

Роль функций префронтальной коры в процессе решения инсайтных задач*

*Коровкин С.Ю., Савинова А.Д., Владимиров И.Ю., Чистопольская А.В.
Ярославль*

Аннотация. В работе анализируются данные о роли управляющих функций в процессе решения инсайтных задач. Приводится попытка продемонстрировать различные специфические процессы решения творческих и алгоритмизированных задач. С одной стороны, получены данные о значительной роли функций планирования и контроля последовательности действий (латеральной префронтальной коры) в алгоритмизированных задачах, в то время как инсайтные задачи задействуют данные процессы в существенно меньшей степени. С другой стороны, решение инсайтных задач в большей степени связано с процессами поиска и детекции противоречий (передней поясной коры). Выводом работы является предположение о существовании специфических для инсайтного решения управляющих функций.

Ключевые слова: мышление, инсайт, решение задач, управляющие функции, контроль

В современной когнитивной психологии мышления остро стоит вопрос о роли исполнительских функций при решении мыслительных задач. Процесс решения мыслительных задач, являясь сложным интеграционным, высокоуровневым процессом, кроме средств решения (эвристика) необходимо включает в себя и механизм управления, выбора средств и путей решения (Subramaniam, Kounios, Parrish, & Jung-Beeman, 2009), контроля за текущими операциями (Коровкин, Владимиров, Савинова, 2012), предвосхищения (MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001) промежуточных и итоговых решений. Существенный недостаток основной в современной психологии мышления теории задачных пространств (Simon, 1978) состоит в том, что она не описывает механизмы управления эвристиками, только постулируя возможность решения разных классов задач на основе последовательного символического вычисления с использованием эвристик. Многочисленные попытки объяснить решение инсайтных задач с точки зрения теории задачных пространств направлены на объяснение инсай-

та через пошаговые алгоритмы (Kaplan&Simon, 1990; MacGregoretal., 2001; Weisberg&Alba, 1981 и др.), которые связаны с работой префронтальной коры (Мачинская, 2015). В то же время, как показано в ряде работ (DeCaro, Wieth, & Beilock, 2007; Jarosz, Colflesh, & Wiley, 2012; Jarosz&Wiley, 2012; Kouniosetal., 2008; Reverberi, Toraldo, D'Agostini, & Skrap, 2005), в случае нарушения работы префронтальной коры может наблюдаться улучшение решения творческих задач на фоне ухудшения решения.

Экспериментальные исследования механизмов инсайта осуществляются в рамках трех основных теоретических подходов, тесно связанных между собой (Корнилов, Владимиров, Коровкин, 2011). Первый и наиболее авторитетный подход к изучению инсайта оформился в рамках гештальт-психологии. Гештальт-психологический подход задает общий исторический контекст для изучения инсайта, в рамках данного подхода впервые были предложены способы и методы изучения решения инсайтных задач, впервые был введен и обоснован термин «инсайтная (продуктивная) задача», предложен ряд феноменологических механизмов протекания решения и появления инсайта. Второй подход к анализу инсайта отрицает существование данного феномена, отталкиваясь от гештальтистского положения о независимости решения инсайтных задач от прошлого опыта, акцентирует внимание на роль памяти, знания и опыта при решении продуктивных задач. Этот подход может быть обозначен как неспецифический подход. Третий подход может быть обозначен как экспериментальный подход. В рамках данного подхода используется решение сложных головоломок и математических задач с целью анализа когнитивных и регулятивных процессов, сопровождающих озарение (Davidson, 2003). Важнейшим подходом в психологии мышления является гештальт-психология. В рамках данного подхода были поставлены основные принципиальные теоретические вопросы, в частности о специфике продуктивного и репродуктивного мышления, механизмах поиска решения, структуре проблемы и т.д. Особый вклад в исследования гештальт-психологического подхода внесли К. Дункер, М. Вертгеймер, В. Кёлер, Л. Секей, Н. Майер.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента МК-3877.2015.6, а также гранта РФНФ 16-06-00954

Основная идея данного течения формулируется в виде утверждения о роли целостности в мыслительном процессе. Таким образом, в центре изучения оказываются не вещи, обладающие свойствами и связями, а феноменальное поле, проблемная ситуация, целостная организация проблемы. В отечественной психологии мышления данная ветвь представлена школой С. Л. Рубинштейна – исследования А. М. Матюшкина, А. В. Брушлинского и др. В рамках данного направления под средством познания и решения понимается нахождение аспекта объекта, включенного в контекст конкретной ситуации (функциональное значение). Инсайт понимается как феномен, в основе которого лежит особый творческий процесс – реструктурирование поля. Теоретическая позиция гештальт-психологов в психологии мышления строилась на слабости ассоцианизма в отношении объяснения решения творческих задач. Гештальт-психологи стали утверждать, что решение продуктивных задач осуществляется без опоры на прошлый опыт, исключительно на основе ситуации, зрительного поля. Это положение оспаривается в рамках неспецифического подхода (*nothing-special approach, memory position*) (Davidson, 2003). Представители данного подхода придерживаются мысли о том, что в основе решения продуктивных задач лежат те же механизмы, что и в основе решения репродуктивных (рутинных) задач. И в данном случае обозначать ряд задач термином «инсайтные» некорректно. Р. Вайсберг и Дж. Альба (Weisberg & Alba, 1981) предлагали испытуемым решить классическую задачу с девятью точками. Испытуемым давалась прямая подсказка, что необходимо найти решение, выйдя за пределы обрабатываемых границ, установленных точками. Было установлено, что прямая подсказка не влияет на успешность решения данной задачи. Однако, как выявили исследователи, предварительно решая близкие по структуре задачи, испытуемые были более успешными в решении задачи с девятью точками. Таким образом, Р. Вайсберг и Дж. Альба приходят к выводу, что припоминание относительно специфической прошлой информации играет более важную роль в решении задач, чем «инсайтное мышление». В целом, результаты Р. Вайсберга и Дж. Альбы совпадают с результатами исследований в русле экспертного подхода (Chase & Simon, 1973; Chi, Feltovich, & Glaser, 1981), в которых показано, что успешность экспертов в определенной области относительно новичков обусловлена объемом, высокой организацией структур домен-специфического знания в большей степени, чем специфическими психическими процессами. По мнению Д. Перкинса, как в решении репродуктивных, так и в решении продуктивных задач, наблюдается

использование последовательных шагов. Таким образом, субъективно спонтанное реструктурирование материала подготавливается некоторыми последовательными действиями. Д. Перкинс скептически оценивает тезис гештальт-психологов о существовании особых инсайтных процессов и невозможности их вербализовать. Дальнейшая поддержка неспецифического подхода была получена в работах компьютерных программистов, моделирующих когнитивные процессы. Разработанные программы моделируют некоторые мыслительные процессы и позволяют воспроизводить доказательства логических теорем и научные открытия. Никакие специальные продуктивные процессы для компьютерных программ при этом не требуются. В рамках экспериментального подхода предпринята попытка изучения специфических продуктивных процессов в строго контролируемых условиях на широкой выборке. Главными целями данного подхода являются феномены функциональной фиксированности, инкубации и чувства близости к решению. Одним из центральных вопросов экспериментального подхода является вопрос о роли инкубационного периода в возникновении инсайта. Инкубационный период возникает при невозможности решить проблему сходу. Существует, по крайней мере, две причины возникновения трудности перехода к решению. Во-первых, субъект может фиксироваться на определенном способе решения проблемы, который в итоге не приводит к успеху, при этом не может переключиться на другой способ. Во-вторых, тупик в решении может возникнуть вследствие неспособности выдвинуть новые идеи. Обе причины могут играть определенную роль в возникновении тупика и, как следствие, приводить к началу инкубационного периода. Поэтому в рамках экспериментального подхода предлагаются две модели инкубационных процессов. Первая модель, опирающаяся на представлении об инкубации как результате фиксированности, рассматривает в качестве основного механизма инкубации забывание. Впервые идея о забывании как основном механизме инкубационного периода была высказана Р. Вудвортом (Вудвортс, 1950). Перерыв в решении задачи позволяет ослабить непродуктивные фиксации и актуализировать более полезные пути решения. В то же время, испытуемым, фиксированным на неправильном способе решения, перерыв позволяет забыть неверные способы и применить новые способы решения. В исследовании С. Смита и С. Бланкеншипа было показано, что при условии относительно длительного периода инкубации испытуемые, которые забывают ложные слова-подсказки, более успешно справляются с решением ребусов. Таким образом, забыва-

ние может рассматриваться в качестве механизма инкубации, однако забывание не может объяснить случаи успешной инкубации, когда с момента предъявления не было фиксации на неправильных способах решения (Smith&Blankenship, 1989). Вторая модель построена на идее, что инкубация возникает вследствие невозможности найти правильное решение и так же, как и предыдущая модель, использует в объяснении механизмы памяти. В соответствии с моделью оппортунистической ассимиляции, предложенной К. Зейферт и коллегами, мотивированный решатель в случае неудачи при решении проблемы может перевести проблему в долговременное хранилище, пометив её как нерешенную (Seifert, Meyer, Davidson, Patalano, & Yaniv, 1995). Нерешенная проблема может оставаться неактуализированной до тех пор, пока не поступит релевантная решению информация. В случае, если поступает информация, оцениваемая как релевантная правильному решению, то проблема актуализируется и стадия инкубации переходит в стадию инсайта. Забывание и ассимиляция не исчерпывают список всех возможных процессов инкубационного периода. Так, например, в отечественной психологии мышления особое место занимает интуитивная модель Я. А. Пономарева. По его мнению, различие между процессом сознательного решения и инкубационным периодом состоит в том, что решатель задействует разные по своей природе, осознанности и алгоритмизированности процессы. Он выделяет пять уровней творческих процессов от «интуитивного» полюса до «логического». На полюсе логических процессов представлены вербализуемые логические алгоритмы решения комбинаторных задач. В случае, если задача не получает своего решения, решение может быть осуществлено на более глубоких уровнях с помощью архаических интуитивных невербализуемых процессов. Таким образом, инкубация есть не простое забывание или запоминание задачи, а глубинная работа над её решением (Пономарёв, 1976). В ходе решения задачи момент обнаружения правильного решения предваряется эмоциональным переживанием близости решения (Тихомиров, Виноградов, 2008). Наиболее ярким экспериментальным исследованием динамики чувства близости к решению проведено Дж. Меткалф (Metcalfе&Wiebe, 1987). Испытуемым предлагалось решать задачу, каждые 15 секунд необходимо было оценить близость к решению по семибалльной шкале (холоднее-теплее). Были получены значимые различия в динамике чувства близости при решении инсайтных и алгоритмизированных задач. Если в алгоритмизированных комбинаторных задачах наблюдалось постепенное увеличение «теплоты» (близости

к решению), то в инсайтных задачах такого приближения не наблюдалось, а фиксировалась длительное время удаленность от решения задачи и только после инсайта близость к решению оценивалась как максимальная. В последующих работах данный феномен был воспроизведен, а также выявлены некоторые особенности различных инсайтных задач (Davidson, 1995). Основываясь на собственной трех-процессной теории инсайта Дж. Дэвидсон выделила три типа инсайтных задач, опирающихся на соответствующий инсайтный процесс: задачи, требующие селективного кодирования, селективной комбинации и селективного сравнения. Было обнаружено, что оценка близости к решению по методике Дж. Меткалф различалась при решении инсайтных задач на основе различных процессов. Так, в задачах, требующих использования селективной комбинации, после внезапного обнаружения принципа решения наблюдалось последовательное нарастание чувства близости к решению. Таким образом, можно говорить о том, что после инсайта может продолжаться работа по поиску решения и его проверке. В то же время испытуемые, получившие прямые подсказки использовать необходимые процессы для решения задачи проявили последовательное нарастание чувства близости к решению.

Микродинамика мыслительного процесса (динамика решения внутри одной задачи) по сравнению с аналогичными параметрами других познавательных процессов изучена достаточно поверхностно. В работах, посвященных данному вопросу, преобладает феноменологический анализ самоотчетов испытуемых и выделение этапов на основании авторских представлений об этапах решения задачи (Брушлинский, 1979; Вертгеймер, 1987; Корнилов, 2000). Реже встречается выделение этапов на основе анализа протоколов решения (Дункер, 1965; Спиридонов, 2006) и описание динамики мыслительного процесса на основе дополнительных индикаторов: эмоциональная реакция (Тихомиров, 1984), движение глаз (Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999), субъективная оценка близости к решению (Metcalfе&Wiebe, 1987). Первый вариант решения проблемы представляется нам исторически оправданным для периода развития психологического знания, на котором он применялся, однако, он обладает существенными недостатками – априорной заданностью результата поиска (происходит подгонка эмпирики под авторскую концепцию), невозможностью составить представление о механизмах мыслительного процесса, невозможностью учета тонкой микродинамики (особенностей протекания процесса в коротких временных интервалах). Наиболее перспективным нам представляется сочетание второго

и третьего пути – соотнесение протоколов решения (протоколы мышления вслух или иной способ объективации мыслительного процесса) с дополнительными индикаторами. При этом выбираемый индикатор должен быть связан с мыслительным процессом. Ряд авторов предполагают наличие существенной роли рабочей памяти в процессе решения задачи (Андерсон, 2002; Ericsson, & Simon, 1980 др.). В качестве индикатора динамики решения мыслительных задач нами предлагается степень загрузки рабочей памяти (Владимиров, Коровкин, Лебедь, Савинова, & Чистопольская, 2016; Korovkin, Vladimirov, & Savinova, 2014). Оценка динамики решения осуществляется с использованием методики зонда – монитора (решение задачи с одновременным выполнением второстепенного задания, время ответа на которое служит индикатором загрузки рабочей памяти). Данная методика основана на двух моделях: а) теория распределения ресурса (Kahneman, 1973) (существует ограниченный ресурс, расходуемый на решение различных задач, его распределение зависит от субъективной важности той или иной задачи); б) теория рабочей памяти (Baddeley & Hitch, 1974) (рабочая память представляет собой ограниченную емкость, в которой осуществляются процессы переработки информации, состоящую из блока центрального исполнителя и двух слейв-систем: фонологической петли и оптико-пространственного блокнота). Согласно обеим моделям, при одновременном выполнении двух похожих заданий происходит конкуренция за общий для них ресурс, который должен распределиться между двумя задачами. При этом, выполнение одного из заданий ухудшится, что может отразиться на времени его выполнении, количестве ошибок, точности и т.п. Однако в работах на переключение между двумя заданиями (Monsell, 2003; Pecher, Zeelenberg, & Barsalou, 2003) имеются данные, противоречащие упомянутым моделям рабочей памяти. Согласно их представлениям, схожие задания выполняются быстрее, что происходит за счет сокращения времени, затрачиваемого на переключение. При выполнении разных заданий необходимо дополнительное время, затрачиваемое на переход от одного блока к другому, его активацию, торможение активности предыдущего блока и т.п. Таким образом, с точки зрения данных авторов, эффективнее будут выполняться задачи, контролируемые одним блоком рабочей памяти. Существуют две теории, объясняющие данные, полученные в экспериментах Л. Барсалю, Р. Роджерса и С. Монселла. С точки зрения теории исполнительского контроля, переключение представляет собой смену целевого задания и осуществляется через активацию исполнительского блока. При смене цели

происходит перезагрузка системы, что приводит к временным затратам, образующим задержку переключения. С точки зрения модели объединения стимула, для осуществления переключения исполнительский контроль не требуется. Переключение происходит автоматически на основе анализа задачи, если задача является повторением предыдущей задачи, то переключение не требуется, если же задача имеет существенные изменения, то система перезагружается, тем самым затрачивая время. В работе (Logan, Bundesen, 2003) приводится экспериментальное подтверждение в пользу второй модели. Таким образом, на данный период времени является актуальным вопрос о том, каким образом происходит одновременное выполнение нескольких задач, является ли их осуществление результатом политики распределения ресурса, или же происходит переключение от выполнения одной задачи к другой. В систематическом обзоре, посвященном исследованию нейрональных коррелят инсайтного решения (Dietrich & Kanso, 2010) рассматриваются наиболее цитируемые работы 2000–2010 годов. В работе анализируются три блока исследований: нейрональные корреляты креативности, нейрональные корреляты творчества и нейрональные корреляты инсайтного решения. Наиболее существенно отличаются результаты по описанию активности передней цингулярной коры (anterior cingulate cortex, ACC) при решении собственно творческих заданий (инсайтные задачи и творчество) и тестов креативности в меньшей степени чувствительных к реализуемости решения и противоречиям, заложенным в условия. В работах, посвященных инсайту, в 9 из 20 работ упоминается активность ACC. В аналогичном блоке о творчестве 9 из 13. В блоке, посвященном нейрональным коррелятам креативности только 1 из 32. Каким образом мы можем исследовать активность ACC в инсайтном процессе с помощью доступного нам метода ЭЭГ? Представляется 2 пути: прямой и косвенный. Прямой предполагает фиксацию электрической активности мозга при решении инсайтной задачи (фоновая запись или различные варианты ERP), косвенный предполагает использование когнитивного мониторинга с предварительной оценкой нейрональных коррелят выполнения задания-монитора (Тест Струпа, фланговые задачи Эриксона). Анализ литературы показывает, что прямой метод преимущественно используется в ERP-парадигме (Luo et al., 2011; Qiu et al., 2008). Общей идеей является сравнение инсайтных и неинсайтных решений кратких инсайтоподобных заданий (ребусы-логогрифы, загадки). Об активности глубинных структур к которым относится ACC авторы судят на основе трехмерной реконструкции электрической актив-

ности мозга, используя различные варианты дипольного анализа и различные модели, алгоритмы и программные решения (LORETA, BESA), позволяющие реконструировать трехмерную карту активности мозга и отождествить картину вызванной активности с функционированием глубинных структур. Косвенный метод предполагает предварительную оценку мозговых коррелятов выполнения задания монитора, которое в дальнейшем будет использоваться в технике когнитивного мониторинга решения (Kahneman, 1973; Коровкин, Владимиров, 2012). Принцип анализа эффективности используемых мониторов с точки зрения связанности их с функционированием АСС оценивается аналогично процедуре, рассмотренной для оценки участия АСС в инсайтном решении. Анализ литературы показывает, что на данную роль в большей степени претендуют различные модификации теста Струпа и фланговые задачи Эриксона (Botvinick, Braver, Barch, Carter, &Cohen, 2001; Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter, &Cohen, 1999; Bush, Luu, &Posner, 2000). В качестве функционала АСС в подобных задачах рассматриваются преимущественно мониторинг конфликта (рассогласования) и детекция ошибок. В исследованиях используются как ЭЭГ данные, так и данные картирования с помощью fMRI и PET. В ряде работ показана тесная связь решения творческих (инсайтных) задач с эмоциональными состояниями, в частности с положительными эмоциями (Ashby, Isen, &Turken, 1999; Isen, Daubman, &Nowicki, 1987; Rowe, Hirsh, &Anderson, 2007). На основе методов фМРТ и ЭЭГ получены данные о том, что связь между эмоциями и решением инсайтных задач проявляется из-за активизации одних и тех же зон передней цингулярной коры (Subramaniametal., 2009). Авторы, тем самым, считают, что связь между эмоциями и инсайтом могут носить структурный характер на уровне регуляции решений, что согласуется с нашими данными о связи инсайта и юмора (Коровкин, Никифорова, 2014).

Таким образом, весьма актуальны исследования на стыке двух активно развивающихся в последние годы направления: психологии решения инсайтных задач и нейропсихологии исполнительских функций. Для адекватного объяснения получаемых в парадигме двойного задания данных требуется разработка более полной теоретической модели рабочей памяти и управляющих функций в решении инсайтных задач. Мы считаем, что такая модель должна быть основана на идее о неоднородности и процессуальной специфичности исполнительских (управляющих) функциях префронтальной коры головного мозга. Традиционно в моделях рабочей памяти управляющие функции рассматриваются как целостный

блок, например, блок центрального исполнителя (Baddeley, 2002). Функции центрального исполнителя связываются с работой конвекситальной части префронтальной коры. В то же время, в ряде работ (Мачинская, 2015) показано, что функции лобных долей неоднородны и могут выполнять различные функции, некоторые из которых должны быть включены в модель рабочей памяти, а также сопоставлены с процессами решения мыслительных задач. Мы предполагаем учет, по меньшей мере, двух управляющих функций: блок программирования и исполнения последовательных операций, а также блок детекции противоречий между программами. Поиск и детекция противоречий в ходе решения задачи могут быть ключевым механизмом в понимании феномена инсайта (Спиридонов, Логинов, Мухутдинова, Лифанова, 2016). Данные блоки могут быть сопоставлены двум частям лобных долей: конвекситальной ПФК и передней поясной коре.

Литература

1. Андерсон Дж. Когнитивная психология. 5-е издание. – СПб.: Питер, 2002.– 496 с.
2. Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. – М.: Мысль, 1979.– 230 с.
3. Бэддели А.Д. Работает ли еще рабочая память? // Когнитивная психология: история и современность. Хрестоматия / под ред. М.В. Фаликман и В.Ф. Спиридонова. М.: Ломоносовъ, 2011. С. 312–322.
4. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. – М.: Прогресс, 1987.– 336 с.
5. Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю., Лебедь А.А., Савинова А.Д., Чистопольская А.В. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения. Психологический журнал, 37(1), 2016.С. 48–60.
6. Вудвортс Р. Экспериментальная психология. – М.: Издательство иностранной литературы, 1950.– 798 с.
7. Дункер К. Подходы к исследованию продуктивного мышления. // Психология мышления / под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 50–67.
8. Корнилов Ю.К., Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю. Современные теории мышления. Ярославль: ЯрГУ, 2011.– 144 с.
9. Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д. Задание-зонд как монитор динамики мыслительных процессов // Экспериментальный метод в структуре психологического знания / Под ред. В.А. Барабанщикова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2012. С. 255–259.
10. Коровкин С.Ю., Никифорова О.С. Когнитивные и аффективные механизмы юмористической-фасилитации решения творческих задач // Экспериментальная психология, 2014. Том 7. № 4. С. 37–51.

11. Майер Н. Об одном аспекте мышления человека // Психология мышления / под ред. А. М. Матюшкина – М.: Прогресс, 1965. С. 300–313.
12. Мачинская Р. И. Управляющие системы мозга // Журнал высшей нервной деятельности, 2015, том 65, № 1. С. 33–60
13. Пономарев Я. А. Психология творчества и педагогика. – М.: Педагогика, 1976.– 280 с.
14. Спиридонов В. Ф. Функциональная организация процесса решения мыслительной задачи. Дис. ... докт. псих. наук. – Москва: 2006.
15. Спиридонов, В. Ф., Логинов, Н. И., Мухутдинова, А. О., Лифанова, С. С. Противоречие в структуре репрезентации задачи как условие возникновения инсайта // Психологический Журнал, Т. 37 № 1, С. 61–68.
16. Тихомиров О. К., Виноградов Ю. Е. Эмоции в функции эвристик // Психология мышления / под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. Ф. Спиридонова, М. В. Фаликман, В. В. Петухова.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 443–450.
17. Ashby F. G., Isen A. M., Turken A. U. A Neuropsychological Theory of Positive Affect and Its Influence on Cognition // Psychological Review. 1999. № 3 (106). P. 529–550.
18. Baddeley A. D. Fractionating the Central Executive // D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), Principles of Frontal Lobe Function. – New York: Oxford University Press, 2002. P. 246–260.
19. Baddeley A. D., Hitch G. J. Working memory // Bower G. H. (Ed.). The psychology of learning and motivation, V. 8. NY: Academic Press, 1974. P. 47–89.
20. 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, V. 33. P. 983–998.
21. Botvinick, M. M., Braver T. S., Barch D. M., Carter C. S., Cohen J. D. Conflict Monitoring and Cognitive Control // Psychological Review. 2001. № 3 (108). P. 624–652.
22. Botvinick M., Nystrom L. E., Fissell K., Carter C. S., Cohen J. D. Conflict monitoring versus selection – for – action in anterior cingulate cortex // Nature, 1999, V. 402. P. 179–181.
23. Bush G., Luu P., Posner M. I. Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex // Trends in cognitive sciences. 2000. № 6 (4). P. 215–222.
24. Chase W. G., Simon H. A. Perception in chess // Cognitive Psychology. 1973. № 1 (4). P. 55–81.
25. Chi M. T. H., Feltovich P. J., Glaser R. Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices // Cognitive Science. 1981. № 2 (5). P. 121–152.
26. Davidson J. E. Insights about Insightful Problem Solving // J. E. Davidson, R. J. Sternberg (Eds.) The Psychology of Problem Solving. – Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 149–175.
27. Davidson J. E. The Role of Working Memory in Problem Solving // J. E. Davidson, R. J. Sternberg (Eds.) The Psychology of Problem Solving. – Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 176–207.
28. Davidson J. E. The Suddenness of Insight // R. J. Sternberg, J. E. Davidson (Eds.), Cambridge, MA: MIT Press, 1995. P. 125–155.
29. DeCaro M. S., Wieth M., Beilock S. L. Methodologies for examining problem solving success and failure // Methods. 2007. № 1 (42). С. 58–67.
30. Dietrich A., Kanso R. A Review of EEG, ERP, and Neuroimaging Studies of Creativity and Insight // Psychological Bulletin. 2010. № 5 (136). P. 822–848.
31. Isen A. M., Daubman K. A., Nowicki G. P. Positive affect facilitates creative problem solving // Journal of Personality and Social Psychology, 1987, V. 52 (6). P. 1122–1131.
32. Jarosz A. F., Colflesh G. J. H., Wiley J. Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving // Consciousness and Cognition. 2012. № 1 (21). P. 487–493.
33. Jarosz A. F., Wiley J. Why does working memory capacity predict RAPM performance? A possible role of distraction // Intelligence. 2012. № 5 (40). P. 427–438.
34. Kahneman D. Attention and Effort / D. Kahneman, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1973. 246 p.
35. Kaplan C. A., Simon H. A. In search of insight // Cognitive Psychology, 1990, V. 22 (2). P. 374–419.
36. Kaufmann G., Vosburg S. K. «Paradoxical» mood effects on creative problem-solving // Cognition and Emotion, № 11, 1997. P. 151–170.
37. Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., Rhenius, D. Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 1999, 25 (6). P. 1534–1555.
38. Korovkin S. Yu., Vladimirov I. Yu., Savinova A. D. The Dynamics of Working Memory Load in Insight Problem Solving // The Russian Journal of Cognitive Science, 2014, vol. 1 (4), P. 67–81
39. Kounios J., Fleck J. I., Green D. L., Payne L., Stevenson J. L., Bowden E. M., Jung-Beeman, M. The origins of insight in resting-state brain activity // Neuropsychologia. 2008. № 1 (46). P. 281–291.
40. Logan G. D., Bundesen C. Clever homunculus: Is there an endogenous act of control in the explicit task-cuing procedure? // Journal of experimental psychology. Human perception and performance, 2003, V. 29 (3). P. 575–599.
41. Luo J. Li W., Fink A., Jia L., Xiao X., Qiu J., Zhang Q. The time course of breaking mental sets and forming novel associations in insight-like problem solving: an ERP investigation // Experimental Brain Research. 2011. № 4 (212). P. 583–591.
42. 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. № 1 (27). P. 176–201.
43. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // Memory & Cognition. 1987. № 3 (15). P. 238–246.
44. Monsell S. Task switching // Trends in cognitive sciences. 2003. № 3 (7). P. 134–140.

45. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. Investigating the effect of Mental Set on Insight Problem Solving // *Experimental Psychology*, 2008, V.55 (4). P. 270–282.
46. Pecher D., Zeelenberg R., Barsalou L.W. Verifying different-modality properties for concepts produces switching costs // *Psychological Science*, 2003, V.14 (2). P. 119–124.
47. Qiu J., Li H., Yang D., Luo Y., Li Y., Wu Z., Zhang Q. The neural basis of insight problem solving: An event-related potential study // *Brain and Cognition*. 2008. № 1 (68). P. 100–106.
48. Reverberi C., Toraldo A., D'Agostini S., Skrap M. Better without (lateral) frontal cortex? Insight problems solved by frontal patients // *Brain*. 2005. № 12 (128). P. 2882–2890.
49. Rogers R.D., Monsell S. The cost of a predictable switch between simple cognitive tasks // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1995, V.124. P. 207–231
50. Rowe G., Hirsh J.B., Anderson A.K. Positive affect increases the breadth of attentional selection // *PNAS*. 2007. № 1 (104). P. 383–388.
51. Seifert C.M., Meyer D.E., Davidson N., Patalano A.L., Yaniv I. Demystification of cognitive insight: Opportunistic assimilation and the prepared mind perspective // Sternberg R.J., Davidson J.E. (Eds.). *The nature of insight*. NY: Cambridge University Press, 1995. P. 65–124.
52. Simon H.A. Information-Processing Theory of Human Problem Solving // W.K. Estes (Ed.) *Handbook of Learning and Cognitive Processes: Human Information Processing*. Vol. 5, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. P. 271–295.
53. Smith S.M., Blankenship S.E. Incubation effects // *Bulletin of the Psychonomic Society*. 1989. № 4 (27). P. 311–314.
54. 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, V.21 (3). P. 415–432.
55. Weisberg R.W., Alba J.W. An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of “insight” problems // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1981, V.110 (2). P. 169–192.
56. Wiley J., Jarosz, A.F. How working memory capacity affects problem solving // *Psychology of Learning and Motivation*, 2012, V.56. P.185–227.