

УДК 316.64

Цель данной статьи осветить дискуссию специфического и неспецифического подходов относительно уникальности такого феномена, как инсайт. В качестве экспериментального материала разработан особый класс визуальных задач на симметрию, позволяющий индуцировать инсайтное и неинсайтное решение. Таким образом, на едином гомогенном стимульном материале можно экспериментально исследовать различные мыслительные процессы: инсайтное неалгоритмизированное и алгоритмизированное последовательное решение задачи. В качестве фиксируемых показателей выступали «ага-реакции» при решении, субъективные оценки инсайтности процесса решения, а также количество глазодвигательных пребываний (Dwells) в различных областях задачи. Кроме того, фиксировался профиль латерализации ведущего глаза и руки. Установлены различные стратегии работы с полем задачи в зависимости от условий конгруэнтности – неконгруэнтности (совпадения (не совпадения) профиля латерализации ведущего глаза и руки и области расположения ответа задачи). В целом показана специфика протекания инсайтного решения задач относительно неинсайтного, алгоритмизированного. В качестве механизма специфического инсайтного решения рассматривается изменение репрезентации.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** инсайт; переструктурирование; репрезентация; теория переработки информации; ай-трекинг; пребывания (dwells).

The purpose of this article is to contribute to the discussion on specific and non-specific approaches regarding the uniqueness of such a phenomenon as “insight”. A new class of visual symmetry problems was developed as an experimental material. It allows to induce both insight and non-insight problem solving processes. Thus, various thinking processes: insight and algorithmic problem solving can be experimentally explored with the help of a single homogenous stimulus material. The numbers of «aha-reaction» in the problem solving, subjective assessment insightfulness of problem solving, as well as the numbers of oculomotor moves (Dwells) in various areas of the problem were recorded as experimental indicators. Besides, the eyes and hands lead lateralization profile was marked. Various strategies dealing with the problem field are found, depending on the congruence – incongruence conditions (i. e. coincidence (not matching) eyes and hands lead lateralization profile and the area of problem response location). Overall, the insight problem solving specificity is proved. Representation changing is considered as a specific mechanism for insight problem solving.

**K e y w o r d s :** insight; restructuring; representation; information – processing theory; eye-tracking; dwells.

***А. В. Чистопольская***

*E-mail: chistosasha@mail.ru*

***И. Ю. Владимиров***

*E-mail: Kein17@mail.ru*

***Ю. Г. Секурцева***

*E-mail: sekurceva.yuliya@mail.ru*

*Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова*

## **Изменение репрезентации в процессе решения визуальных инсайтных задач\***

Научная статья

***A. A. V. Chistopolskaya***

***I. Yu. Vladimirov***

***J. G. Securtseva***

*P. G. Demidov Yaroslavl State University*

## **Change of Representation in the Process of Visual Insight Problem-Solving**

Scientific article

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-06-00441а.

© Чистопольская А. В., 2017

© Владимиров И. Ю., 2017

© Секурцева Ю. Г., 2017

### Постановка проблемы

В не утихающих до сих пор дискуссиях относительно специфики инсайтного решения центральным выступает вопрос относительно механизмов этой специфики. Сторонники неспецифического подхода полагают отсутствие таковых специфических механизмов, лежащих в основе уникального явления инсайт, да и само рассмотрение уникальности этого явления вызывает сомнения и отрицание [1, 2, 3]. Наиболее известной теорией, разработанной в данном направлении, выступает теория переработки информации (*information – processing theory*), предложенная Г. Саймоном и А. Ньюэллом [4]. Контекст описания процесса решения задач задается следующими тремя компонентами: система переработки информации (*information-processing system*), среда задачи (*task environment*) и задачное пространство (*problem space*). Система переработки информации относительно инвариативна и включает работу различных когнитивных процессов, преимущественно – память. Среда задачи определяется требованиями и характеристиками задачи и обуславливает построение задачного пространства. Задачное пространство определяет возможные стратегии, которые могут быть использованы человеком для решения задачи, поскольку оно: а) задает допустимые ходы; б) намечает цель и имплицитно закладывает траекторию движения «от» или «к» цели; и в) учитывает ограничения кратковременной памяти для выбора наиболее оптимального (короткого) хода.

Процесс решения задачи, согласно данной теории, представляет собой постепенное перемещение решателя по задачному пространству. Базовое задачное пространство представляет собой набор узлов, задаваемых всеми возможными перемещениями по этому пространству. Перемещение осуществляется от исходного состояния задачи, задаваемого условиями, к желаемому состоянию, т. е. искомой цели. Это постепенное перемещение возможно за счет применения операторов, т. е. таких когнитивных структур (знаний), которые связаны с определенными движениями. При этом в каждый момент времени существует несколько возможных операторов, однако только один из них может быть реализован [4, 5]. Таким образом, процесс решения задачи – это эвристический процесс принятия решения относительно того, какой оператор будет реализован в данный

конкретный момент. Центральным когнитивным процессом, лежащим в основе данного процесса принятия решения, как уже отмечалось выше, выступает память и процессы распространения активации различных структур знания (именно эти процессы распространения активации связывают различные узлы задачного пространства). Активация операторов может распространяться либо от наличной ситуации (исходить из условий задачи), либо от желаемой ситуации (исходить из цели задачи). Операторы, семантически не связанные с исходным или целевым состоянием, вероятнее всего не будут активированы и эксплицированы. Субъективная трудность задачи зависит от того, насколько полно решатель отразит ключевые свойства среды задачи в задачном пространстве [5].

Таким образом, теория обработки информации предлагает относительно универсальный способ описания процесса решения задач, который обеспечивается набором элементарных когнитивных процессов, организованных в стратегии и программы. Такой подход позволяет имитировать мыслительные процессы с помощью компьютерного моделирования [6, 7]. Центральным понятием данного языка описания выступает задачное пространство, что сопоставимо с понятием репрезентации у сторонников специфического подхода, постулирующих наличие уникальных процессов, лежащих в основе инсайтного решения. При этом в теории переработки информации понятие репрезентации хоть и встречается, однако ему не отводится значимой роли в механизмах решения задач.

Сторонники специфического подхода, начиная с работ К. Дункера, рассматривают инсайтное решение как неординарное относительно алгоритмических вычислительных процессов и предлагают в качестве механизма инсайтного решения переструктурирование задачи [8]. Однако если пионеры исследования инсайта в рамках гештальт – направления рассматривали его как внезапное усмотрение, целостное постижение проблемной ситуации, то более поздние исследователи несколько пересмотрели сущность данного феномена. В частности, С. Ольссон в статье 1992 г. «Объяснения феномена инсайта и связанных с ним феноменов с точки зрения теории переработки информации» пересматривает понятие инсайта. Так, он убедительно показы-

вает, что казавшиеся ранее существенными такие признаки инсайта, как внезапность, целостность и последующее нахождение верного решения задачи, не являются необходимыми и достаточными [9]. Автор предлагает пересмотреть (реконцептуализировать) понятие инсайта, определив его преимущественно как преодоление тупика (the breaking of the impasse). Согласно модели «последовательность: тупик – инсайт» (im-passe-insight sequence) С. Ольссона, инсайт происходит после того, как решатель сталкивается с тупиком, т. е. таким умственным состоянием, в котором процесс решения задачи «запнулся», решатель не видит каких-либо новых способов решения, а все прежние способы исчерпаны. Инсайт рассматривается как выход из такого тупика. Но возникает вопрос: почему же вообще данный тупик возникает? Ведь, как правило, все знания, необходимые для решения задачи у человека имеются, в противном случае говорить о процессе решения задачи не приходится. С. Ольссон дает ответ на этот вопрос, исходя из своей модели, в которой центральным понятием выступает понятие репрезентации. Согласно этой модели процесс восприятия есть процесс интерпретации, при этом большинство объектов имеют несколько интерпретаций. Определенная интерпретация создает определенную репрезентацию. Репрезентация же обуславливает распределение активации в памяти на соответствующие операторы (в терминах теории переработки информации). Если репрезентация неправильная, то активация может не дойти до тех операторов, которые являются ключевыми для решения задачи, вследствие чего решатель зайдет в тупик. Таким образом, инсайтные задачи – это такие задачи, в которых первичная репрезентация обуславливает низкую вероятность активации знаний, необходимых для решения этих задач. В качестве одного из примеров С. Ольссон приводит классическую инсайтную задачу Н. Майера с двумя веревками<sup>1</sup>. Первичная репрезентация этой задачи направляет поиск решателя на решение

проблемы по преодолению расстояния между веревками (при этом активируется оператор удлинения веревки), поэтому распределение активации на такие операторы, как сделать маятник или раскачать веревку, очень маловероятно [9].

Помимо разрешения вопроса о возникновении тупика из-за активации нерелевантных решений оператора, модель С. Ольссона предлагает механизмы преодоления этого тупика. Для того чтобы преодолеть тупик, необходимо изменить паттерн распределения активации с нерелевантных операторов на операторы, релевантные решению. Изменить паттерн активации возможно, изменив источник данной активации, которым выступает репрезентация. Таким образом, изменение репрезентации или реструктурирование является центральным механизмом преодоления тупика, поскольку позволяет направить активацию на неактивные ранее, но необходимые для решения операторы. Предлагаются следующие механизмы реструктурирования: разработка (elaboration), перекодирование (re-encoding) и ослабление ограничений (constraint relaxation) [9]. Первый механизм – разработка – необходим, когда репрезентация неполна, т. е. в ней не представлены все ключевые свойства задачи. В таком случае дополнительная информация извлекается из долговременной памяти, а также с помощью более детального обследования проблемной ситуации и учета ранее неучтенных свойств задач. Механизм перекодирования необходим, когда первичная репрезентация ошибочна. В таких случаях решатель должен отказаться или отклонить некоторые компоненты текущей репрезентации. Последний механизм изменения репрезентации предполагает снятие имплицитных ограничений с целевого состояния решаемой задачи. Первые два механизма описывают изменение репрезентации самой проблемной ситуации (того, что дано), последний механизм описывает изменение репрезентации целевого состояния (того, что необходимо получить в итоге). В более поздних работах С. Ольссона был добавлен еще один механизм расщепления чанка (chunk decomposition), который содержательно может быть отнесен к механизму перекодирования [10, 11]. По всей видимости, вышеуказанные процессы происходят неосознанно и именно они отличают процесс решения инсайтных задач от неинсайтных и алгоритмизированных.

<sup>1</sup> Условие задачи следующее. Дана комната, в которой находятся следующие предметы: жердь, зажимы, плоскогубцы, шнуры, стол, стул. К потолку комнаты подвешены две веревки таким образом, что если взять в руки одну веревку, то достать другую будет невозможно. Нужно соединить вместе концы этих веревок, используя предметы, находящиеся в комнате.

Таким образом, модель С. Ольссона базируется на языке описания Саймона и Ньюэлла, однако предлагает механизмы специфичности инсайтного решения, основанные на изменении первичной репрезентации.

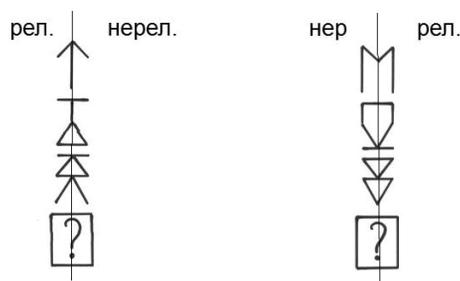
Однако, как можно было заметить, репрезентация задачи в данных моделях сводится к построению семантических сетей, узлами которых выступают операторы; при этом формат репрезентации не рассматривается. Ранее нами было показано, что при решении инсайтных задач преимущественно важным оказывается визуально-пространственный формат репрезентации, в то время как для решения алгоритмических, вычислительных задач необходимо участие модально-неспецифических процессов внимания и контроля [12, 13]. Исходя из этих данных, нам кажется необходимым исследование процессов инсайтного решения на материале именно визуальных задач, поскольку в сочетании с технологией регистрации движений глаз (айтрекинг) это позволит объективировать когнитивные процессы, лежащие в основе инсайтного решения. В качестве таких визуальных задач использовался класс задач на симметрию, основной принцип решения которых состоит в необходимости абстрагироваться от первично заданной репрезентации (в образном формате) и перейти к символьному формату оперирования элементами задачи, т. е. переструктурировать задачу. Ниже на рисунке представлен пример используемых в эксперименте задач. Область задачи, в которой располагается верно отраженная половина элемента, была названа релевантной областью; нерелевантной же называлась такая область задачи, в которой располагалась зеркально отраженная половина элемента. Кроме того, если релевантная область задачи располагалась слева, имела место левосторонняя симметрия, если же справа – правосторонняя.

Мы предполагали следующее:

1. Данный класс визуальных задач на симметрию индуцирует инсайтное и неинсайтное решение: впервые решаемая задача такого типа будет индуцировать инсайтное решение, последующие же – неинсайтное, алгоритмическое;

2. Процесс инсайтного решения задач на симметрию специфичен относительно неинсайтного процесса решения того же класса задач;

3. Существуют определенные стратегии работы с репрезентацией задачи при инсайтном решении.



Левосторонняя симметрия Правосторонняя симметрия

Рис. 1. Пример экспериментальных задач на симметрию

Для оценки инсайтности решения мы использовали пост-экспериментальный опросник Дж. Эллис [14], который позволяет оценить, насколько найдено решение было внезапным, спонтанным, неалгоритмизированным для решателя. Кроме того, фиксировалось количество вокализованных «ага-реакций» и общее время решения задач. Каждый испытуемый решал всего две задачи: на левостороннюю и правостороннюю симметрию.

Рассмотрим основные результаты.

Во-первых, задачи, которые предъявляли в эксперименте первыми, решались значительно дольше, нежели задачи, предъявляемые вторыми ( $F=81,99$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,68$ ). Вероятно, это объясняется тем, что при решении первой задачи у решателя имеется неадекватная решению репрезентация задачи, внутри которой осуществляется ряд неудачных попыток решения. Для нахождения правильного решения испытуемому необходимо перейти на иной уровень оперирования элементами задачи. Это осуществляется путем переструктурирования поля задачи за счет смены формата репрезентации (переход из образного формата в символьный). При решении второй задачи испытуемый оперирует элементами задачи в одном формате репрезентации, адекватном решению, поскольку уже знаком с функциональным решением. Соответственно, попытки решить задачу в первично заданной неадекватной репрезентации, а также поиск репрезентации, адекватной решению, требует значительно большего временного ресурса при решении задачи на симметрию впервые.

Во-вторых, решение задач, которые предъявлялись первыми, оценивалось субъективно испытуемыми как более инсайтное ( $F=128,66$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,77$ ), что согласуется с изложенными выше предположениями.

В-третьих, количество «ага-реакций» при решении задач на симметрию впервые также значительно больше ( $\chi^2 = 22,56, p < 0,001$ ).

Таким образом, гипотеза 1 полностью подтвердилась. Действительно, впервые решаемая визуальная задача на симметрию решается инсайтно, последующие же неинсайтно.

Далее рассмотрим особенности инсайтного и неинсайтного решения задач.

Для анализа специфики инсайтного решения мы фиксировали показатели движения глаз с помощью методологии айтрекинга. В качестве основного показателя мы использовали количество пребываний (dwells) в релевантной и нерелевантной областях задачи. Пребывание определяется как две и более фиксации на одном объекте. В статье Х. Шеридана и Э. Рейнгольда об эффекте установки в шахматах пишется о том, что времени просмотра как единственного показателя для анализа недостаточно. Необходимо использовать анализ dwells. Анализ только лишь доли времени просмотра не может определить, были ли фиксации в целевой области из-за неспособности отвлечь внимание от установочного хода или из-за долгосрочной разработки стратегии относительно того, как оптимальный ход может повлиять на части целевой области [15].

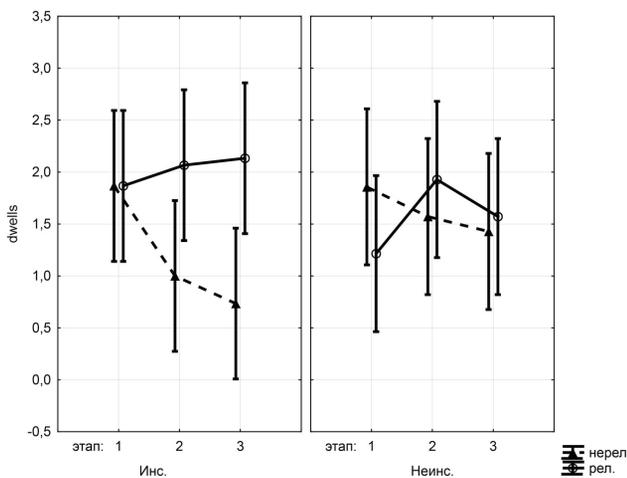


Рис. 2. Динамика количества пребываний (dwells) в релевантной и нерелевантной зонах интереса при инсайтном и неинсайтном решении

На рис. 2 показано, что при инсайтном решении наблюдается выраженная динамика смещения количества пребываний (dwells) в области задачи, релевантной нахождению решения

на третьем этапе решения. При решении второй – неинсайтной задачи такая динамика отсутствует на протяжении всего процесса решения. На первом этапе при инсайтном решении, так же как и при неинсайтном, отсутствуют значимые различия в количестве пребываний (dwells) по зонам интереса. Это вероятно объясняется тем, что на первом этапе решения происходит знакомство с условиями задачи, построение первичной репрезентации. На втором этапе при инсайтном решении намечается тенденция преобладания количества пребываний (dwells) в релевантной области решения. На третьем этапе наблюдаются значимые различия и преобладание количества пребываний (dwells) в релевантной области решения ( $F=7,26, p=0,01, \eta^2=0,21$ ).

Эти результаты свидетельствуют, во-первых, о постепенном (кумулятивном) нахождении инсайтного решения и, во-вторых, об обнаружении инсайтного решения до его вербализации. В целом такая картина динамики движения глаз при инсайтном решении совпадает с результатами Дж. Эллиса [14]. В его исследовании наблюдалось постепенное снижение времени просмотра дистракторной буквы при решении задач на составление анаграмм. Кроме того, в работе Г. Кноблиха и коллег [10] было показано возрастание доли времени просмотра элементов задачи, критичных для нахождения ответа при решении математических неравенств со спичками.

Таким образом, гипотеза 2 подтвердилась. Действительно, процесс инсайтного решения задач на симметрию протекает специфично относительно неинсайтного. Прежде всего эта специфика заключается в динамике глазодвигательных пребываний в соответствующих областях интереса задачи: в инсайтном типе задач наблюдается постепенное смещение пребываний из нерелевантной области задачи в релевантную. В неинсайтном типе задач динамика отсутствует вовсе.

И, наконец, рассмотрим стратегии работы с репрезентацией задачи при инсайтном решении. Поскольку динамика в неинсайтном решении, как было показано раньше, не наблюдается, дальнейшему анализу подверглись данные по инсайтному решению.

Для анализа стратегий работы с репрезентацией задачи мы фиксировали латерализацию

ведущего глаза и руки решателей (с помощью классических нейропсихологических проб), так как экспериментально провоцируется работа с визуально-пространственным типом информации. По результатам этих проб выборку составили 9 правшей и 6 левшей.

По результатам исследования не было установлено значимых различий в решении инсайтных задач в зависимости от латерализации ведущего глаза и руки. Однако наблюдаются различные стратегии при работе с репрезентацией задачи в зависимости от совпадения профиля латерализации ведущего глаза и руки и релевантной области задачи (область расположения правильно отраженных цифр). К примеру, для левши конгруэнтным условием будет расположение верно отраженных цифр в задаче слева, а неконгруэнтным условием – расположение верно отраженных цифр справа.

Ниже на графике представлена динамика пребывания в релевантной и нерелевантной зонах интереса в условиях конгруэнтности и неконгруэнтности при решении инсайтных задач.

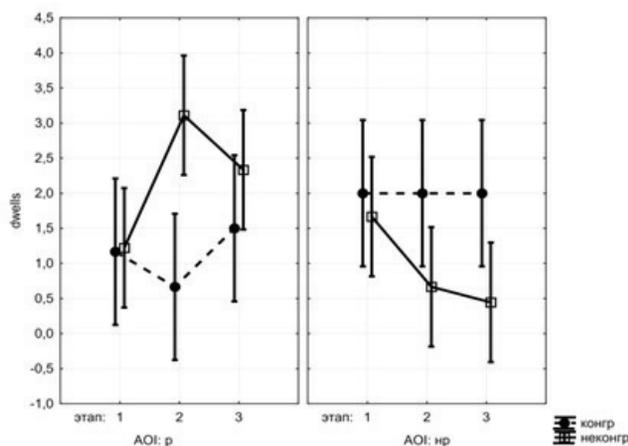


Рис. 3. Динамика распределения пребывания в релевантной и нерелевантной зонах интереса в условиях конгруэнтности и неконгруэнтности

Результаты, представленные на рис. 3, позволяют говорить о различных стратегиях работы с задачей в зависимости от расположения верно отраженных элементов задачи и профиля латерализации ведущего глаза и руки. В ситуации, когда релевантная область задачи конгруэнтна решателю (легкое условие), происходит снижение внимания к нерелевантной зоне; в ситуации, когда релевантная область задачи неконгруэнтна

решателю (трудное условие), происходит увеличение внимания к релевантной зоне. Для решения «трудной» задачи решателю необходимо ослабить фиксированность ведущего поля (уменьшить количество пребывания) и сконцентрироваться на релевантном решению зрительном полуполе, но не ведущем для испытуемого.

Наблюдается значимый совместный эффект ( $F=3,18$ ,  $p=0,05$ ,  $\eta^2=0,08$ ). Динамика изменения количества пребывания в поле задачи наблюдается в основном при условии неконгруэнтности: для релевантной области задачи динамика возрастает. Это происходит в середине процесса решения задачи (до вербализации ответа). Для нерелевантной области задачи динамика пребывания постепенно снижается (что может свидетельствовать о постепенном освобождении от фиксированности на полуполе). Это также соотносимо с результатами экспериментов Дж. Эллис, в которых постепенно снижалась доля просмотра дистракторной буквы, нерелевантной решению, при составлении анаграмм [14]. Таким образом, наблюдается значимое опережение нахождения решения его экспликации (осознания и вербализации). В целом данные также согласуются с представлениями Я. А. Пономарева о двух механизмах творческого решения: интуитивном и логическом. Именно в полюсе интуиции, на этапах, существенно опережающих осознание ответа, происходят процессы, приводящие к творческому решению [16]. Вероятно, одним из этих процессов является переструктурирование репрезентации задачи, связанное с перераспределением внимания на элементах задачи.

Итак, резюмируя, отметим основные выводы:

1. Особенности процесса изменения формата репрезентации возможно исследовать с помощью визуального класса задач на симметрию;
2. Процесс инсайтного решения протекает специфично относительно не-инсайтного;
3. Основным механизмом инсайтного решения является переструктурирование задачи за счет изменения формата ее репрезентации;
4. Переструктурирование репрезентации, проявляющееся в изменении структуры гностических действий, существенно опережает осознание решения.

**Ссылки**

1. Greeno J. G. Hobbits and Orcs: Acquisition of a Sequential Concept // *Cognitive psychology*. 1974. Vol. 6. P. 270–292.
2. 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.
3. Kaplan C., Simon H. In search of insight // *Cognitive psychology*. 1990. Vol. 22. P. 374–419.
4. Newell A., Simon H. A. Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972. 920 p.
5. Simon H. A. Information – processing theory of human problem solving // *Handbook of learning and cognitive processes*. 1978. Vol. 5. P. 271–295.
6. Laird J. E., Newell A., Rosenbloom P. S. Soar: An architecture for general intelligence // *Artificial Intelligence*. 1987. Vol. 33. P.1–64.
7. Anderson J. R. The architecture of cognition. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983. 352 p.
8. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // *Психология мышления*. М.: Прогресс, 1965. С. 86–234.
9. Ohlsson S. Information processing explanations of insight and related phenomena // *Psychology of thinking*. 1922. Vol.1. P. 1–44.
10. Knoblich G., Ohlsson S., Raney G. E. An eye movement study of insight problem solving // *Memory & Cognition*. 2001. Vol. 29 (7). P. 1000–1009.
11. Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving / G. Knoblich [et all] // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1999. Vol. 25(6) P. 1534–1555.
12. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения / И. Ю. Владимиров, С. Ю. Коровкин, А. А. Лебедь [и др.] // *Психологический журнал*. 2016. Т. 37, № 1. С. 48–60.
13. 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.
14. Ellis J. J. Using Eye Movements to Investigate Insight Problem Solving. PhD thesis. Toronto: University of Toronto, 2012. 111 p.
15. Sheridan H., Reingold E. M. The Mechanisms and Boundary Conditions of the Einstellung Effect in Chess: Evidence from Eye Movements // *PLoS ONE*. 2013. № 10 (8). P. 1–8.
16. Пономарёв Я. А. Психология творения. М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: МОДЭК, 1999. 450 с. (Серия «Психология Отечества»).