Intelligence*. 2014. Vol. 46. № 1. P. 258–270. DOI:10.1016/j.intell.2014.07.010
22. *Chuderski A., Jastrzębski J.* Working memory facilitates insight instead of hindering it: Comment on DeCaro, Van Stockum, and Wieth (2016) // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*. 2017. Vol. 43. № 12. P. 1993–2004. DOI:10.1037/xlm0000409
23. *Chuderski A., Jastrzębski J.* Much ado about aha!: Insight problem solving is strongly related to working memory capacity and reasoning ability // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2018. Vol. 147. № 2. P. 257–281. DOI:10.1037/xge0000378
24. *Chuderski A., Jastrzębski J.* No role of initial problem representation in insight problem solving // *Creativity Research Journal*. 2018. Vol. 30. № 4. P. 428–438. DOI:10.1080/10400419.2018.1531674
25. *Chuderski A., & Jastrzębski J.* The relationship of insight problem solving to analytical thinking: Evidence from psychometric studies // *Insight: On the Origins of New Ideas* / F. Vall e-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018. P. 120–142. DOI:10.4324/9781315268118
26. *Cinan S., Doğan A.* Working memory, mental prospection, time orientation, and cognitive insight // *Journal of Individual Differences*. 2013. Vol. 34. № 3. P. 159–169. DOI:10.1027/1614-0001/a000111
27. *Cranford E.A., Moss J.* Is Insight Always the Same? A Protocol Analysis of Insight in Compound Remote Associate Problems // *The Journal of Problem Solving*. 2012. Vol. 4. № 2. P. 128–153. DOI:10.7771/1932-6246.1129
28. *Danek A.H., Öllinger M., Fraps T., Grothe B., Flanagan V.L.* An fMRI investigation of expectation violation in magic tricks // *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 6. № 84. DOI:10.3389/fpsyg.2015.00084
29. *Danek A.H., Salvi C.* Moment of truth: Why Aha! experiences are correct // *The Journal of Creative Behavior*. 2018. Vol. 22. № 4. P. 443–460. DOI:10.1002/jocb.380
30. *Danek A.H., Wiley J.* What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 7. № 2077. P. 1–14. DOI:10.3389/fpsyg.2016.02077



31. *Danek A.H., Williams J., Wiley J.* Closing the gap: connecting sudden representational change to the subjective Aha! experience in insightful problem solving // *Psychological Research*. 2020. Vol. 84. № 1. P. 111–119. DOI:10.1007/s00426-018-0977-8
32. *DeCaro M.S.* When does higher working memory capacity help or hinder insight problem solving? // *Insight: On the origins of new ideas* / F. Vall e-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018. P. 79–104. DOI:10.4324/9781315268118
33. *DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B.* When higher working memory capacity hinders insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2016. Vol. 42. № 1. P. 39–49. DOI:10.1037/xlm0000152
34. *DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B.* The relationship between working memory and insight depends on moderators: Reply to Chuderski and Jastrzêbski (2017) // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*. 2017. Vol. 43. № 12. P. 2005–2010. DOI:10.1037/xlm0000460
35. *DeYoung C.G., Flanders J.L., Peterson J.B.* Cognitive abilities involved in insight problem solving: An individual differences model // *Creativity Research Journal*. 2008. Vol. 20. № 3. P. 278–290. DOI:10.1080/10400410802278719
36. *Dietrich A., Kanso R.* A Review of EEG, ERP, and Neuroimaging Studies of Creativity and Insight // *Psychological Bulletin*. 2010. Vol. 136. № 5. P. 822–848. DOI:10.1037/a0019749
37. *Duncker K.* On problem-solving // *Psychological Monographs*. 1945. Vol. 58. № 5. P. 113. DOI:10.1037/h0093599
38. *Ellis D.M., Robison M.K., Brewer G.A.* The cognitive underpinnings of multiply-constrained problem solving // *Journal of Intelligence*. 2021. Vol. 9. № 1. P. 7. DOI:10.3390/jintelligence9010007
39. *Ericsson K.A., Delaney P.F.* Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance // *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* / A. Miyake, P. Shah (Eds.). Cambridge University Press, 1999. P. 257–297. DOI:10.1017/CBO9781139174909.011
40. *Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M.* Problem solving stages in the five square problem // *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 6. № 1050. P. 1–13. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01050
41. *Gaspar K.* When necessity is the mother of invention: Mood and problem solving // *Journal of Experimental Social Psychology*. 2003. Vol. 39. P. 248–262.
42. *Gaspar K.* Do you see what I see? Affect and visual information processing // *Cognition and Emotion*. 2004. Vol. 18. № 3. P. 405–421.
43. *Gilhooly K.J., Fioratou E.* Executive functions in insight versus non-insight problem solving: An individual differences approach // *Thinking & Reasoning*. 2009. Vol. 15. № 4. P. 355–376. DOI:10.1080/13546780903178615
44. *Gilhooly K.J., Murphy P.* Differentiating insight from non-insight problems // *Thinking & Reasoning*. 2005. Vol. 11. № 3. P. 279–302. DOI:10.1080/13546780442000187
45. *Gilhooly K.J., Webb M.E.* Working memory in insight problem solving // *Insight: On the Origins of New Ideas* / F. Vallée-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018. P. 105–119. DOI:10.4324/9781315268118
46. *Jarosz A.F., Colflesh G.J.H., Wiley J.* Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving // *Consciousness and Cognition*. 2012. Vol. 21. № 1. P. 487–493. DOI:10.1016/j.concog.2012.01.002
47. *Jones G.* Testing two cognitive theories of insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 2003. Vol. 29. № 5. P. 1017–1027. DOI:10.1037/0278-7393.29.5.1017
48. *Kaplan C.A., Simon H.A.* In search of insight // *Cognitive Psychology*. 1990. Vol. 22. № 3. P. 374–419. DOI:10.1016/0010-0285(90)90008-R
49. *Kaufmann G., Vosburg S.K.* “Paradoxical” Mood Effects on Creative Problem-solving // *Cognition & Emotion*. 1997. Vol. 11. № 2. P. 151–170. DOI:10.1080/026999397379971
50. *Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D.* Constraint relaxation and chunk decomposition on insight problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 1999. Vol. 25. № 6. P. 1534–1555. DOI:10.1037/0278-7393.25.6.1534
51. *Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A.* How working memory provides representational change during insight problem solving // *Frontiers in Psychology*. 2018. Vol. 9. № 1984. P. 1–16. DOI:10.3389/fpsyg.2018.01864



52. Korovkin S., Vladimirov I., Savinova A. The dynamics of working memory load in insight problem solving // *The Russian Journal of Cognitive Science*. 2014. Vol. 1. № 4. P. 67–81.
53. Krueger F., Spampinato M.V., Pardini M., Pajevic S., Wood J.N., Weiss G.H., et al. Integral calculus problem solving: An fMRI investigation // *NeuroReport*. 2008. Vol. 19. P. 1095–1099. DOI:10.1097/WNR.0b013e328303fd85
54. Lv K. The involvement of working memory and inhibition functions in the different phases of insight problem solving // *Memory & Cognition*. 2015. Vol. 43. № 5. P. 709–722. DOI:10.3758/s13421-014-0498-7
55. MacGregor J.N., Ormerod T.C., Chronicle E.P. Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 2001. Vol. 27. № 1. P. 176–201. DOI:10.1037/0278-7393.27.1.176
56. 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
57. Murray M.A., Byrne R.M.J. Attention and working memory in insight problem-solving // *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society* / B.G. Bara, L. Barsalou, M. Bucciarelli (Eds.). Lawrence Erlbaum Associates, 2005. Vol. 27. P. 1571–1575.
58. Nečka E., Žak P., Gruszka A. Insightful imagery is related to working memory updating // *Frontiers in Psychology*. 2016. Vol. 7. № 137. P. 1–11. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00137
59. Newell A., Simon H.A. *Human problem solving*. Prentice-Hall, 1972.
60. Ohlsson S. Restructuring revisited. II. An information processing theory of restructuring and insight // *Scandinavian Journal of Psychology*. 1984. Vol. 25. № 2. P. 117–129. DOI:10.1111/j.1467-9450.1984.tb01005.x
61. Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking* / M.T. Keane, K.J. Gilhooly (Eds.). Harvester-Wheatsheaf, 1992. P. 1–44.
62. Ohlsson S. *Deep Learning. How the mind overrides experience*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
63. Öllinger M., Jones G., Faber A.H., Knoblich G. Cognitive Mechanisms of Insight: The Role of Heuristics and Representational Change in Solving the Eight-Coin Problem // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2013. Vol. 39. № 3. P. 931–939. DOI:10.1037/a0029194
64. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. The dynamics of search, impasse, and representational change provide a coherent explanation of difficulty in the nine-dot problem // *Psychological Research*. 2014. Vol. 78. № 2. P. 266–275. DOI:10.1007/s00426-013-0494-8
65. Peng P., Namkung J., Barnes M., Sun C. A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics // *Journal of Educational Psychology*. 2016. Vol. 108. № 4. P. 455. DOI:10.1037/edu0000079
66. Qin Y., Anderson J.R., Silk E., Stenger V.A., Carter C.S. The change of the brain activation patterns along with the children's practice in algebra equation solving // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2004. Vol. 101. P. 5686–5691.
67. Reverberi C., Toraldo A., D'Agostini S., Skrap M. Better without (lateral) frontal cortex? Insight problems solved by frontal patients // *Brain*. 2005. Vol. 128. № 12. P. 2882–2890. DOI:10.1093/brain/awh577
68. Ricks T.R., Turley-Ames K.J., Wiley J. Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge // *Memory & Cognition*. 2007. Vol. 35. № 6. P. 1456–1462. DOI:10.3758/BF03193615
69. Rummel J., Iwan F., Steindorf L., Danek A.H. The role of attention for insight problem solving: effects of mindless and mindful incubation periods // *Journal of Cognitive Psychology*. 2021. Vol. 33. № 6–7. P. 757–769. DOI:10.1080/20445911.2020.1841779
70. Salmon-Mordekovich N., Leikin M. The cognitive–creative profiles of insightful problem solvers: A person-centered insight study // *The Journal of Creative Behavior*. 2022. Vol. 56. № 3. P. 396–413. DOI:10.1002/jocb.536
71. Savinova A., Korovkin S. Controlled Discovery: The executive functions in insight problem solving // *Psychology. Journal of Higher School of Economics*. 2019. Vol. 16. № 1. P. 164–180. DOI:10.17323/1813-8918-2019-1-164-180
72. Savinova A., Padalka J., Makarov I., Korovkin S. Tracing executive functions in insight // *Journal of General Psychology*. 2023. DOI:10.1080/00221309.2023.2218636



73. Sohn M.H., Goode A., Koedinger K. R., Stenger V.A., Carter C.S., Anderson J.R. Behavioral equivalence, but not neural equivalence—neural evidence of alternative strategies in mathematical thinking // *Nature Neuroscience*. 2004. Vol. 7. P. 1193–1194. DOI:10.1038/nn1337
74. Subramaniam K., Kounios J., Parrish T.B., Jung-Beeman M. A brain mechanism for facilitation of insight by positive affect // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2009. Vol. 21. № 3. P. 415–432. DOI:10.1162/jocn.2009.21057
75. Suzuki H., Fukuda H., Miyata H., Tsuchiya K. Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task // *Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* / P. Bello, M. Guarini, M. McShane, B. Scassellati (Eds.). Cognitive Science Society. 2014. P. 2955–2960.
76. Webb M.E., Little D.R., Cropper S.J. Insight is not in the problem: Investigating insight in problem solving across task types // *Frontiers in Psychology*. 2016. Vol. 7. № 1424. P. 1–13. DOI:10.3389/fpsyg.2016.01424
77. Wegbreit E., Suzuki S., Grabowecy M., Kounios J., Beeman M. Visual attention modulates insight versus analytic solving of verbal problems // *The Journal of Problem Solving*. 2012. Vol. 4. № 2. P. 94–115. DOI:10.7771/1932-6246.1127
78. Weisberg R.W. Toward an integrated theory of insight in problem solving // *Thinking & Reasoning*. 2015. Vol. 21. № 1. P. 5–39. DOI:10.1080/13546783.2014.886625
79. Weisberg R.W., Alba J.W. An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of several “insight” problems // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1981. Vol. 110. № 2. P. 169–192. DOI:10.1037/0096-3445.110.2.169
80. Wiley J., Jarosz A.F. How Working Memory Capacity Affects Problem Solving // *Psychology of Learning and Motivation*. 2012. Vol. 56. P. 185–227. DOI:10.1016/B978-0-12-394393-4.00006-6

## References

1. Anderson Dzh. Kognitivnaya psikhologiya [Cognitive psychology]. Saint-Petersburg: Piter, 2002. 496 p. (In Russ.).
2. Vladimirov I.Yu., Korovkin S.Yu., Lebed' A.A., Savinova A.D., Chistopol'skaya A.V. Upravlyayushchii kontrol' i intuitsiya na razlichnykh etapakh tvorcheskogo resheniya [Executive control and intuition on different stages of creative problem solving]. *Psikhologicheskii Zhurnal = Psychological Journal*, 2016. Vol. 37, no. 1, pp. 48–60. (In Russ.).
3. Korovkin S.Yu., Savinova A.D., Vladimirov I.Yu. Monitoring dinamiki zagruzki rabochei pamyati na etape inkubatsii insaitnogo resheniya [Monitoring dynamics of loading of the working memory in the incubation stage of an insight]. *Voprosy Psikhologii = Questions of Psychology*, 2016. No. 2, pp. 148–161. (In Russ.).
4. Savinova A.D. Dinamika zagruzki rabochei pri reshenii insaitnykh zadach. Diss. kand. psikhol. nauk. [Dynamics of working memory loading in insight problem solving. Ph. D. Thesis]. Moscow, 2020. 239 p. (In Russ.).
5. Tunik E.E. Psikhodiagnostika tvorcheskogo myshleniya. Kreativnye testy [Psychodiagnostics of creative thinking. Creative tests]. Saint-Petersburg: Didaktika Plyus, 2002. 21 p. (In Russ.).
6. Chistopol'skaya A.V. Rol' podsistem rabochei pamyati v protsesse insaitnogo resheniya: Diss. kand. psikhol. nauk. [Role of slave systems of working memory in the process of insightful solution]. Moscow, 2017. 221 p. (In Russ.).
7. Ammalainen A.V., Moroshkina N.V. The effect of true and false unreportable hints on anagram problem solving, restructuring, and the Aha!-experience. *Journal of Cognitive Psychology*, 2021. Vol., 33, no. 6–7, pp. 1–5. DOI:10.1080/20445911.2020.1844722
8. Ash I.K., Wiley J. The nature of restructuring in insight: an individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2006. Vol. 13, no. 1, pp. 66–73. DOI:10.3758/BF03193814
9. Baddeley A.D. Fractionating the Central Executive. *Principles of Frontal Lobe Function* / In D.T. Stuss, R.T. Knight (Eds.). Oxford University Press, 2002. Pp. 246–260.
10. Baddeley A.D., Hitch G. Working Memory. *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* / In G.H. Bower (Ed.). Academic Press, 1974. Vol. 8, pp. 47–89.
11. Ball L.J., Marsh J.E., Litchfield D., Cook R.L., Booth N. When distraction helps: Evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving. *Thinking & Reasoning*, 2015. Vol. 21, no. 1, pp. 76–96. DOI:10.1080/13546783.2014.934399



12. Ball L.J., Stevens A. Evidence for a verbally-based analytic component to insight problem solving. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society* / In N. Taatgen & H. van Rijn (Eds.). Cognitive Science Society, 2009. Pp. 1060–1065
13. Beilock S.L., DeCaro M.S. From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2007. Vol. 33, no. 6, pp. 983–998. DOI:10.1037/0278-7393.33.6.983
14. Bilalić M., Graf M., Vaci N., Danek A.H. The temporal dynamics of insight problem solving – restructuring might not always be sudden. *Thinking & Reasoning*, 2021. Vol. 27, no. 1, pp. 1–37. DOI:10.1080/13546783.2019.1705912
15. Boccia M., Piccardi L., Palermo L., Nori R., Palmiero M. Where do bright ideas occur in our brain? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies of domain-specific creativity. *Frontiers in Psychology*, 2015. Vol. 6, pp. 1–12. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01195
16. Chein J.M., Weisberg R.W. Working memory and insight in verbal problems: analysis of compound remote associates. *Memory & Cognition*, 2014. Vol. 42, no. 1, pp. 67–83. DOI:10.3758/s13421-013-0343-4
17. Chein J.M., Weisberg R.W., Streeter N.L., Kwok S. Working memory and insight in the nine-dot problem. *Memory & Cognition*, 2010. Vol. 38, no. 7, pp. 883–892. DOI:10.3758/MC.38.7.883
18. Chiu F.C. Improving your creative potential without awareness: Overinclusive thinking training. *Thinking Skills and Creativity*, 2015. Vol. 15, pp. 1–12. DOI:10.1016/j.tsc.2014.11.001
19. Chronicle E.P., MacGregor J.N., Ormerod T.C. What makes an insight problem? The roles of heuristics, goal conception, and solution recoding in knowledge-lean problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2004. Vol. 30, no. 1, pp. 14–27. DOI:10.1037/0278-7393.30.1.14
20. Chronicle E.P., Ormerod T.C., MacGregor J.N. When insight just won't come: The failure of visual cues in the nine-dot problem. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2001. Vol. 54, no. 3, pp. 903–919. DOI:10.1080/713755996
21. Chuderski A. How well can storage capacity, executive control, and fluid reasoning explain insight problem solving. *Intelligence*, 2014. Vol. 46, no. 1, pp. 258–270. DOI:10.1016/j.intell.2014.07.010
22. Chuderski A., Jastrzębski J. Working memory facilitates insight instead of hindering it: Comment on DeCaro, Van Stockum, and Wieth (2016). *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2017. Vol. 43, no. 12, pp. 1993–2004. DOI:10.1037/xlm0000409
23. Chuderski A., Jastrzębski J. Much ado about aha!: Insight problem solving is strongly related to working memory capacity and reasoning ability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2018a. Vol. 147, no. 2, pp. 257–281. DOI:10.1037/xge0000378
24. Chuderski A., Jastrzębski J. No role of initial problem representation in insight problem solving. *Creativity Research Journal*, 2018b. Vol. 30, no. 4, pp. 428–438. DOI:10.1080/10400419.2018.1531674
25. Chuderski A., & Jastrzębski J. The relationship of insight problem solving to analytical thinking: Evidence from psychometric studies. *Insight: On the Origins of New Ideas* / In F. Vall e-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018c. Pp. 120–142. DOI:10.4324/9781315268118
26. Cinan S., Doğan A. Working memory, mental prospection, time orientation, and cognitive insight. *Journal of Individual Differences*, 2013. Vol. 34, no. 3, pp. 159–169. DOI:10.1027/1614-0001/a000111
27. Cranford E.A., Moss J. Is Insight Always the Same? A Protocol Analysis of Insight in Compound Remote Associate Problems. *The Journal of Problem Solving*, 2012. Vol. 4, no. 2, pp. 128–153. DOI:10.7771/1932-6246.1129
28. Danek A.H., Öllinger M., Fraps T., Grothe B., Flanagin V.L. An fMRI investigation of expectation violation in magic tricks. *Frontiers in Psychology*, 2015. Vol. 6, no. 84. DOI:10.3389/fpsyg.2015.00084
29. Danek A.H., Salvi C. Moment of truth: Why Aha! experiences are correct. *The Journal of Creative Behavior*, 2018. Vol. 22, no. 4, pp. 443–460. DOI:10.1002/jocb.380
30. Danek A.H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately. *Frontiers in Psychology*, 2017. Vol. 7, no. 2077, pp. 1–14. DOI:10.3389/fpsyg.2016.02077
31. Danek A.H., Williams J., Wiley J. Closing the gap: connecting sudden representational change to the subjective Aha! experience in insightful problem solving. *Psychological Research*, 2020. Vol. 84, no. 1, pp. 111–119. DOI:10.1007/s00426-018-0977-8



32. DeCaro M.S. When does higher working memory capacity help or hinder insight problem solving? *Insight: On the origins of new ideas* / In F. Vall e-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018. Pp. 79–104. DOI:10.4324/9781315268118
33. DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B. When higher working memory capacity hinders insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2016. Vol. 42, no. 1, pp. 39–49. DOI:10.1037/xlm0000152
34. DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B. The relationship between working memory and insight depends on moderators: Reply to Chuderski and Jastrzbski (2017). *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2017. Vol. 43, no. 12, pp. 2005–2010. DOI:10.1037/xlm0000460
35. DeYoung C.G., Flanders J.L., Peterson J.B. Cognitive abilities involved in insight problem solving: An individual differences model. *Creativity Research Journal*, 2008. Vol. 20, no. 3, pp. 278–290. DOI:10.1080/10400410802278719
36. Dietrich A., Kanso R. A Review of EEG, ERP, and Neuroimaging Studies of Creativity and Insight. *Psychological Bulletin*, 2010. Vol. 136, no. 5, pp. 822–848. DOI:10.1037/a0019749
37. Duncker K. On problem-solving. *Psychological Monographs*, 1945. Vol. 58, no. 5, pp. 113. DOI:10.1037/h0093599
38. Ellis D.M., Robison M.K., Brewer G.A. The cognitive underpinnings of multiply-constrained problem solving. *Journal of Intelligence*, 2021. Vol. 9, no. 1, pp. 7. DOI:10.3390/jintelligence9010007
39. Ericsson K.A., Delaney P.F. Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance // *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* / In A. Miyake & P. Shah (Eds.). Cambridge University Press, 1999. Pp. 257–297. DOI:10.1017/CBO9781139174909.011
40. Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M. Problem solving stages in the five square problem. *Frontiers in Psychology*, 2015. Vol. 6, no. 1050, pp. 1–13. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01050
41. Gasper K. When necessity is the mother of invention: Mood and problem solving. *Journal of Experimental Social Psychology*, 2003. Vol. 39, pp. 248–262.
42. Gasper K. Do you see what I see? Affect and visual information processing. *Cognition and Emotion*, 2004. Vol. 18, no. 3, pp. 405–421.
43. Gilhooly K.J., Fioratou E. Executive functions in insight versus non-insight problem solving: An individual differences approach. *Thinking & Reasoning*, 2009. Vol. 15, no. 4, pp. 355–376. DOI:10.1080/13546780903178615
44. Gilhooly K.J., Murphy P. Differentiating insight from non-insight problems. *Thinking & Reasoning*, 2005. Vol. 11, no. 3, pp. 279–302. DOI:10.1080/13546780442000187
45. Gilhooly K.J., Webb M.E. Working memory in insight problem solving. *Insight: On the Origins of New Ideas* / In F. Vallée-Tourangeau (Ed.). Routledge, 2018. Pp. 105–119. DOI:10.4324/9781315268118
46. Jarosz A.F., Colflesh G.J.H., Wiley J. Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving. *Consciousness and Cognition*, 2012. Vol. 21, no. 1, pp. 487–493. DOI:10.1016/j.concog.2012.01.002
47. Jones G. Testing two cognitive theories of insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2003. Vol. 29, no. 5, pp. 1017–1027. DOI:10.1037/0278-7393.29.5.1017
48. Kaplan C.A., Simon H.A. In search of insight. *Cognitive Psychology*, 1990. Vol. 22, no. 3, pp. 374–419. DOI:10.1016/0010-0285(90)90008-R
49. Kaufmann G., Vosburg S.K. “Paradoxical” Mood Effects on Creative Problem-solving. *Cognition & Emotion*, 1997. Vol. 11, no. 2, pp. 151–170. DOI:10.1080/026999397379971
50. Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D. Constraint relaxation and chunk decomposition on insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1999. Vol. 25, no. 6, pp. 1534–1555. DOI:10.1037/0278-7393.25.6.1534
51. Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A. How working memory provides representational change during insight problem solving. *Frontiers in Psychology*, 2018. Vol. 9, no. 1984, pp. 1–16. DOI:10.3389/fpsyg.2018.01864
52. Korovkin S., Vladimirov I., Savinova A. The dynamics of working memory load in insight problem solving. *The Russian Journal of Cognitive Science*, 2014. Vol. 1, no. 4, pp. 67–81.



53. Krueger F., Spampinato M.V., Pardini M., Pajevic S., Wood J.N., Weiss G.H., et al. Integral calculus problem solving: An fMRI investigation. *NeuroReport*, 2008. Vol. 19, pp. 1095–1099. DOI:10.1097/WNR.0b013e328303fd85
54. Lv K. The involvement of working memory and inhibition functions in the different phases of insight problem solving. *Memory & Cognition*, 2015. Vol. 43, no. 5, pp. 709–722. DOI:10.3758/s13421-014-0498-7
55. MacGregor J.N., Ormerod T.C., Chronicle E.P. Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2001. Vol. 27, no. 1, pp. 176–201. DOI:10.1037/0278-7393.27.1.176
56. 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
57. Murray M.A., Byrne R.M.J. Attention and working memory in insight problem-solving. *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society* / In B.G. Bara, L. Barsalou, M. Bucciarelli (Eds.). Lawrence Erlbaum Associates, 2005. Vol. 27, pp. 1571–1575.
58. Nečka E., Žak P., Gruszka A. Insightful imagery is related to working memory updating. *Frontiers in Psychology*, 2016. Vol. 7, no. 137, pp. 1–11. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00137
59. Newell A., Simon H.A. Human problem solving. Prentice-Hall, 1972.
60. Ohlsson S. Restructuring revisited. II. An information processing theory of restructuring and insight. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1984. Vol. 25, no. 2, pp. 117–129. DOI:10.1111/j.1467-9450.1984.tb01005.x
61. Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena. *Advances in the psychology of thinking* / In M.T. Keane & K.J. Gilhooly (Eds.). Harvester-Wheatsheaf, 1992. Pp. 1–44
62. Ohlsson S. Deep Learning. How the mind overrides experience. Cambridge University Press, 2011.
63. Öllinger M., Jones G., Faber A.H., Knoblich G. Cognitive Mechanisms of Insight: The Role of Heuristics and Representational Change in Solving the Eight-Coin Problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2013. Vol. 39, no. 3, pp. 931–939. DOI:10.1037/a0029194
64. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. The dynamics of search, impasse, and representational change provide a coherent explanation of difficulty in the nine-dot problem. *Psychological Research*, 2014. Vol. 78, no. 2, pp. 266–275. DOI:10.1007/s00426-013-0494-8
65. Peng P., Namkung J., Barnes M., Sun C. A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 2016. Vol. 108, no. 4, pp. 455. DOI:10.1037/edu0000079
66. Qin Y., Anderson J.R., Silk E., Stenger V.A., Carter C.S. The change of the brain activation patterns along with the children's practice in algebra equation solving. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004. Vol. 101, pp. 5686–5691.
67. Reverberi C., Toraldo A., D'Agostini S., Skrap M. Better without (lateral) frontal cortex? Insight problems solved by frontal patients. *Brain*, 2005. Vol. 128, no. 12, pp. 2882–2890. DOI:10.1093/brain/awh577
68. Ricks T.R., Turley-Ames K.J., Wiley J. Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge. *Memory & Cognition*, 2007. Vol. 35, no. 6, pp. 1456–1462. DOI:10.3758/BF03193615
69. Rummel J., Iwan F., Steindorf L., Danek A.H. The role of attention for insight problem solving: effects of mindless and mindful incubation periods. *Journal of Cognitive Psychology*, 2021. Vol. 33, no. 6-7, pp. 757–769. DOI:10.1080/20445911.2020.1841779
70. Salmon-Mordekovich N., Leikin M. The cognitive—creative profiles of insightful problem solvers: A person-centered insight study. *The Journal of Creative Behavior*, 2022. Vol. 56, no. 3, pp. 396–413. DOI:10.1002/jocb.536
71. Savinova A., Korovkin S. Controlled Discovery: The Executive Functions in Insight Problem Solving. *Psychology. Journal of Higher School of Economics*, 2019. Vol. 16, no. 1, pp. 164–180. DOI:10.17323/1813-8918-2019-1-164-180
72. Savinova A., Padalka J., Makarov I., Korovkin S. Tracing executive functions in insight. *Journal of General Psychology*, 2023. DOI:10.1080/00221309.2023.2218636
73. Sohn M.H., Goode A., Koedinger K.R., Stenger V.A., Carter C.S., Anderson J.R. Behavioral equivalence, but not neural equivalence—neural evidence of alternative strategies in mathematical thinking. *Nature Neuroscience*, 2004. Vol. 7, pp. 1193–1194. DOI:10.1038/nn1337



74. Subramaniam K., Kounios J., Parrish T.B., Jung-Beeman M. A brain mechanism for facilitation of insight by positive affect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2009. Vol. 21, no. 3, pp. 415–432. DOI:10.1162/jocn.2009.21057
75. Suzuki H., Fukuda H., Miyata H., Tsuchiya K. Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task. *Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* / In P. Bello, M. Guarini, M. McShane, & B. Scassellati (Eds.). Cognitive Science Society, 2014. Pp. 2955–2960.
76. Webb M.E., Little D.R., Cropper S.J. Insight is not in the problem: Investigating insight in problem solving across task types. *Frontiers in Psychology*, 2016. Vol. 7, no. 1424, pp. 1–13. DOI:10.3389/fpsyg.2016.01424
77. Wegbreit E., Suzuki S., Grabowecy M., Kounios J., Beeman M. Visual attention modulates insight versus analytic solving of verbal problems. *The Journal of Problem Solving*, 2012. Vol. 4, no. 2, pp. 94–115. DOI:10.7771/1932-6246.1127
78. Weisberg R.W. Toward an integrated theory of insight in problem solving. *Thinking & Reasoning*, 2015. Vol. 21, no. 1, pp. 5–39. DOI:10.1080/13546783.2014.886625
79. Weisberg R.W., Alba J.W. An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of several “insight” problems. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1981. Vol. 110, no. 2, pp. 169–192. DOI:10.1037/0096-3445.110.2.169
80. Wiley J., Jarosz A.F. How Working Memory Capacity Affects Problem Solving. *Psychology of Learning and Motivation*, 2012. Vol. 56, pp. 185–227. DOI:10.1016/B978-0-12-394393-4.00006-6

### **Информация об авторах**

*Савинова Анна Джумберовна*, кандидат психологических наук, научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований, Ярославский государственный университет (ФГБОУ ВО ЯРГУ), г. Ярославль, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0593-2408>, e-mail: [anuta1334@yandex.ru](mailto:anuta1334@yandex.ru)

*Коровкин Сергей Юрьевич*, доктор психологических наук, профессор кафедры общей психологии, руководитель лаборатории когнитивных исследований, Ярославский государственный университет (ФГБОУ ВО ЯРГУ), г. Ярославль, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7890-4366>, e-mail: [korovkin\\_su@list.ru](mailto:korovkin_su@list.ru)

### **Information about the authors**

*Anna D. Savinova*, PhD in Psychology, Researcher of Laboratory of Cognitive Research, Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0593-2408>, e-mail: [anuta1334@yandex.ru](mailto:anuta1334@yandex.ru)

*Sergei Yu. Korovkin*, DSc in Psychology, Professor of the Department of General Psychology, Head of Laboratory of Cognitive Research, Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7890-4366>, e-mail: [korovkin\\_su@list.ru](mailto:korovkin_su@list.ru)

Получена 07.04.2023

Received 07.04.2023

Принята в печать 01.12.2023

Accepted 01.12.2023