

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ КАК МЕХАНИЗМЫ ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ¹

© 2016 г. С. Ю. Коровкин*, А. Д. Савинова**

* Кандидат психологических наук, доцент Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, Ярославль, стажер-исследователь ИОН РАНХиГС, Москва;
e-mail: korovkin_su@list.ru

** Магистрант Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, Ярославль.
e-mail: anuta1334@yandex.ru

Осуществлено исследование природы инсайтного решения на основе изучения динамики аналитических и синтетических процессов в ходе решения инсайтных задач. Приведены результаты экспериментального исследования процессов решения малых творческих (инсайтных) задач с помощью отслеживания динамики загрузки рабочей памяти. Предложен способ выделения содержательных этапов решения инсайтных задач с помощью мониторинга динамики загруженности рабочей памяти с использованием задания-зонда. Получены данные о специфике решения инсайтных задач по сравнению с алгоритмизированными задачами. В решении инсайтной задачи обнаружены два основных пика загруженности – на начальных этапах решения и непосредственно перед нахождением решения задачи. В алгоритмизированных задачах наблюдается пик загруженности в середине решения задачи. Выявлена устойчивая закономерная динамика аналитических и синтетических процессов в решении инсайтных задач.

Ключевые слова: мышление, инсайт, рабочая память, анализ, синтез, инкубация, задание-зонд.

Механизмы творческого мышления, несмотря на более чем вековую историю экспериментального исследования, остаются нераскрытыми. Сложности исследования такого явления как инсайт во многом связаны с тем, что исследователи наталкиваются на проблему метода. Описание факторов, влияющих на успешность решения творческих процессов в целом, дает лишь самое приблизительное понимание процессов инсайтного решения. Изучение творческого решения как процесса требует, в первую очередь, исследования динамики этого процесса. Изучение феномена инсайта связано со сложностями и ограничениями: в частности, инсайт субъективно носит мгновенный и непредсказуемый характер, а мыслительные процессы, лежащие в его основе, свернуты, краткосрочны и невербализуемы. Одно из наиболее авторитетных направлений в психологии решения задач – теория задачного пространства – вообще отказывает инсайту в существовании специфических мыслительных процессов [18]. Таким образом, даже сама идея существования инсайтных механизмов требует подтверждения.

По нашему мнению, динамика решения мыслительных задач может быть оценена и выявлена с помощью анализа загрузки рабочей памяти в ходе их решения. Ресурсы рабочей памяти могут быть критически важны для решения мыслительных задач [13, 14, 16]. С точки зрения динамики загрузки рабочей памяти, могут быть эксплицированы несколько возможных точек зрения. Снижение загрузки рабочей памяти может быть критичным для инсайтного решения и быть признаком стирания из рабочей памяти неверных сценариев решения [1] либо признаком ожидания подходящей информации в виде подсказки [24]. С другой стороны, можно предполагать увеличение загрузки рабочей памяти как признак наличия неосознаваемых процессов переработки информации [6, 10, 19, 22]. Выраженность загрузки и ее динамики при выполнении дополнительного задания с определенным содержанием является признаком значимости данного содержания в решении основной задачи [16].

В наших предыдущих работах [5] проведены попытки оценить изменение динамики ошибок в выполнении заданий-зондов при решении мыслительных задач. Задание-зонд представляет собой простое задание, выполняемое одновременно с

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-06-07899а), а также фонда Михаила Прохорова (Карамзинские стипендии – 2016).

решением мыслительной задачи, по продуктивности и эффективности выполнения которого можно оценить степень загрузки рабочей памяти мыслительными процессами. Такие измерения позволяют судить о неспецифическом влиянии управляющих функций в решении задач. Однако глобальная цель – выявление специфических механизмов – требует поиска таких зондов и показателей, которые были бы чувствительны к изменениям в загрузке рабочей памяти при решении инсайтных задач. Мы исходим из того, что такая чувствительность к изменениям связана с релевантностью содержания задания-зонда процессам, задействованным на разных этапах решения инсайтной задачи. В рамках данного исследования мы предполагаем, что наиболее релевантным для творческих процессов являются синтетические процессы, протекающие в рабочей памяти.

Природа творческого мышления в гештальт-психологии мышления связывается с синтетическими процессами. Идея о том, что новое знание может быть получено с помощью “синтетических суждений”, была впервые сформулирована И. Кантом [7]. К. Дункер в одной из ключевых для психологии творческого мышления работ [6] рассматривает “синтетическое обнаружение” как возможность получения нового знания на основе включения имеющихся объектов в новую ситуацию или в новый контекст, благодаря которому возможно выявление новых аспектов. Таким образом, в понятии синтеза объединяются два принципиально важных для гештальтпсихологии моменты – целостность восприятия и возможность открытия принципиально нового, не имеющегося в опыте. В отечественной психологии тезис о природе творческого мышления через механизмы открытия нового путем включения в новый контекст выражен в формуле “анализ через синтез” [2, 11].

В современных когнитивных исследованиях решения задач вопрос о синтетических и аналитических процессах явно не ставится. Однако при этом есть попытки связать творческие процессы с работой глобального уровня внимания [9], который в некоторой степени может рассматриваться как синтетический процесс [21], и с работой “холистического” правого полушария [15, 20]. Наиболее конкретно в психологии решения задач аналитические и синтетические процессы в решении анализируются в модели С. Олссона [22], в частности, в таком гипотетическом механизме инсайтного решения, как “декомпозиция чанка”. Если принять аналитические и синтети-

ческие процессы за горизонтальную ось координат, то вертикальная ось инсайтных процессов может быть представлена восходящими (низкоуровневыми) и нисходящими (высокоуровневыми) процессами. Данное деление является весьма условным и требуется лишь для того, чтобы подчеркнуть необходимость сложных контролируемых процессов в противовес относительно автоматизированным перцептивным процессам для инсайтного решения. Подобного рода деление использовалось и в работах Я.А. Пономарева [10], рассматривающего механизмы творчества как передачу интуитивного решения на логический уровень. В настоящее время данная традиция продолжается в сигнальной модели инсайта Е.А. Валуевой [3], описывающей решение творческой задачи в виде интуитивных механизмов в неосознаваемой форме, которые затем проявляют себя в активации определенных элементов семантической сети.

Таким образом, *целью данного исследования* является поиск специфических механизмов инсайтного решения. Разными авторами предлагаются различные механизмы инсайта, к примеру, в работе В.Ф. Спиридонова и коллег [12] обсуждается вопрос о том, что подобным механизмом может быть противоречие в структуре репрезентации задачи. Мы предполагаем, что синтетические и аналитические, а также высокоуровневые и низкоуровневые процессы играют различную роль на разных этапах решения инсайтных и алгоритмизированных задач.

Под низкоуровневыми процессами мы понимаем автоматизированные процессы переработки информации на основе перцептивных признаков; под высокоуровневыми – контролируемые процессы переработки информации на основе семантических признаков; под аналитическими – процессы выделения отдельных признаков воспринимаемого объекта, не связанных со свойствами целого; под синтетическими – процессы распознавания целостных свойств объекта.

По нашему мнению, инсайтное решение в большей степени связано с симультанными процессами, мгновенным схватыванием и быстрой репрезентацией условий задачи. Данным идеям в большей степени соответствуют низкоуровневые синтетические процессы. В самом общем виде *теоретическая гипотеза данного исследования* может быть сформулирована следующим образом: в основе инсайтного решения лежат автоматизированные низкоуровневые синтетические процессы.

Исследовательские гипотезы:

1. Существуют различия в динамике загруженности рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач;
2. Существует динамика загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач;
3. Существуют значимые различия в динамике загруженности рабочей памяти между аналитическими и синтетическими инсайтными задачами;
4. Существует значимая динамика загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач в условии с использованием низкоуровневых заданий-зондов по сравнению с высокоуровневыми.

МЕТОДИКА

Участники исследования. 40 человек (33 женщины) в возрасте от 18 до 47 лет ($M = 21.475$; $Med = 21$; $\sigma = 4.314$). Всего испытуемыми было решено 480 задач. Из выборки были исключены нерешенные задачи, задачи с временем ответа на задание-зонд более 20 секунд, задачи, решенные менее чем за 50 секунд. В итоге выборку составила 271 экспериментальная ситуация.

Методика. Для изучения процессов решения задач нами была разработана методика отслеживания динамики мыслительных процессов через оценку степени загрузки рабочей памяти [8]. Методика представляет собой вариант методики двойной задачи по типу задания-зонда [17]. Благодаря использованию приема задания-зонда осуществляется текущий мониторинг загрузки рабочей памяти при выполнении основного задания (мыслительной задачи) специфичным механизмом, необходимым для выполнения вторичного простого задания-зонда. Ряд исследований посвящен существующим методическим приемам изучения мыслительного процесса через рабочую память [4, 8]. В предыдущих работах выявлена слабая динамика загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач, что связано с проблемой выбора релевантного инсайтным процессам задания-зонда. Анализ динамики количества ошибок в выполнении задания-зонда при решении задач [5] оказывается недостаточно чувствительным показателем загрузки рабочей памяти. В данной работе предпринята попытка найти релевантные зонды с использованием аналитических и синтетических процессов.

Испытуемым предлагается решить мыслительную задачу и одновременно с этим выполнять вторичное задание в виде зонда-монитора, который представляет собой выбор одной из двух возможных альтернатив. На мониторе компьютера в центре экрана предъявляются изображения, на которые необходимо давать ответы в форме максимально быстрого нажатия на соответствующую клавишу (стрелка влево и стрелка вправо). Над изображениями на мониторе предъявляется текст задачи, который остается доступен испытуемому на протяжении всего решения. Между отдельными заданиями (решением задач) предусмотрен непродолжительный (не более 60 секунд) отдых. Фиксируется время реакции испытуемого при выполнении задания зонда, которое используется для оценки динамики загрузки рабочей памяти. Динамика времени реакции при выполнении задания-зонда является показателем динамики загрузки рабочей памяти при решении основной задачи. Выполнение каждого задания осуществляется до полного решения (или отказа от решения) мыслительной задачи. Решение задачи осуществлялось испытуемым устно, в форме “мышления вслух”. В случае если испытуемый более 2–3 минут не выдвигает гипотез относительно возможного варианта решения задачи, то экспериментатор дает ему вербальную подсказку. Процедура и алгоритм предъявления стимульного материала выполнены в программе *PsychoPy2 v1.76.00* [23].

Процедура исследования. Дизайн эксперимента предполагал использование в качестве независимых переменных тип задачи (алгоритмизированная задача, инсайтная: преимущественно аналитическая и преимущественно синтетическая задачи), тип задания-зонда: уровневость процессов (низко- и высокоуровневый зонд) и синтетичность (аналитический и синтетический зонд). В качестве зависимой переменной выступала степень загрузки рабочей памяти (время реакции при выполнении задания-зонда). Экспериментальный план выполнен с использованием неполного смешения условий по типу греко-латинского квадрата $3 \times 2 \times 2$ (12 экспериментальных ситуаций для каждого испытуемого). Перед выполнением основной серии испытуемые проходили тренировку выполнения задания-зонда без решения задач.

В эксперименте были использованы 4 типа зондовых заданий, которые отличались по двум параметрам: по уровневости задействованных процессов и по наличию аналитического или синтетического компонентов. Все зондовые задания предъявляются по центру монитора. Цвет всех

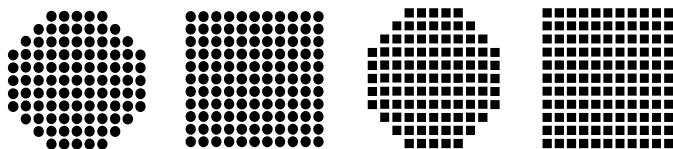


Рис. 1. Примеры изображений, предъявляемых испытуемым в виде низкоуровневого зонда.

стимулов – черный; фон – белый. Между графическими стимулами предъявляется маска.

1) *Высокоуровневый синтетический зонд.* Участнику эксперимента в случайном порядке предъявляется набор псевдослов и слов с опечаткой. Псевдослово – это набор букв, не имеющий лексического значения для носителей русского языка (пример: эжомелльт, тувырцас). В качестве слов с опечаткой использованы слова, в которых изменено положение двух букв в середине слова (пример: безобарзие, депрсесия). Слова с опечаткой и псевдослова были уравнены по количеству букв (от 7 до 15). Задача – определять слово с опечаткой (стрелка влево) и псевдослово (стрелка вправо) как можно быстрее и точнее.

2) *Высокоуровневый аналитический зонд.* Участнику эксперимента в случайном порядке предъявляется тот же набор псевдослов и слов с опечаткой, но с инструкцией определять как можно быстрее и точнее наличие (стрелка вправо) или отсутствие (стрелка влево) буквы “р”. Количество слов с наличием и отсутствием данного признака было уравнено.

3) *Низкоуровневый синтетический зонд.* Участнику эксперимента в случайном порядке предъявляются изображения геометрических фигур (круг и квадрат), составленные из малых геометрических фигур (рис. 1). Всего использовано четыре сочетания: большой круг, составленный из малых кругов; большой круг, составленный из малых квадратов; большой квадрат, составленный из малых кругов; и большой квадрат, составленный из малых квадратов. Задача – как можно быстрее и точнее определять вид большой фигуры (большой круг – влево, большой квадрат – вправо).

4) *Низкоуровневый аналитический зонд.* Участнику эксперимента предъявляется тот же набор геометрических фигур в случайном порядке (рис. 1). Однако задача – определять вид малых фигур, из которых состоит большая фигура (малые круги – стрелка влево, малые квадраты – стрелка вправо).

Одновременно с выполнением задания-зонда испытуемым необходимо решить основную задачу, которая предъявляется сверху экрана. Задачи

предъявляются испытуемому в случайном порядке с целью компенсировать факторы порядка предъявления и утомления. Всего участнику предлагалось решить три типа задач (по четыре задачи каждого типа):

1) *Алгоритмизированная задача.* Под алгоритмизированными задачами мы понимаем задачи, для решения которых известна (очевидна или актуализирована) система операторов и правил их применения, а процедура их решения может быть описана в терминах использования алгоритмов (см. Приложение).

2) *Инсайтная аналитическая задача.* Под инсайтными задачами мы, в общем виде, понимаем задачи, для успешного решения которых требуется смена операторов или системы их применения (требуется нахождение функционального решения), а новая система операторов и правил для субъекта неизвестна (неочевидна или не актуализирована). Инсайтные преимущественно аналитические задачи содержат в себе неочевидное функциональное решение, для нахождения которого необходимо осуществить анализ имеющихся в задаче элементов и т.п. Преимущественное аналитическое решение задачи не исключает включения синтетических компонентов решения (см. Приложение).

3) *Инсайтная синтетическая задача.* Инсайтные преимущественно синтетические задачи содержат в себе неочевидное функциональное решение, для нахождения которого необходимо осуществить синтез имеющихся в задаче элементов и т.п. (см. Приложение).

Статистическая обработка осуществлялась с помощью методов однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа (*ANOVA*).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В связи с тем, что время решения каждой из задач различно, оно было поделено на 10 равных по времени отрезков (или этапов). Для оценки динамики загруженности рабочей памяти использовался подсчет среднего времени реакции для каждого этапа у каждого участника. Наличие динамики загруженности рабочей памяти при решении задач оценивалось как статистически значимый сдвиг во времени реакции на задание-зонд по 10 этапам.

С помощью двухфакторного дисперсионного анализа были выявлены различия между инсайтными и алгоритмизированными задачами в общем уровне загруженности рабочей памяти по всем ви-

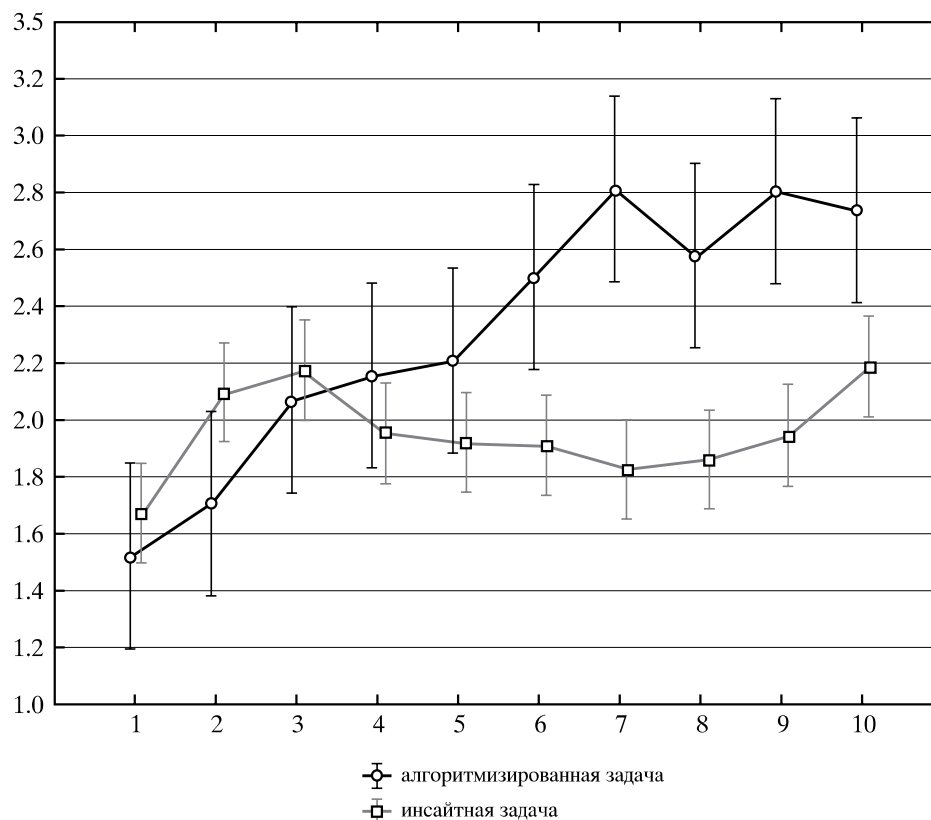


Рис. 2. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач в условии выполнения всех заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

дам зондов ($F(1, 2690) = 35.46, p < .001, \eta_p^2 = .01$) (рис. 2). Значимое взаимодействие факторов типа задачи и этапа выполнения говорит о различиях в динамике решения инсайтных и алгоритмизированных задач ($F(9, 2690) = 6.01, p < .001, \eta_p^2 = .02$). Характер кривых динамики загруженности рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач в целом совпадает с данными, описанными нами в предыдущих исследованиях [8], что указывает на устойчивость данной закономерности к содержанию заданий-зондов. Динамика загруженности рабочей памяти алгоритмизированных задач имеет вид горба, то есть постепенного возрастания времени ответа на зондовое задание от этапа к этапу с последующим снижением к концу решения задачи. По нашему мнению, такой тип динамики связан с ростом количества операций, которые увеличиваются пропорционально этапу решения. Пик кривой связан с максимальной загруженностью рабочей памяти, вычислением и удержанием промежуточных результатов.

Сравнение инсайтных и алгоритмизированных задач в условиях выполнения различных зада-

ний-зондов демонстрирует незначимость фактора аналитичности-синтетичности зондов в целом ($F(1, 2670) = 2.3, p = .129, \eta_p^2 < .001$) (рис. 3, рис. 4). Однако аналитичность-синтетичность зонда значимо взаимодействует с фактором задачи ($F(1, 2670) = 5.21, p = .023, \eta_p^2 = .002$). Это говорит о необходимости анализа данного фактора только для инсайтных задач. Анализ динамики алгоритмизированных задач показывает независимость характера кривой загруженности рабочей памяти к зондам, использованным в данном исследовании. В то же время фактор уровневости переработки зондового задания значим в целом ($F(1, 2670) = 46.44, p < .001, \eta_p^2 = .017$). Таким образом, загрузка аналитических и синтетических процессов носит задачно-специфический характер и играет более важную роль в инсайтных задачах, в то время как уровневость переработки в целом сказывается на уровне загруженности рабочей памяти. Высокоуровневые зонды требуют использования большего ресурса.

Для дальнейшего понимания роли аналитических и синтетических процессов в решении инсайтных задач сравнивались между собой два

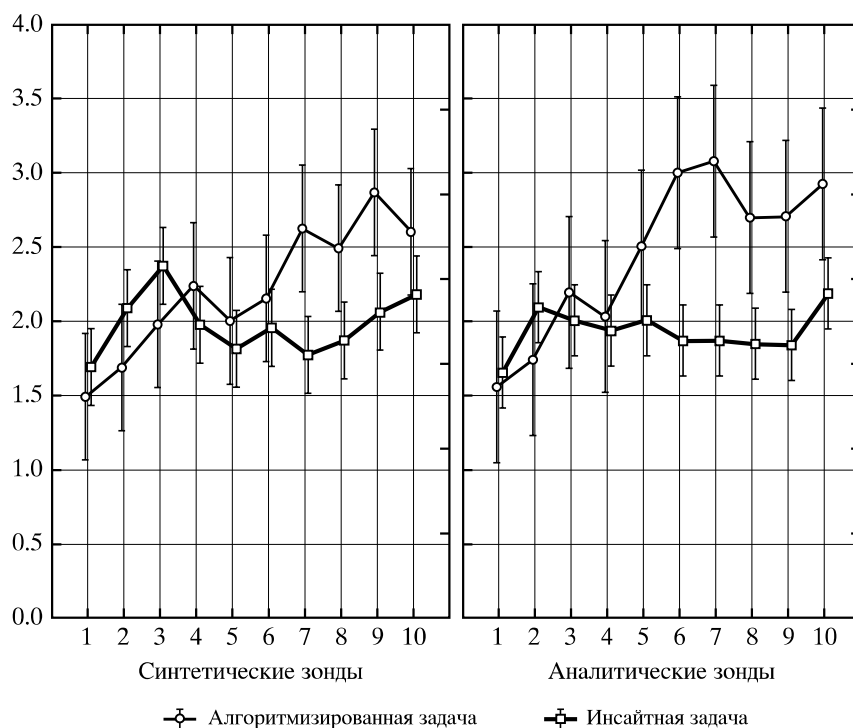


Рис. 3. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмированных задач в условии выполнения аналитических и синтетических заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

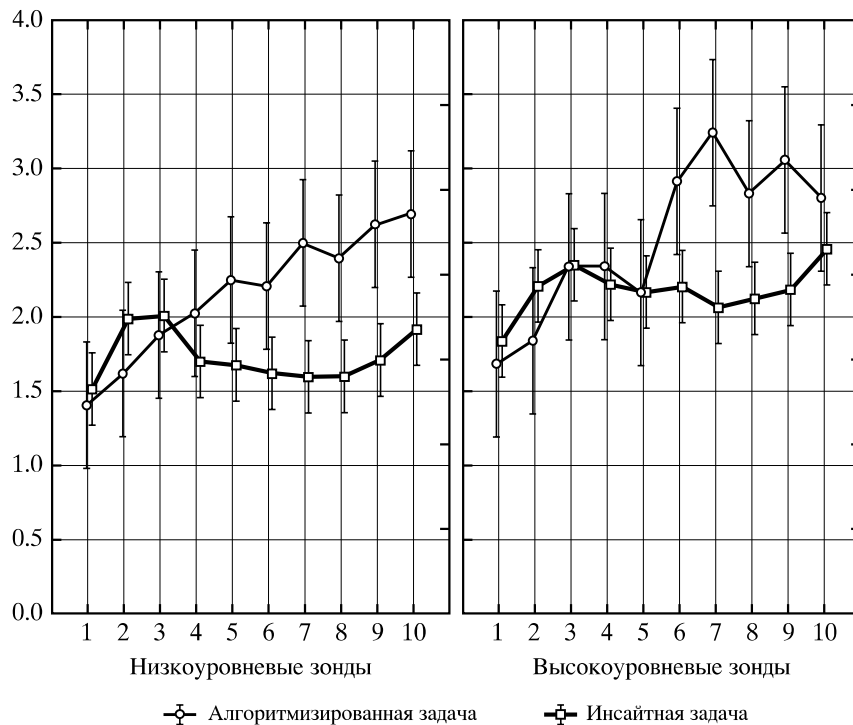


Рис. 4. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмированных задач в условии выполнения низкоуровневых и высокоуровневых заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

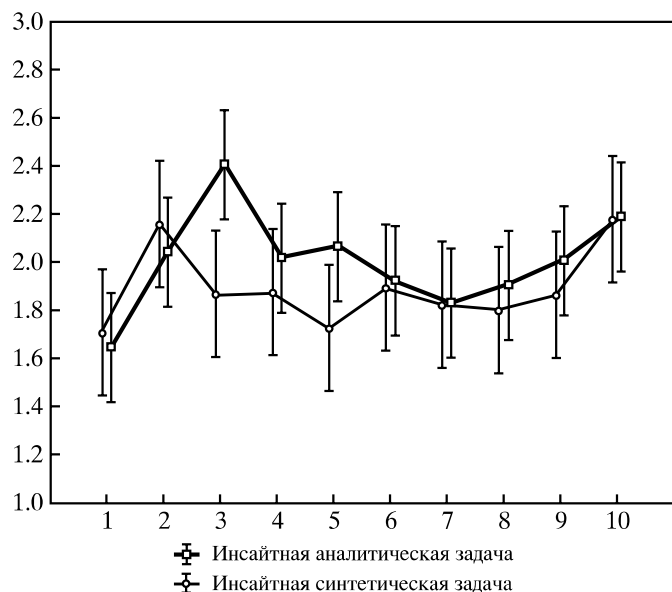


Рис. 5. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных аналитических и инсайтных синтетических задач в условии выполнения всех заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности

типа инсайтных задач: преимущественно аналитические и преимущественно синтетические (рис. 5). Выявлено наличие общей значимой ди-

намики в загрузке рабочей памяти ($F(9, 2080) = 3.12, p < .001, \eta_p^2 = .013$). На основе анализа кривых можно обозначить два пика загрузки: на начальных этапах решения задачи (2–3-й этапы), а также на завершающих этапах решения (9–10-й этапы). Снижение загрузки рабочей памяти между двумя пиками может рассматриваться как период инкубации, в меньшей степени задействующий ресурсы рабочей памяти. Задачи двух инсайтных типов отличаются между собой по степени загрузке рабочей памяти ($F(1, 2080) = 4.46, p = .035, \eta_p^2 = .002$), но не отличаются по характеру динамики ($F(9, 2080) = 1.26, p = .255, \eta_p^2 = .005$). Инсайтные синтетические задачи в большей степени загружаются заданиями-зондами.

Сравнение инсайтных преимущественно аналитических и преимущественно синтетических задач в условиях с различными заданиями-зондами позволяет выделить ряд интересных особенностей (рис. 6, рис. 7). Уровень зонда оказывает общее влияние ($F(1, 2060) = 61.48, p < .001, \eta_p^2 = .029$), не вступая во взаимодействие с фактором этапа ($F(1, 2060) = .87, p = .56, \eta_p^2 = .004$). При этом фактор уровневости зонда взаимодействует с фактором задачи ($F(1, 2060) = 5.83, p = .016, \eta_p^2 < .003$), высокоуровневая загрузка сильнее влияет на решение инсайтных синтетических за-

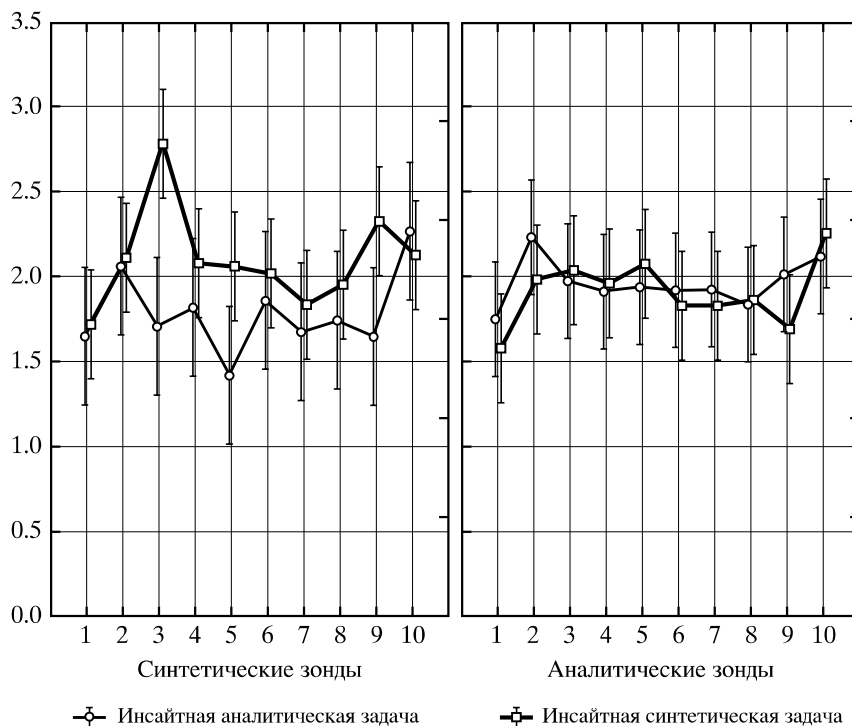


Рис. 6. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных аналитических и инсайтных синтетических задач в условии выполнения аналитических и синтетических заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

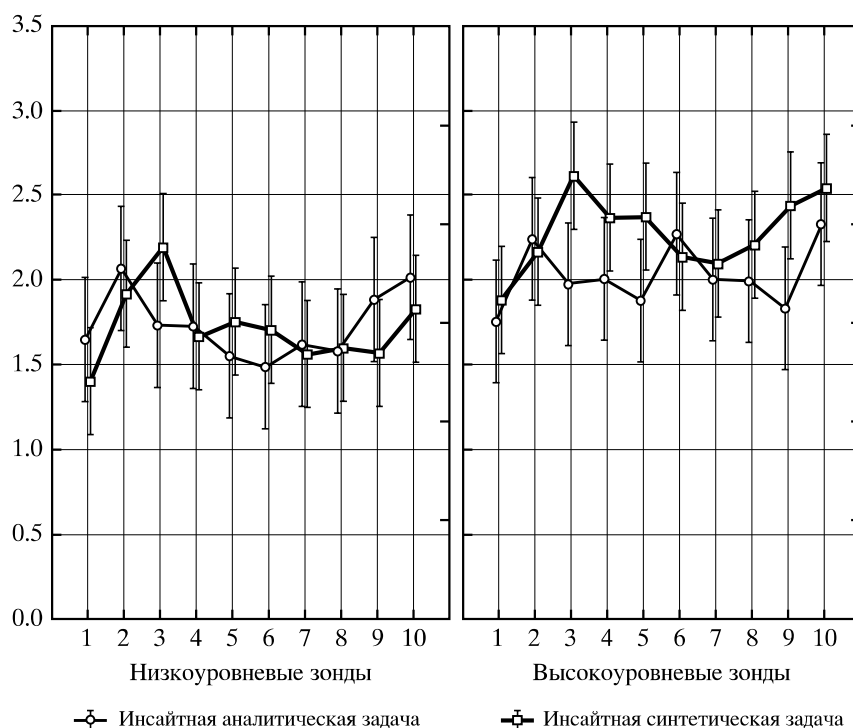


Рис. 7. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных аналитических и инсайтных синтетических задач в условии выполнения низкоуровневых и высокоуровневых заданий-зондов. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

дач. Фактор аналитичности–синтетичности в инсайтных задачах в целом не оказывает значимого влияния ($F(1, 2060) = .016, p = .9, \eta_p^2 < .001$), однако вступает во взаимодействие с фактором задачи ($F(1, 2060) = 10.7, p < .01, \eta_p^2 = .005$). Можно видеть, что синтетический зонд в наибольшей степени вступает в конкуренцию с инсайтными преимущественно синтетическими задачами, в особенности на 3 и 9 этапах (рис. 6).

Как было сказано выше, фактор аналитичности и синтетичности в целом по инсайтным задачам не является значимым, в то время как фактор уровневости зонда оказывается существенно значимым (рис. 8). В целом по инсайтным задачам не выявлено взаимодействия между двумя параметрами зондов ($F(1, 2092) = 1.84, p = .18, \eta_p^2 = .001$), в то же время такое взаимодействие факторов наблюдается при включении фактора задачи ($F(1, 2092) = 14.17, p < .001, \eta_p^2 = .007$). Анализ результатов показывает, что высокоуровневые зонды перегружают рабочую память, в целом оказывая сходный эффект distraction в разных инсайтных задачах. При этом низкоуровневые аналитический и синтетический зонды демонстрируют следующую логику: решение инсайтных аналитических задач вступает в большую конкуренцию с выполнением низкоуровневого аналитического зонда, а

решение инсайтных синтетических задач вступает в большую конкуренцию с выполнением низкоуровневого синтетического зонда.

Для проверки предположения о характере динамики решения инсайтных задач нами выделяется три этапа различной продолжительности, вероятно, связанные с различной степенью вовлеченности процессов рабочей памяти: понимание задачи (1–4 этапы), инкубация (5–8 этапы), решение (9–10 этапы) (рис. 9). Разбив таким образом общую динамику решения всех инсайтных задач при выполнении всех заданий зондов, мы получаем общую картину динамики загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач. Результаты однофакторного дисперсионного анализа демонстрируют наличие значимого сдвига в динамике инсайтных задач ($F(2, 1037) = 3.82, p = .022, \eta_p^2 = .007$). Мы можем наблюдать, с одной стороны, повышение загруженности рабочей памяти в начале и в конце решения задач, а с другой – снижение общей загруженности на этапе “инкубации”. При сравнении алгоритмизированных и инсайтных задач по данным трем этапам можно обнаружить существенно расходящуюся динамику загруженности рабочей памяти, что может говорить о различной значимости управляющих функций контроля в их решении.

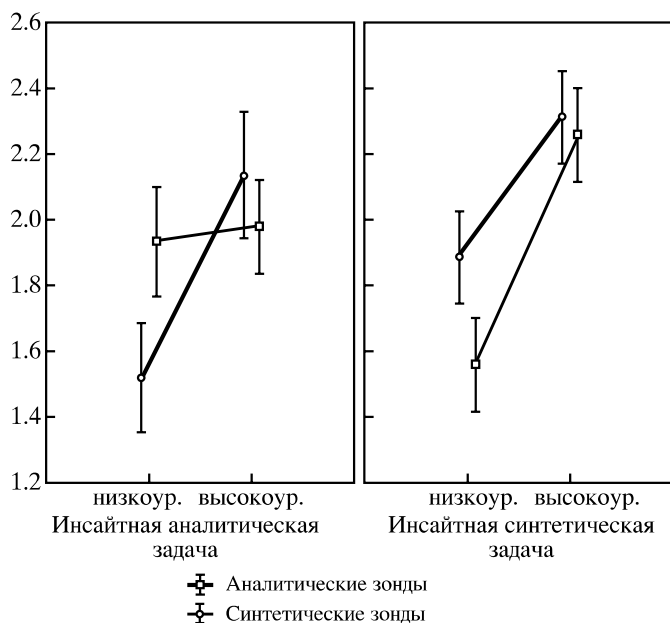


Рис. 8. Влияние факторов аналитичности–синтетичности и уровневости заданий-зондов на общую степень загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач.

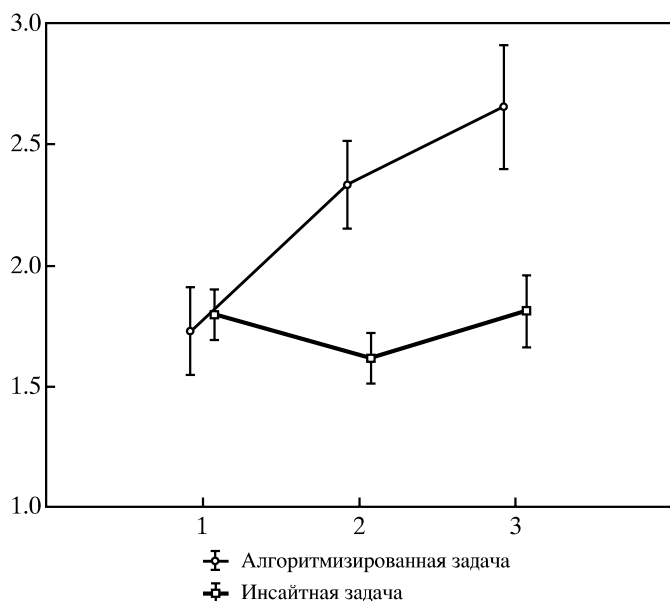


Рис. 9. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач в условии выполнения всех заданий-зондов по трем основным этапам. Ось x – этапы выполнения заданий (решения задач), ось y – время реакции при выполнении задания-зонда (мс). Вертикальными линиями отмечен доверительный интервал для 95-процентной вероятности.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Согласно полученным нами данным, динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач различна, то есть инсайтное решение имеет свою специфику.

Динамика решения алгоритмизированных задач наблюдается в условиях выполнения всех зондовых заданий. Мы связываем появление динамики решения во всех типах условий с тем, что выполнение задачи вступает в конкуренцию с заданиями-зондами за общий неспецифичный ресурс рабочей памяти. Алгоритмизированные задачи (как последовательность применения алгоритмов и операций) тесно связаны с неспецифическим ресурсом рабочей памяти – блоком центрального исполнителя. Конкуренция решения алгоритмизированной задачи с зондовым заданием происходит за ресурсы контроля, необходимого для выбора из альтернатив, а также для переключения между двумя заданиями. Конфликт между заданиями проявляется в характерной динамике. Кривая динамики загруженности рабочей памяти при решении такого типа задач имеет вид горба, т.е. происходит постепенное увеличение загруженности рабочей памяти от первого к десятому этапу с пиком во второй половине решения. Такое замедление в выполнении задания-зонда связано с тем, что к концу решения алгоритмизированной задачи увеличивается количество элементов, операций и промежуточных результатов, которые необходимо удерживать в рабочей памяти. Это могут быть результаты от предыдущих действий, которые еще не закончены; непосредственно сами счетные операции; будущие операции, которые испытуемый планирует выполнить в дальнейшем. Характерно, что такая динамика наблюдается во всех экспериментальных условиях, а также в ряде наших предыдущих исследований [8].

Динамика загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач менее однозначна. В наших предыдущих исследованиях была получена слабо выраженная динамика, по характеру которой сложно судить о процессах и этапах в решении задачи. Анализ релевантности заданий-зондов инсайтным процессам по результатам данного исследования позволяет сказать, что динамика процессов рабочей памяти при решении инсайтных задач в существенной степени может быть выявлена с помощью низкоуровневых и синтетических заданий-зондов. На первых этапах решения инсайтных и алгоритмизированных задач (1–4 этапы) динамика загруженности рабочей памяти носит сходный характер. Вероятно, в это время происходят относительно сходные мыслительные операции: чтение, понимание условий, понимание вопроса и построение репрезентации задачи. В середине решения инсайтных задач (5–8 этапы) мы наблюдаем значимое снижение загруженности рабочей памяти на фоне значимого повышения загруженности в решении алгоритми-

зированных задач. Судя по протоколам, испытуемый при решении инсайтных задач в этот период не выполняет сколь-нибудь осознанного поиска решения задачи, при этом задание-зонд начинает выполняться быстрее благодаря тому, что на его выполнение выделяется больше ресурса. В то же время, уровень загруженности значительно выше уровня контрольного условия (без решения задачи), что говорит о том, что распределение ресурса имеет место. Мы рассматриваем данный этап решения как этап “инкубации”, в котором, вероятно, протекают автоматические, свернутые процессы, не требующие осуществления произвольного контроля. На заключительных (9–10) этапах в решении инсайтной задачи происходит увеличение времени реакции на зондовое задание до уровня пика первых этапов. Это говорит о необходимом для итогового решения подключении дополнительных механизмов рабочей памяти, в частности управляющих функций. К сожалению, из полученных данных остается неясным, какой из этапов является критическим для “инсайтного решения”: либо наличие в середине решения инкубации с автоматизированными процессами решения, либо процессы анализа и синтеза совместно с работой центрального исполнителя, активизируемые в конце.

Поиск наиболее релевантных зондов для выявления динамики инсайтных задач указывает на эффективность низкоуровневых зондов по типу заданий Д. Навона [21] и синтетических заданий-зондов. Предположение о возможном разделении инсайтных задач на два типа по преимущественно задействованным механизмам (преимущественно аналитические и преимущественно синтетические задачи) находит свое подтверждение в том, что в условиях с низкоуровневыми зондами аналитические и синтетические зонды конкурируют с одноименным типом задач. В то же время характер динамики загруженности рабочей памяти носит неспецифичный характер относительно аналитических и синтетических зондов. На наш взгляд, в решении инсайтных задач в равной степени важны как аналитические, так и синтетические компоненты, которые либо быстро последовательно сменяют друг друга, либо взаимно перетекают друг в друга (по типу анализа через синтез).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования демонстрируют различие в загруженности рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач, что является аргументом в пользу идеи о существовании специфических инсайтных

процессов, обеспечивающих творческое решение. В работе выявлена значимая динамика загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач, что позволяет предложить объективные критерии для выделения этапов творческого (инсайтного) решения. В решении инсайтной задачи можно обозначить два основных пика загруженности: на начальных этапах решения (1–4 временные этапы решения) и непосредственно перед решением задачи (9–10 этапы). Между двумя названными пиками наблюдается значимый спад загруженности рабочей памяти, связанный, по нашему мнению, с работой автоматических неосознаваемых процессов. Данный этап мы описываем как этап “инкубации”. Высокоуровневые зонды в целом проявляют задачуную неспецифичность и повышают загруженность рабочей памяти при решении любых задач. Данный факт может говорить о том, что высокоуровневые семантические процессы являются необходимым условием решения, но не носят специфического инсайтного характера. Наибольшую релевантность относительно динамики решения задач продемонстрировали низкоуровневые и синтетические зонды. Нами было показано, что решение инсайтных задач может быть построено на основе как аналитических, так и синтетических процессов. Данный тезис был подтвержден различиями в загруженности рабочей памяти с помощью аналитических и синтетических зондов при решении аналитических и синтетических инсайтных задач. Различий в динамике загруженности рабочей памяти с помощью аналитических и синтетических зондов при решении инсайтных задач не обнаружено. Выявленная динамика носит общий для данных зондов характер, что объясняется нами как одновременное важное участие аналитических и синтетических процессов на ранних и поздних этапах решения.

Таким образом, общая выдвинутая гипотеза исследования о том, что в основе инсайтного решения лежат автоматизированные низкоуровневые синтетические процессы, нашла свое подтверждение, но требует ряда уточнений. Высокоуровневые процессы, по всей видимости, оказываются важными на протяжении всего решения задачи, и не являются специфичными относительно этапов решения, при том, что динамика решения инсайтных задач в равной степени существенно проявляется в форме активности аналитических и синтетических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андерсон Дж.* Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002.

2. *Брушлинский А.В.* Мышление и прогнозирование. М.: Мысль, 1979.
3. *Валуева Е.А.* Сигнальная модель инсайта: основные положения и соотношение с научными взглядами Я.А. Пономарева // Психологический журнал. 2015. Т. 36. № 6. С. 35–44.
4. *Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю.* Рабочая память как система, обслуживающая мыслительный процесс // Когнитивная психология: феномены и проблемы / Под ред. В.Ф. Спиридонова. М.: Ленанд, 2014. С. 8–21.
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. 2016. Т. 37. № 1. С. 48–60.
6. *Дункер К.* Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. М.: Прогресс, 1965. С. 86–234.
7. *Кант И.* Критика чистого разума. М.: Мысль, 1994.
8. *Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д.* Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач // Российский журнал когнитивной науки. 2014. № 4. С. 67–81.
9. *Люсин Д.В.* Влияние эмоций на внимание: анализ современных исследований // Когнитивная психология: феномены и проблемы / Под ред. В.Ф. Спиридонова. М.: Ленанд, 2014. С. 146–160.
10. *Пономарев Я.А.* О понятии “психологический механизм решения творческих задач” // Психологический журнал. 1996. Т. 17. № 6. С. 19–29.
11. *Рубинштейн С.Л.* О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958.
12. *Спиридонов В.Ф., Логинов Н.И., Мухутдинова А.О., Лифанова С.С.* Противоречие в структуре репрезентации задачи как условие возникновения инсайта // Психологический журнал. 2016. Т. 37. № 1. С. 61–68.
13. *Ash I.K., Wiley J.* The nature of restructuring in insight: An individual differences approach // Psychonomic Bulletin & Review. 2006. V. 13. P. 66–73.
14. *Baddeley A.D., Hitch G.J.* Working memory // Bower G.H. (Ed.). The psychology of learning and motivation. NY: Academic Press, 1974. V. 8. P. 47–89.
15. *Fiore S.M., Schooler J.W.* Right hemisphere contributions to creative problem solving: Converging evidence for divergent thinking // Jung-Beeman M., Chiarello C. (Eds.). Right Hemisphere Language Comprehension: Perspectives from Cognitive Neuroscience Erlbaum. 1998. P. 249–371.
16. *Hambrick D.Z., Engle R.W.* The role of working memory in problem solving // Davidson J.E., Sternberg R.J. (Eds.). The Psychology of Problem Solving. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 176–206.
17. *Kahneman D.* Attention and effort. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1973.
18. *Kaplan C.A., Simon H.A.* In search of insight // Cognitive Psychology. 1990. V. 22 (2). P. 374–419.
19. *Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E.* An eye movement study of insight problem solving // Memory & Cognition. 2001. V. 29 (7). P. 1000–1009.
20. *Kounios J., Beeman M.* The Aha! Moment: The Cognitive Neuroscience of Insight // Current Directions in Psychological Science. 2009. V. 18. P. 210–216.
21. *Navon D.* Forest before trees: The precedence of global features in visual perception // Cognitive Psychology. 1977. V. 9 (3). P. 353–383.
22. *Ohlsson S.* Information processing explanations of insight and related phenomena // Keane M., Gilhooly K. (Eds.). Advances in the psychology of thinking. Vol. 1. London, OK: Harvester Wheatsheaf, 1992. P. 1–44.
23. *Peirce J.W.* PsychoPy – Psychophysics software in Python // Journal of Neuroscience Methods. 2007. V. 162 (1–2). P. 8–13.
24. *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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Инсайтные аналитические задачи.

1. Наша баскетбольная команда выиграла со счётом 72–49. Но ни один парень из нашей команды не попал за всю игру в корзину. Как такое может быть?

2. Два человека сыграли 5 раз в шашки, и каждый из них выиграл чётное количество раз. При этом не было ни одной ничьей. Как это возможно?

3. Опишите, как нужно бросить шарик для пинг-понга, чтобы он отлетел недалеко, остановился и вернулся обратно. Не разрешается ни привязывать ничего к мячику, ни кидать его в какой-либо предмет, чтобы он от ricochetил.

4. Мужчина мыл окна в многоэтажном офисном здании, когда он поскользнулся и упал с шестидесятифутовой лестницы на бетонную мостовую. Несмотря на отсутствие какого-либо страхующего снаряжения, необходимого для смягчения его падения, он никак не пострадал. Как такое возможно?

Инсайтные синтетические задачи.

1. Недалеко от берега стоит корабль со спущенной на воду веревочной лестницей. У лестницы 10 ступенек. Расстояние между ступеньками 30 см. Самая нижняя ступенька касается поверхности воды. Начинается прилив, который поднимает воду на 15 см за каждый час. Через сколько времени вода дойдет до третьей ступеньки веревочной лестницы?

2. Ваша задача состоит в том, чтобы определить, каким образом следует применить определенный вид X-лучей, имеющих большую интенсивность и способных разрушать здоровые ткани, чтобы излечить человека от опухоли в его организме (например, в желудке).

3. Как разделить 5 яблок между пятью лицами так, чтобы каждый получил по яблоку, и одно яблоко осталось в корзине.

4. Перед вами кувшин с водой и хрустальный бокал, который необходимо доверху заполнить водой из этого кувшина. Но необходимо выполнить следующее условие: в кувшине должно остаться ровно столько же воды, сколько ее есть до начала ваших действий.

Алгоритмизированные задачи.

1. Туристы планировали за три дня пройти 65 км. За первый день они прошли 24 км, за второй – на 3 км меньше. Сколько километров им осталось пройти в третий день?

2. От Санкт-Петербурга до Петрозаводска 401 км, а от Петрозаводска до Мурманска на 643 км больше. Сколько километров от Санкт-Петербурга до Мурманска через Петрозаводск?

3. $35 \times 8 + 122 = ?$

4. В очереди четыре человека. Сара находится между Барри и Мэри. Мэри стоит перед двумя другими людьми, а Джон занимает место перед Мэри. Кто в очереди первый, второй, третий и четвертый?

Стимульный материал для высокоуровневых зондов.

Слова с опечаткой: ворбоей, мороежное, оранугтанг, депресия, компьютер, безобарзие, макраоны, аудиоазпись, фамилия, ответственность, взаимоонтошения, пистлоет, лексион, спагтети;

Псевдослова: мнгофуз, букмасув, мэжконсон, эжомелльт, тувастам, эзмапекль, мачусяость, кромпелам, парменьк, тувырцас, эрмужен, нермапит, ревалюш, шармыкел.

ANALYSIS AND SYNTHESIS AS MECHANISMS OF INSIGHT PROBLEM SOLVING

S. Yu. Korovkin*, A. D. Savinova**

* *PhD, Associate Professor, Yaroslavl Demidov State University, Researcher, School of Public Policy of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration*

** *Graduate student, Yaroslavl Demidov State University*

We have attempted to investigate a nature of insight using the study of dynamics of analytical and synthetic processes in insight problem solving. The results of experimental research of creative (insight) problem solving processes via the dynamics of working memory load are shown. We have proposed a method of allocation of insight problem solving stages via monitoring of working memory load by a probe task. There are significant differences between insight and algorithmized problem solving. There are two main peaks of working memory load in insight problem solving at the initial and final stages. Algorithmized problems demonstrate single peak ("hump") of working memory load in the middle of problem solving. There are permanent dynamics of analytical and synthetic process in insight problem solving.

Key words: problem solving, insight, working memory, analysis, synthesis, incubation, probe task.