

**ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
*EMPIRICAL RESEARCH*

## **Анализ гностических действий с помощью технологии регистрации движения глаз как метод изучения процесса инсайтного решения**

**И.Ю. Владимиров\***,

Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия,  
*kein17@mail.ru*

**А.В. Чистопольская\*\***,

Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия,  
*Chistosasha@mail.ru*

В статье анализируется проблема методов исследования инсайтного решения. Ввиду сложности вербализации данного процесса возникает методологическая задача его объективации. Возможным способом может быть анализ гностических действий, которые являются компонентом единой целостной системы перцептивно-мыслительной деятельности, направленной на решение задачи. Анализируются как исторический, так и современный периоды исследования инсайта с помощью данного метода. В качестве наиболее перспективного варианта анализа гностических действий рассматривается регистрация движений глаз в процессе решения задач. Анализируются исследования Г. Кноблиха, Дж. Эллиса, Е. Гранта и М. Спайвея, Л. Томаса и А. Льераса, Д. Канемана, Дж.Т. Вонга и др. Сопоставляются различные характеристики движения глаз и их содержательная сущность, а также рассматриваются возможные перспективы исследования процесса инсайтного решения с помощью метода регистрации движения глаз: проверка теоретических предположений о механизмах инсайтного решения и выявление процессов, лежащих в основе инсайта.

**Ключевые слова:** инсайт, динамика решения мыслительной задачи, гностические действия, регистрация движений глаз.

**Методические проблемы и трудности исследования инсайта.** Вот уже на протяжении века инсайтное решение остается загадкой для психологов мышления. Имеет ли такое решение самостоятельный механизм, или оно подобно решению задач по алгоритму? Совпадает ли то, как человек решает задачу, с его представлениями о процессе решения? Имеет ли, наконец, само переживание озарения какое-либо отношение к процессу решения, или это просто эпифеномен?

**Для цитаты:**

Владимиров И.Ю., Чистопольская А.В. Анализ гностических действий с помощью технологии регистрации движения глаз как метод изучения процесса инсайтного решения // Культурно-историческая психология. 2016. Т. 12. № 1. С. 24–34. doi:10.17759/chp.2016120103

Первая проблема, на наш взгляд, заключается в том, что инсайт является аномалией для доминирующей сегодня в данной области теории задачного пространства Г. Саймона [27]. Эта теория «не видит» инсайт ни на уровне теоретической модели, ни на уровне метода. Теоретическая модель, навязывает нам описание инсайта как пошагового движения к цели по дереву решения, управляемого правилами и эвристиками, что в лучшем случае подходит только для малой группы задач, провоцирующих инсайт-

\* Владимиров Илья Юрьевич, кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии, Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия. E-mail: kein17@mail.ru

\*\* Чистопольская Александра Валерьевна, аспирант кафедры общей психологии, Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия. E-mail: Chistosasha@mail.ru

ное решение. Между тем феноменология инсайта, в описании которой целый ряд авторов между собой согласны (инсайтное решение субъекта внезапно для него, оно напрямую не связано с опытом), плохо описывается языком данной модели. А метод моделирования и сопоставление алгоритма работы программы с результатами людей, решающих задачу, целиком подчинен теоретической модели и не позволяет увидеть картину процесса решения, отличающуюся от предлагаемой Г. Саймоном. Получается, что данный метод не может адекватно описать процессы инсайт-ного решения и не может дать ответ, почему феноменология инсайта может расходиться с истинными механизмами решения, предполагаемыми моделью задачного пространства.

Г. Саймон и коллеги пишут о том, что развитие научного знания определяется двумя конкурирующими факторами. С одной стороны, это «хорошие проблемы» и теоретические модели, которые они порождают, с другой — «хорошие методы». Вторая проблема, на наш взгляд, заключается в том, что при наличии хороших вопросов и теоретических моделей, которые могут конкурировать между собой, у них не хватает средств, с помощью которых они могли бы спорить друг с другом. Существует проблема «хорошего метода». Такой метод не должен являться исключительно языком описания для той модели, в рамках которой он возник (как это мы наблюдаем для метода моделирования относительно теории задачного пространства), и должен позволять фиксировать существенные для изучаемого явления характеристики. В частности, феноменально решение при инсайте не осознается, значит и используемый метод должен позволять фиксировать неосознаваемые компоненты решения.

Классический для психологии мышления и решения задач метод — метод анализа протоколов размышления вслух (*reflexion parole*) [4] имеет ряд существенных ограничений. Метод отражает только сознательно контролируемый компонент решения, а не весь реально протекающий процесс. Так, например, в исследованиях решения шахматных задач, выполненных О.К. Тихомировым и коллегами, установлено, что в вербальных отчетах отражается существенно меньшее количество ходов (как правило, — это наиболее вероятно возможные ходы; верные ходы), нежели реально рассматривается решателем [11]. В протоколах этих и подобных исследований обнаруживается непосредственно сам момент инсайта, проявляющийся во внезапном обнаружении идеи, однако анализ объективных показателей испытуемого (движения глаз, осязательная активность, КГР и др.) показывает, что подобное явление не является внезапным, а является следствием активной ориентировочно-исследовательской деятельности решателя [12; 19; 23; и мн. др.]. Кроме того, наблюдаются эффекты интерференции размышления вслух и решения мыслительной задачи, поскольку оба эти процесса требуют сознательного контроля и вербальной обработки.

Каким же может быть метод, позволяющий справиться как с техническими трудностями (низкая

«частота опроса» и трудности объективации), так и с проблемами фундаментального плана (метод должен фиксировать параметры активности испытуемого, содержательно связанные с процессом решения)? Таким методом может являться анализ последовательностей гностических действий, направленных на работу с внешней презентацией условий задачи.

**Анализ гностических действий в процессе решения. Обоснование метода.** Данный метод не является специфическим для исследования мышления. Изначально он предназначен для исследования развития психических функций на ранних этапах или для изучения плохо вербализуемых психических процессов, прежде всего восприятия [2; 6; 7]. Идея данного метода базируется на следующих базовых принципах деятельности и культурно-исторического подходов. Во-первых, высшая психическая функция и практическое действие генетически связаны. Психический процесс в своем развитии проходит стадию развернутой познавательной деятельности. Во-вторых, познание и практическая деятельность связаны функционально. Познание выполняет функцию информационного обеспечения практической деятельности субъекта, реализуемую посредством гностических действий. В классических работах с помощью анализа гностического действия исследуется, прежде всего, восприятие [4; 5]. С помощью данного метода осуществляется поиск коррелятов степени сформированности функции, уровня переработки информации (перцептивные и опознавательные действия) и др. Каковы же возможности применения данного метода в исследовании мышления, которое в отличие от восприятия является опосредованным процессом, не имеющим внешнего изоморфного референта? Решение достаточно просто. Гностические действия, обеспечивающие построение репрезентации задачи на основании работы с внешними условиями, являются частью целостной перцептивно-мыслительной деятельности так же, как они могут являться частью деятельности перцептивно-моторной.

Рассмотрим, как анализ гностических действий используется при изучении инсайта, и на какие именно вопросы позволяет ответить данный метод. Условно исследования инсайта с помощью указанного метода можно разделить на два периода. Деление во многом эклектичное, поскольку у него сразу несколько оснований: временной период, исследовательские традиции, в рамках которых используется метод, технические возможности исследователей. Однако для понимания логики развития исследований с применением данного метода оно необходимо. Условно назовем эти периоды классическим и современным.

**Анализ гностических действий в процессе решения задач в парадигме деятельности и культурно-исторического подходов. Классический период.** Исторически сложилось, что данный метод исследований нашел применение в работах отечественных авторов, выполненных преимущественно в 70—80-е гг. прошлого века. Данные работы отличаются тем, что они, как правило, были теоретически выстроены в рамках тех же подходов, которым при-

надлежит и метод (деятельностного и культурно-исторического). В качестве гностических действий рассматриваются и движения руки и движения глаза. В работах отдельных авторов проводится сопоставление обоих типов движений. Данные работы в целом хорошо известны и неоднократно проанализированы в отечественной литературе, поэтому позволим себе остановиться только на упоминании ключевых работ в данном направлении. Так, О.К. Тихомиров и коллеги в качестве способа фиксации гностических действий используют запись оценки позиции слепыми шахматистами (ощупывание) [14; 15]. Параметры познавательной активности слепых игроков рассматриваются в сопоставлении с анализом глазодвигательной активности зрячих шахматистов [13]. Эти методы дают широкий спектр данных, позволяющих авторам описать динамику изменения отношений задачи, процессы целеполагания, изменение «энергетической» составляющей решения (подробность анализа, эмоциональное состояние). Аналогичные работы выполнялись и В.Н. Пушкиным на материале анализа решения шахматных задач и на материале решения задачи игры «5» [10]. Полученный материал позволил автору описать некоторые аспекты гностической динамики и процессов соотношения актуального состояния с целью. Л.П. Урванцев исследовал решение рентгенологами диагностических задач с использованием методики ограничения поля зрения. В данной методике снимок закрывается шторой с маленьким окошком, которое испытуемый может перемещать, чтобы оценить объект целиком. Траектория осмотра дает сведения о процессах формирования и проверки гипотез, роли опыта (сопоставлялись результаты экспертов и неопытных) в построении стратегии постановки диагноза [17]. Отметим, что для всех упомянутых исследований также характерно сопоставление динамики гностических действий с вербальными протоколами, что позволяет анализировать соотношение осознаваемого и неосознаваемого планов решения.

Как справедливо пишут В.А. Барабанщиков и А.В. Жегалло: «Наша страна имеет глубокие традиции и достижения мирового значения в разработке проблем окулomotorной активности. Правда, все это — в недалеком прошлом, которое сменилось полосой забвения» [1, с. 132]. Из редких современных работ, продолжающих традицию анализа гностических действий, можем отметить исследование В.Ф. Спиридонова и М.О. Пичугиной [9]. Авторы с помощью данной методики показали, что чанки (укрупненные структурные единицы, объединяющие несколько элементов репрезентации задачи) профессиональных шахматистов при решении шахматных задач организованы не на основании сходства признаков, а имеют функциональную природу (в чанк объединяются фигуры, связанные с вариантом развития позиции).

**Анализ гностических действий в процессе инсайтного решения с помощью регистрации движения глаз в парадигме когнитивной психологии. Со-**

**временный период.** В то время, пока метод анализа гностической активности с помощью регистрации движения глаз, по словам В.А. Барабанщикова и А.В. Жегалло находился в «полосе забвения», он фактически пережил второе рождение в исследованиях творческого мышления в рамках когнитивной психологии. Начиная с первых годов нового века данный метод становится одним из основных в исследовании динамических характеристик инсайтного решения. В данном разделе мы будем рассматривать только работы, связанные с исследованием инсайта, и только те, которые выполнены с помощью технологии регистрации движений глаз (eye-tracking), которая в последнее время в русскоязычной литературе также все чаще называется айттрекингом.

Существует несколько подходов и парадигм использования данного метода в исследованиях инсайта. С помощью глазодвигательной активности может фиксироваться как динамика содержательной стороны решения (парадигма анализа распределения фиксаций по зонам интереса), так и изменение «энергетического» аспекта мыслительного процесса (анализ величины раскрытия (диаметра) зрачка). Особняком стоит метод воздействия на глазодвигательную активность и оценка эффективности такого воздействия на решение задачи.

**Содержательный анализ движений глаз.** В качестве анализируемых параметров здесь чаще всего используются такие, как длительность фиксации, количество пребываний (dwells) (пребыванием считается наличие нескольких последовательных фиксаций в выбранной области зрительного поля). Подсчет статистики глазодвигательной активности испытуемого ведется по зонам интереса (areas of interest, AOI), в качестве которых при анализе данных рассматриваются выделенные исследователем области зрительного поля, соответствующие ключевым элементам условий задачи.

Рассмотрим ставшее прототипическим исследование Г. Кноблиха и коллег [23]. В данном исследовании проверялось несколько основных предположений о протекании инсайта на основании анализа данных о движениях глаз. Во-первых, предполагалось, что инсайтные задачи провоцируют возникновение тупика в процессе решения, который в глазодвигательной активности будет выглядеть как увеличение длительности фиксаций, распределенных более или менее равномерно по зрительному полю. Второе предположение вытекает из представления о том, что ситуация тупика вызвана неадекватной первоначальной репрезентацией задачи, что будет выражаться в преобладании в начале решения фиксаций на второстепенных элементах. Третья гипотеза следует из того, что выход из тупика осуществляется путем ослабления несоответствующих ограничений или путем декомпозиции чанка (модель С. Ольссона), что будет связано с перераспределением фиксаций в пользу ключевых элементов. В исследовании используются задачи, предложенные С. Ольссоном для проверки его представлений о механизмах инсайта (рис. 1).

Задача решателя — исправить это неверное арифметическое выражение перемещением единственной спички из одной части неравенства в другую. В эксперименте испытуемым предлагалось решить три задачи, которые фактически равны по объективной структуре, однако их субъективная сложность различна. Первая задача привычна и решается просто. Сложность второй задачи в том, что цифровые члены неравенства обычно рассматриваются как изменяемые элементы, а операторы (например, знак «+») — как инварианты, поскольку в арифметике распространены операции изменения значений членов неравенства и редки случаи изменения значений операторов. Однако именно трансформация оператора и служит решением данного неравенства. Таким образом, пока запрет на изменение операторов не ослабнет, задача не будет решена. Для решения третьей задачи необходимо понять, что из знака «X» смещением одной спички можно получить знак «V». Для этого надо разрушить целостную структуру (чанк).

Преимущество этих задач для рассматриваемого метода — в том, что каждая задача состоит из небольшого числа отдельных элементов, расположенных на поверхности стола, т. е. задача имеет хорошо структурированную внешнюю презентацию условий. Можно с точностью определить, на каком элементе задачи фиксируется взор испытуемого в каждый момент времени.

В качестве основного показателя работы с элементами репрезентации задачи используется длительность фиксаций. Авторы ссылаются на исследование, показавшее функциональное различие между короткими и длинными фиксациями [18]. Короткие фиксация, в первую очередь, служат для перекодировки элементов задачи с тем, чтобы перевести их в рабочую память. Длительные фиксация говорят о более глубокой обработке информации. Испытуемые решали предложенные задачи на протяжении 5 минут. Авторы сравнивали результаты решивших и не решивших испытуемых. Время решения разбивалось для каждой задачи на три равных этапа, по которым подсчитывалось среднее количество длинных и коротких фиксаций в каждой из АОИ. Основным результатом было то, что на третьем этапе решения количество длинных фиксаций на ключевом элементе

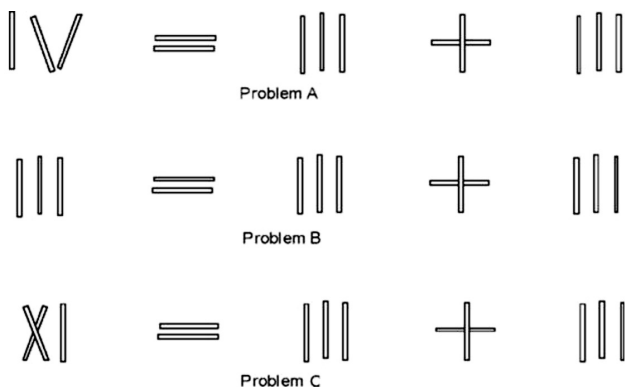


Рис. 1. Задачи со спичками. Семейство задач С. Ольссона [23, р. 1002]

у решивших становилось значимо большим. Это интерпретировалось как реструктурирование репрезентации задачи по одному из типов, предложенных С. Ольссоном (декомпозиция чанка или ослабление ограничений). Свидетельств тупика в глазодвигательной активности испытуемых в данном исследовании не наблюдалось.

Обнаружить фазу тупика с помощью анализа глазодвигательной активности получилось у Г. Джонса [22]. В своей работе он сопоставляет две альтернативные современные теории, объясняющие инсайт. Первая — теория изменения репрезентации — только что была рассмотрена нами [23]. В ней предполагается, что инсайт происходит через ослабление неосознаваемо наложенных самим решателем ограничений в задаче и (или) в результате декомпозиции чанка. Вторая — теория мониторинга приближения к цели [25]. Согласно этому подходу, решатель ищет, как свести к минимуму разрыв между текущим состоянием задачи и целевым. Тупик возникает, когда эвристика восхождения от простого к сложному (hill-climbing) не приводит к решению. В этом случае начинают рассматриваться альтернативные решения. Инсайт в данной теории определяется оценкой дистанции между актуальным состоянием задачи и целевым и сравнением с количеством ходов, необходимых для решения. Кроме того, важную роль в успешности инсайтного решения играют индивидуальные особенности (в частности, способность к предвосхищению — look-ahead).

В качестве стимульного материала использовалась компьютерная версия игры «Парковка». Экспериментальный экран представлен на рис. 2.

Цель игры — вывести такси (черная машина) со стоянки. Инструкция для испытуемого: «Как эти машины могут быть переставлены от выхода так, чтобы такси могло покинуть стоянку?». Автомобили пере-

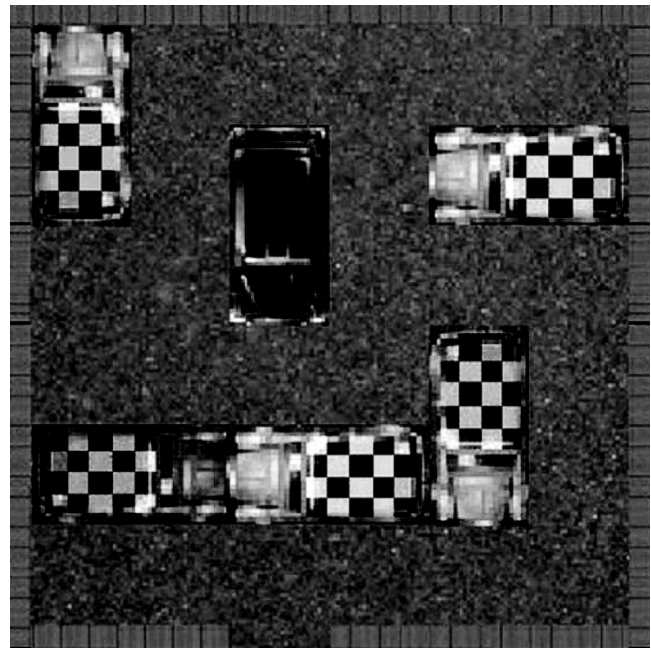


Рис. 2. Экспериментальный экран из исследования Г. Джонса [22, р. 1019]

мещаются кликом мышки по передней или задней части машины. Движение ограничено расположением машин (в плоскости экрана горизонтальные машины перемещаются влево/вправо, вертикальные — вверх/вниз). В данной задаче такси должно рассматриваться наравне с другими автомобилями, а не в качестве специального объекта. Изменение репрезентации включает в себя перемещение от одной репрезентации задачи (где рассматривается объект, ограниченный в использовании «Такси перемещать нельзя!») к другой, где эти ограничения ослабляются, что и приводит к успешному инсайтному решению. В качестве независимой переменной в данном эксперименте использовался сценарий предъявляемых задач. Сценарий мог быть следующим: 1) нормальный — четыре усложняющиеся задачи, с предъявлением пятой — инсайтной; 2) ротированный — те же задачи, что и в нормальных условиях, но инсайтная задача повернута на 90°, так что выход находится справа. 3) облегченный — все 4 задачи простые. Фиксировались время, затраченное на каждый ход, перемещаемая машина, траектория перемещения (транзиты), показатели движения глаз (количество фиксаций, длительность фиксаций), количество ошибочных кликов. Тупик операционализируется автором как ситуация, когда время фиксации для текущего хода было больше или равно среднему времени фиксации испытуемого плюс два стандартных отклонения. Теория изменения репрезентации предсказывает как минимум 1 тупик до непосредственного перемещения такси. Это предположение подтвердилось. Обнаружился четкий тренд: совершенные ходы «Такси» длиннее по сравнению с другими, а также длительность фиксаций при решении задачи была больше для хода «Такси» по сравнению с другими предшествующими и последующими ходами. Также предполагалось, что задача будет легче решаться в ситуации облегченного и ротированного варианта предъявления по сравнению с нормальным. Согласно теории контроля продвижения к цели, существуют 3 автомобиля, которые блокируют выход. Соответственно, достижение цели включает в себя перемещение этих трех машин. Эта теория использует способность предвосхищения, которая определяет, как много ходов вперед может просчитать решатель (сколько ходов он способен предвосхитить). В инсайтной задаче передвижение двух из трех автомобилей весьма просто, но после них решатель осознает, что третью машину очень сложно передвинуть. Полученные данные говорят скорее в пользу теории изменения репрезентации С. Ольссона [23].

Еще одно исследование, дающее аргументы в пользу того, что тупик в инсайтном решении связан со сложностью переструктурирования неадекватной репрезентации, выполнено в иной парадигме. Э. Рейнгольд и Х. Шеридан [28] изучали эффект установки (Einstellung Effect) при решении шахматных задач. И феноменально и в глазодвигательной активности преодоление остановки оказывается сходным с преодолением тупика в инсайтном решении. Чтобы исследовать эффект, осуществлялся мониторинг движения глаз экспертов и начинающих шахматистов, в

то время как они решали шахматные задачи, которые содержали знакомый по успешно решенной предыдущей позиции ход (т. е. установочный), а также оптимальный ход, который был расположен в другом месте шахматной доски. Исследование показало, что не только начинающие, но и эксперты первоначально обнаруживали знакомое, но более длинное решение (т. е. шах и мат в пять ходов), но не могли найти кратчайшее решение (т. е. шах и мат в три хода). И те и другие продолжали смотреть на клетки доски, связанные со знакомым решением, хотя сообщали, что ищут альтернативные решения (здесь мы наблюдаем расхождение познавательной активности и самоотчета, которые обнаруживались и в работах О.К. Тихомирова). В этом исследовании интерес представляет также следующий методический аспект: авторы сомневаются в правомерности использования длительности одиночной фиксации как глубины переработки информации, и предлагают другой показатель: количество пребываний (dwells). Это необходимо, поскольку анализ длительности просмотра не дает возможности определить, являются ли долгие фиксации в целевой области следствием неспособности отвлечь внимание от установочного хода или следствием частых обращений к ней в связи с разработкой долгосрочной стратегии оптимального хода.

Еще одним исследованием, выполненным в исследовательской группе Э. Рейнгольда, является работа Дж. Эллис [19]. Оно было направлено на изучение динамики инсайтного решения в контексте проверки альтернативных гипотез о процессах, предшествующих инсайту. Проверялось, является ли инсайт результатом мгновенного переструктурирования репрезентации или он — результат постепенного накопления знания. Дж. Эллис polemизирует с работой Дж. Меткалф и Д. Вибе [26]. В исследовании данных авторов испытуемым в процессе решения инсайтных и алгоритмических задач предлагается оценивать свою близость к решению. На основании того, что при решении алгоритмизированной задачи оценка близости к решению неуклонно возрастала, а при инсайтном решении она даже за несколько секунд до ответа существенно не отличалась от начальной, авторы делают вывод о скачкообразном изменении репрезентации при инсайте. Дж. Эллис сомневается, насколько точно метакогниции (а в данном случае оценивается именно этот компонент) отражают кумуляцию знаний, необходимых для решения задачи. Как мы уже могли заметить по цитируемым ранее работам, отчет о процессе может расходиться с реальностью [11; 28; и др.]. Дж. Эллис использует айттрекинг для объективации мыслительного процесса и проверки гипотезы о постепенном накоплении знания перед инсайтом. Для этого участникам эксперимента предлагалось решать анаграммы. Им предъявлялось 5 разделенных букв, расположенных по кругу. Из них 4 буквы (3 согласных, 1 гласная) образовывали некоторое слово, а пятая буква (1 согласная) была дистрактором. Примеры экспериментальных экранов приведены на рис. 3.

В процессе исследования регистрировалось количество фиксаций и время просмотра каждой буквы. Предполагалось, что если инсайт внезапен и дискретен, то время просмотра буквы-дистрактора резко и внезапно упадет непосредственно перед ответом. Если же инсайт — результат постепенной кумуляции частичного знания, то время просмотра буквы-дистрактора будет уменьшаться медленно и этот тренд наметится задолго до ответа.

Инсайтность каждого решения оценивалась с помощью постэкспериментального интервью. Данные о движениях глаз по инсайтному и не инсайтному решению сравнивались на основании этого деления. Результаты говорят об отсутствии различий паттернов динамики глазодвигательной активности в зависимости от субъективного наличия инсайта, что является еще одним аргументом в пользу того, что при инсайтном решении не совпадают план сознания и план неосознаваемого поиска решения. В целом отмечается постепенное снижение доли времени просмотра буквы-дистрактора, однако время ее полного игнорирования и время ответа тоже не совпадают (ответ запаздывает примерно на 2,4 с). Такая картина данных позволяет предположить, что накопление знания все-таки происходит постепенно, но даже наличия всей полноты знания все еще недостаточно для инсайтного решения.

Воздействие на характер движения глаз как способ фасилитации инсайтного решения. Данная группа работ особенно любопытна исследователю, разделяющему идеи культурно-исторического и деятельностного подходов. Эти исследования интересны тем, что авторы показывают, как использование внешних средств в ходе выполнения деятельности, а в некоторых исследованиях — деятельности, выполняемой совместно, влияет на характер процесса и оптимизирует достижение результата. Исследование Е. Грант и М. Спайвея

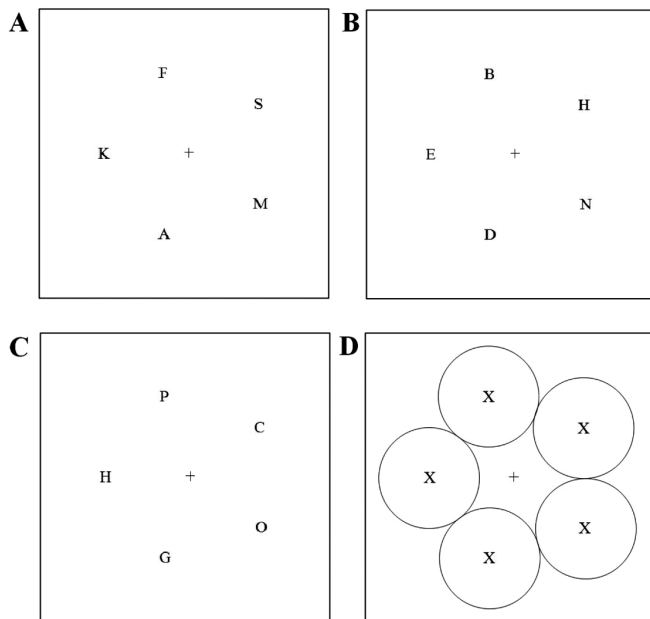


Рис. 3. Экспериментальные экраны из исследования Дж. Эллис. В правом нижнем углу показан размер анализируемых зон интереса [19, p. 38]

[21], с одной стороны, повторяет результаты Г. Кноблиха и коллег на материале другой задачи, а с другой — является примером исследования в парадигме воздействия. Испытуемые решали классическую задачу К. Дункера о X-лучах [4], которая была визуализирована так, как показано на рис. 4.

Испытуемым предлагалась следующая инструкция: «Вам необходимо найти способ уничтожения неоперабельной опухоли желудка такими лучами, которые при достаточной интенсивности разрушают органические ткани, но при этом окружающие опухоли здоровые органы (ткани) не должны быть повреждены» [21]. Исследование включает два эксперимента. В первом эксперименте в целом воспроизводились данные Г. Кноблиха и коллег: решившие задачу испытуемые, в отличие от не решивших, на последних этапах работы с задачей были склонны чаще и дольше фиксировать взгляд на опухоли (Tumour) и переставать обследовать АОИ «Здоровая ткань» (Healthy Tissue), «Кожа» (Skin), «Наружная область» (Outside of Body).

Во второй серии у экспериментальной группы внимание привлекалось (за счет пульсации на экране) ключевой АОИ (опухоль), что привело к повышению эффективности решения по сравнению с двумя контрольными группами, которые работали со статичной диаграммой (первая), или с диаграммой, на которой пульсировала нерелевантная АОИ (вторая).

Последующий качественный анализ исходных данных движений глаз показал, что время просмотра, потраченное на область кожи, фактически является следствием пересечения саккад, которых у успешных решателей больше. Эти саккады триангулировали из точек вне кожи, направляясь к опухоли внутрь и снова наружу, таким образом подражая паттерну множественного схождения X-лучей. Предполагается, что паттерн движения глаз успешных решателей может служить в качестве физического воплощения идеи решения. Эту идею в своем исследовании проверили Д. Литчфилд и Л. Болл [24]. В своем исследовании они использовали ту же задачу. Они проверяли предположение о том, что наблюдение паттерна движения

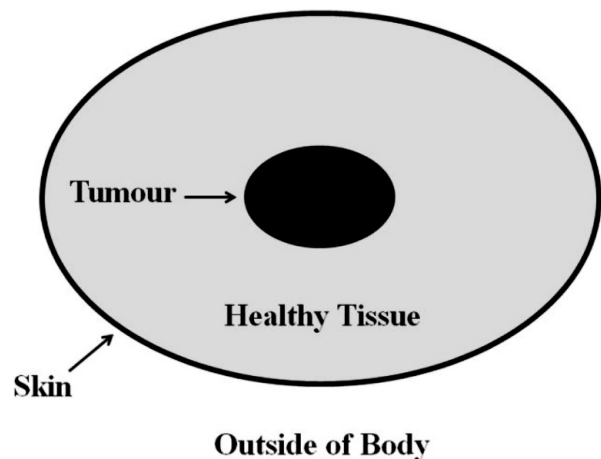


Рис. 4. Диаграмма, иллюстрирующая условие задачи К. Дункера о X-лучах в работе Е. Грант и М. Спайвея [21, p. 463]

глаз другого человека, успешно решившего задачу, может способствовать перераспределению внимания и последующему инсайтному решению. После первой попытки решить задачу испытуемым предъявлялся паттерн траектории движения глаз другого решателя. Траектории могли быть следующего типа:

1) движения глаз были сосредоточены исключительно на опухоли, без выхода за пределы кожи;

2) «естественный» паттерн пересечения саккад между внешним участком и центральным — опухолью — из нескольких направлений (паттерн, который может принадлежать человеку, решившему задачу);

3) «дидактический» паттерн, в котором умышленно наглядно демонстрировалось пересечение саккад между внешней зоной и опухолью из нескольких направлений. В данном условии практически отсутствуют «зашумляющие» саккады, он более нагляден.

В результате были получены значимые различия продуктивности решения задачи в зависимости от типа предъявляемого глазодвигательного паттерна другого решателя. При предъявлении глазодвигательного паттерна, локализованного исключительно в области опухоли, результаты решения задачи были значимо хуже, чем у решателей, наблюдавших естественный и дидактический паттерны. Данный результат может интерпретироваться как усвоение опыта успешного решателя в результате моделирования деятельности [3] или даже как результат совместного внимания, приобщения к распределенному знанию, общему с «вируальным решателем», траекторию движения глаз которого они наблюдали [16].

В этой же парадигме и с той же задачей работали Л. Томас и А. Льерас [29]. Они выясняли, необходимы ли для индукции успешного решения именно движения глаз или достаточно только перенаправления внимания по заданному паттерну. Для этого они добавили к основной задаче про опухоль несвязанное с ней задание — зрительный поиск цифр среди букв, представленных в разных местах задачной диаграммы. Для первых двух групп испытуемых восемь цифр были представлены в разных точках как внутри, так и за пределами границы кожи. Для первой группы движения глаз не ограничивались, в то время как вторую просили удерживать взор в определенной точке экрана. И в том и в другом случае паттерн поиска провоцировал идею множественной конвергенции лучей на опухоли, но во втором случае эти «движения» осуществлялись «в уме». Для третьей и четвертой группы все цифры были расположены во внутренней зоне. Аналогично первым двум, глазодвигательная активность третьей группы не ограничивалась, а четвертая выполняла задание с инструкцией, запрещающей перемещение взора. После эксперимента с испытуемыми проводилось постэкспериментальное интервью, чтобы выяснить, как воспринимается отношение между основной задачей на облучение с заданием на отслеживание цифры. Опрос установил, что испытуемые не осознают связи между заданиями, и не воспринимают вторичное задание как подсказку. Более того, во всех случаях испытуемые утверждали, что вторичное задание им мешало. Однако ито-

говый результат показывает, что испытуемые первой и второй группы (подсказывался глазодвигательный паттерн, связанный с нахождением функционального решения) решали задачу более успешно, при этом реальное движение глаз оказалось необязательным, достаточной оказалась подсказка паттерна переключения внимания. Кроме того, важной является диссоциация субъективного (любая подсказка воспринимается как помеха) и результативного планов решения (адекватная подсказка делает нахождение ответа значимо более быстрым, чем неадекватная). В завершение анализа данного направления отметим, что эти работы интересны прежде всего тем, что ставят вопрос о механизмах совместного решения и трансляции опыта в той сфере, которая классически считается сугубо индивидуальным процессом, не предполагающим возможности научения. Напомним, что одной из особенностей инсайтного решения К. Дункер считал фактическую невозможность переноса опыта и какого-либо научения за исключением прямой подсказки [4].

**Движения глаз как коррелят «энергетического» аспекта мыслительного процесса.** Данное направление в меньшей степени, чем предыдущие связано с анализом гностических действий; дело в том, что изменение величины раскрытия (диаметра) зрачка — процесс преимущественно низкоуровневый и первично автоматический. Однако необходимо несколько слов сказать и об этом направлении, поскольку оно также может дать существенную информацию об инсайтном решении, хотя бы потому, что инсайт так же часто рассматривается как низкоуровневый процесс, связанный с эмоциональной сферой. Начало этой парадигме положила работа Д. Канемана [8], который рассматривал диаметр зрачка как показатель умственного усилия (чем больше диаметр, тем интенсивней усилия). Б. Голдватер в своем обзоре приводит большое количество экспериментальных и эмпирических данных о том, что диаметр зрачка действительно связан с умственным усилием и глубиной переработки информации, а побочные переменные, которые могут влиять на него (стресс, интенсивные эмоции) легко нивелируются при анализе [20].

Работ, где динамика диаметра зрачка используется в целях изучения инсайтного решения, немного, самой заметной среди них является работа Дж.Т. Вонга [30]. Автор предполагал, что инсайтное решение должно сопровождаться пикообразным возрастанием напряжения, совпадающим с переживанием инсайта и это напряжение должно иметь эмоциональную природу. В качестве материала Дж.Т. Вонг использовал задачи со спичками, подобные задачам С. Ольссона, среди которых были задачи, преимущественно решаемые вычислением, и задачи, провоцирующие инсайтное решение. В качестве фиксируемых параметров использовались диаметр зрачка и данные постэкспериментального опросника об оценке решения и собственном эмоциональном состоянии. В целом автор получил ожидаемую структуру данных: инсайтное решение провоцировало большее напряжение (большая величина раскрытия зрачка) в

период, предшествующий нахождению ответа, и сопровождалось более высокими оценками по шкалам внезапность, счастье, возбуждение. Впрочем, данные результаты вызывают некоторые вопросы. В частности, о том, не являются ли результаты отражением особенностей материала, а не решения. Если инсайтные задачи у Дж.Т. Вонга были подобны инсайтным заданиям С. Ольссона (для нахождения решения достаточно совершить одно неочевидное действие), то задачи, решаемые по алгоритму, отличались. В качестве таковых автор взял задание на сложение и вычитание нескольких чисел, выложенных из спичек римскими цифрами. Испытуемый решал задания вида  $A+B+C+D-E+F$ , где действия по отдельности не требовали существенного усилия, что и могло проявиться в результатах. Несмотря на отсутствие существенных результатов, полученных с помощью указанного варианта метода регистрации движений глаз, отметим хорошие перспективы его применения для проверки гипотез о роли эмоциональных процессов в инсайтном решении.

В завершение анализа необходимо обозначить **итоги и перспективы** применения анализа гностических действий с помощью технологии регистрации движения глаз как метода изучения процесса инсайтного решения и сделать некоторые выводы.

Метод регистрации движения глаз применим для изучения процесса инсайтного решения и весьма перспективен. Особенно если этот метод понимать в контексте анализа гностических действий. В первую очередь, метод позволяет показать динамику репрезентации задачи в процессе продвижения решателя к цели, а также отразить неосознаваемые и быстрые этапы и аспекты данной динамики, зафиксировать диссоциацию между осознаваемым и неосознаваемым планами решения задачи. Регистрация движений глаз является богатым источником получения эмпирических данных; уже сейчас накоплено большое количество данных, позволяющих строить предположения о неосознаваемых механизмах инсайтного решения и роли сознания в данном процессе. Что особенно важно — эти предположения могут быть

экспериментально проверены с помощью того же метода. Глазодвигательные показатели разносторонни и дают возможность фиксировать корреляты и когнитивных, и эмоциональных процессов, предполагаемых разными моделями инсайта.

Однако необходимо отметить, что использование метода в данный период времени сталкивается с различными трудностями. Главная из них является следствием одного из существенных преимуществ метода: движения глаз имеют множество параметров, которые могут быть связаны с различными аспектами психической активности. Это и породило, особенно в современный период, методологический плюрализм айтрекинга. Параметры движения глаз часто трактуются вольно, метафорично. Связь их с параметрами процесса решения мыслительных задач и инсайта часто поверхностна и не очевидна.

Необходимо отметить и возможные способы преодоления данной проблемы. Их, на наш взгляд, два, и они взаимосвязаны. Первый — построение строгих теоретических моделей, связывающих параметры движения глаз и аспекты мыслительного процесса, которые они отражают. Как раз здесь перспективным будет «возвращение к корням»: учет опыта классического периода, имевшего такую теоретическую модель, в которой движения глаз рассматривались как гностические действия, компонент целостной системы перцептивно-мыслительной деятельности, направленной на решение задачи. Второй способ предполагает использование метода в комплексе с другими классическими методами исследования мышления, прежде всего, совместно с анализом вербальных протоколов решения и методом подсказок. Такое сочетание позволит взаимно дополнить избирательную мощь каждого из методов в раскрытии тех или иных аспектов процесса решения. Так, например, анализ протоколов позволит проследивать динамику целеполагания и смены гипотез и сопоставлять ее с динамикой неосознаваемого переструктурирования репрезентации, данные о которой сможет дать регистрация движений глаз.

#### Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект №14-06-00441а.

#### Литература

1. Барабанщиков В.А., Жезалло А.В. Методы регистрации движений глаз в психологии: основы учебно-методического комплекса // Экспериментальная психология. 2014. Том 7. № 1. С. 132—137.
2. Венгер Л.А., Зинченко В.П., Рузская А.Г. Онтогенез перцептивных действий (по материалам исследования развития у ребенка восприятия формы) // Восприятие и действие / Под ред. А.В. Запорожца. М.: Просвещение, 1967. С. 115—161.
3. Выготский Л.С. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 3. Проблемы развития психики. М.: Педагогика, 1983. 368 с.
4. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления. М.: Прогресс, 1965. С. 86—234.
5. Запорожец А.В. Избранные психологические труды: в 2 т. Т. 1. Психическое развитие ребенка. М.: Педагогика, 1986. 320 с.
6. Зинченко В.П. Роль моторных компонентов в процессах восприятия // Восприятие и действие / Под ред. А.В. Запорожца. М.: Просвещение, 1967. С. 70—114.
7. Зинченко В.П. Теоретические проблемы психологии восприятия и задачи генетического исследования // Восприятие и действие / Под ред. А.В. Запорожца. М.: Просвещение, 1967. С. 7—38.



8. Канеман Д. Внимание и усилие / Пер. с англ. И.С. Уточкина. М.: Смысл, 2006. 288 с.
9. Пичугина М.О., Спиридонов В.Ф. Репрезентация игровых ситуаций у шахматистов высокой квалификации // Четвертая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов Томск, 22–26 июня 2010 г.: в 2 т. Т. 2. Томск: Томский государственный университет, 2010. С. 477–478.
10. Пушкин В.Н. Эвристика — наука о творческом мышлении. Москва: Политиздат, 1967. 272 с.
11. Тихомиров О.К. Психология мышления. М.: Изд-во Московского ун-та, 1984. 270 с.
12. Тихомиров О.К., Виноградов Ю.Е. Эмоции в функции эвристики // Психологические исследования. Вып. 1 / Под ред. А.Н. Леонтьева и др. М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. С. 3–24.
13. Тихомиров О.К., Телегина Э.Д. Анализ отношения средств к цели как эвристика // Вопросы психологии. 1969. № 1. С. 75–90.
14. Тихомиров О.К., Терехов В.А. Исследование моторных компонентов умственной деятельности. Сообщение I. Возможность использования циклографической методики для анализа механизмов мышления // Новое в педагогических науках. 1964. № 3. С. 133–137.
15. Тихомиров О.К., Терехов В.А. Исследование моторных компонентов умственной деятельности. Сообщение II. Исследование осязательного поиска как путь к анализу эвристики // Новые исследования в педагогических науках. Вып. VIII. 1966. С. 133–138.
16. Томаселло М. Истоки человеческого общения. М., Языки славянских культур, 2011. 380 с.
17. Урванцев Л.П. Формирование суждений в условиях неопределенной визуальной стимуляции: автореф. дисс ... канд. психол. наук. М., 1974. 23 с.
18. Ballard, D.H., Hayhoe M.M., Pook P.K. Deictic codes for the embodiment of cognition // Behavioral & Brain Sciences. 1997. Vol. 20 (04). P. 723–767.
19. Ellis J.J. Using Eye Movements to Investigate Insight Problem Solving. PhD thesis. University of Toronto, 2012. 111 p.
20. Goldwater B.C. Psychological significance of pupillary movements // Psychological bulletin. 1972. Vol. 77 (5). P. 340–355.
21. Grant E.R., Spivey, M.J. Eye movements and problem solving: Guiding attention guides thought // Psychological Science. 2003. Vol. 14 (5). P. 462–466. doi: 10.1111/1467-9280.02454
22. Jones G. Testing two cognitive theories of insight // Journal of Experimental Psychology: Learning. 2003. Vol. 29 (5). P. 1017–1027. doi: 10.1037/0278-7393.29.5.1017
23. Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving // Memory & Cognition. 2001. Vol. 29 (7), P. 1000–1009. doi: 10.3758/BF03195762
24. Litchfield D., Ball L.J. Using another's gaze as an explicit aid to insight problem solving // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2011. Vol. 64 (4). P. 649–656. doi: 10.1037/a0020082
25. MacGregor J.N., Ormerod T.C., Chronicle E. P. Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2001. Vol. 27 (1). P. 176–201. doi: 10.1037/0278-7393.27.1.176
26. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // Memory & Cognition. 1987. Vol. 15 (3). P. 238–246. doi: 10.3758/BF03197722
27. Newell A., Simon H.A. Human problem solving. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall. 1972. 920 p.
28. Reingold E.M., Sheridan H. Eye movements and visual expertise in chess and medicine. Oxford Handbook on Eye Movements. Oxford, GB: Oxford University Press. 2011. P. 523–550.
29. Thomas L.E., Lleras A. Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight // Cognition. 2009. Vol. 111 (2). P. 168–174. doi:10.1016/j.cognition.2009.01.005
30. Wong, T.J. Capturing «Aha!» moments of puzzle problems using pupillary responses and blinks. PhD thesis. University of Pittsburgh, 2009. 87 p.

# Analysis of Gnostic Actions Using Eye Tracking as a Method of Studying Insight in Problem Solving

I. Yu. Vladimirov\*,

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia,  
kein17@mail.ru

A. V. Chistopolskaya\*\*,

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia,  
Chistosasha@mail.ru

The paper focuses on the issue of research methods in studying insight. Since the process of insight is quite difficult to verbalize, researchers are presented with the methodological challenge of its objectification. One of the possible methods is the analysis of gnostic actions as components of a single integrated system of perceptive and thinking activity aimed at problem solving. The paper analyzes past and present periods in the explorations of insight with this method and suggests that eye tracking in problem solving is the most perspective technology. It reviews the studies of G. Knoblich, J. Ellis, E. Grant and M. Spivey, L. Thomas and A. Lleras, D. Kahneman, J.T. Wang and others. The paper compares various characteristics of eye movements and their content and discusses perspectives for the study on insight using the method of eye movement tracking, that is, testing the theoretical assumptions concerning the mechanisms of insight in problem solving and revealing the processes underlying insight.

**Keywords:** insight, dynamics of problem solving, gnostic actions, eye tracking.

## Acknowledgements

This work is supported by Russian Foundation for Basic Research (grant №14-06-00441a)

## References

1. Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V. Metody registratsii dvizhenii glaz v psikhologii: osnovy uchebno-metodicheskogo kompleksa [Methods of recording eye movements in psychology: basics educational complex]. *Ekspperimental'naya psikhologiya* [Experimental psychology]. 2014. Vol. 7, no. 1, pp. 132–137. (In Russ., abstr. in Engl.)
2. Venger A.L., Zinchenko V.P., Ruzskaya A.G. Ontogenez perseptivnykh deistvii (po materialam issledovaniya razvitiya u rebenka vospriyatiya formy) [The ontogeny of perceptual processes (based on studies of the child's perception of shape)]. In Zaporozhets A. V. (ed.) *Vospriyatie i deistvie* [Perception and action]. Moscow: Prosveshchenie, 1967, pp. 115–161.
3. Vygotskii L.S. Sbranie sochinenii: v 6 tomakh. Tom 3: Problemy razvitiia psikhiki. [Collected Works: in 6 volumes. Volume 3: Problems of Mental Development]. Moscow: Pedagogika, 1983. 368 p.
4. Dunker K. Psikhologiya produktivnogo (tvorcheskogo) myshleniya [Psychology of productive (creative) thinking]. *Psikhologiya myshleniya*. [Psychology of thinking]. Moscow: Progress, 1965, pp. 86–234. (In Russ.)
5. Zaporozhets, A. V. Izbrannye psikhologicheskie Trudy V 2-kh t. T.1 Psikhicheskoe razvitie rebenka [Selected psycho-

logical works in 2 vol. Vol.2. The child's mental development]. Moscow, 1986. 320 p.

6. Zinchenko V.P. Rol' motornykh komponentov v protsessakh vospriyatiya. [The role of the motor components in the processes of perception]. In Zaporozhets A.V. (ed.) *Vospriyatie i deistvie* [Perception and action]. Moscow: Prosveshchenie, 1967, pp. 70–114.

7. Zinchenko V.P. Teoreticheskie problemy psikhologii vospriyatiya i zadachi geneticheskogo issledovaniya [Theoretical problems of the psychology of perception and objectives of genetic research]. In Zaporozhets A.V. (ed.) *Vospriyatie i deistvie* [Perception and action]. Moscow: Prosveshchenie, 1967, pp. 7–38.

8. Kaneman D. Vnimanie i usilie [Attention and effort]. Moscow: Smysl, 2006. 288 p. (In Russ.)

9. Pichugina M.O., Spiridonov V.F. Reprezentatsiya igrovnykh situatsii u shakmatistov vysokoi kvalifikatsii. [Representation of game situations from chess players of high qualification]. *Chetvertaya mezhdunarodnaya konferentsiya po kognitivnoi nauke: Tezisy dokladov V 2 t.* (Tomsk, 22–26 iyunya 2010 g.). T. 2. [Fourth International Conference on Cognitive Science: Abstracts. Vol. 2]. Tomsk: Publ. Tomsk state university, 2010, pp. 477–478.

10. Pushkin V.N. Evristika – nauka o tvorcheskomyshlenii [Heuristics – the science of creative thinking]. Moscow: Politizdat, 1967. 272p.

## For citation:

Vladimirov I.Yu., Chistopolskaya A.V. Analysis of Gnostic Actions Using Eye Tracking as a Method of Studying Insight in Problem Solving. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-historical psychology*, 2016. Vol. 12, no. 1, pp. 24–34. (In Russ., abstr. in Engl.). doi: 10.17759/chp.2016120103

\* Vladimirov Il'ya Yur'evich, PhD in Psychology, associate professor, Department of General Psychology, P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia. E-mail: kein17@mail.ru

\*\* Chistopolskaya Aleksandra Valer'evna, PhD student, Department of General Psychology, P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia. E-mail: Chistosasha@mail.ru

11. Tikhomirov O.K. Psikhologiya myshleniya. [Psychology of thinking]. Moscow: Publishing of the Moscow University, 1984. 270 p.
12. Tikhomirov O.K., Vinogradov Yu.E. Emotsii v funktsii evristik [Emotions are a function of heuristics]. In Leont'ev A.N. (ed.) *Psikhologicheskie issledovaniya. Vyp. 1* [Psychological research.]. Moscow: Publishing of the Moscow University, 1969, pp. 3–24.
13. Tikhomirov O.K., Telegina E.D. Analiz otnosheniya sredstv k tseli kak evristika [Analysis of the relations of means toward goal as heuristics]. *Voprosy psikhologii* [Questions of psychology]. 1969, no. 1, pp. 75–90.
14. Tikhomirov O.K., Terekhov V.A. Issledovanie motornykh komponentov umstvennoi deyatel'nosti. Soobshchenie I. Vozmozhnost' ispol'zovaniya tsiklograficheskoi metodiki dlya analiza mekhanizmov myshleniya [Research of motor components of mental activity. Part I. The ability to use cyclographic techniques for the analysis of mechanisms of thinking]. *Novoe v pedagogicheskikh naukakh* [New in Pedagogical Sciences], 1964, no. 3, pp. 133–137.
15. Tikhomirov O.K., Terekhov V.A. Issledovanie motornykh komponentov umstvennoi deyatel'nosti. Soobshchenie II. Issledovanie osyazatel'nogo poiska kak put' k analizu evristik [Research of motor components of mental activity. Part II. Research of tactile search as a way to analyze the heuristics]. *Novye issledovaniya v pedagogicheskikh naukakh. Vyp. VIII*. [New in Pedagogical Sciences], 1966, pp. 133–138.
16. Tomasello M. Istoki chelovecheskogo obshcheniya [Sources of human communication]. Moscow: Yazyki slavyanskikh kultur, 2011. 328 p. (In Russ.)
17. Urvantsev L.P. Formirovanie suzhdenii v usloviyakh neopredelennoi vizual'noi stimulyatsii. Avtopef. diss. kand. psikhol. nauk. [Formation of the judgment in an uncertain visual stimulation. Ph. D. (Psychology) Thesis]. Moscow, 1974. 23 p.
18. Ballard D. H., Hayhoe M. M., Pook P. K.. Deictic codes for the embodiment of cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 1997. Vol. 20 (04), pp. 723–767.
19. Ellis J.J. Using Eye Movements to Investigate Insight Problem Solving. PhD thesis. University of Toronto, 2012. 111 p.
20. Goldwater B.C. Psychological significance of pupillary movements. *Psychological bulletin*, 1972. Vol. 77 (5), pp. 340–355.
21. Grant E. R., Spivey M. J. Eye movements and problem solving: Guiding attention guides thought. *Psychological Science*, 2003. Vol. 14 (5), pp. 462–466. doi: 10.1111/1467-9280.02454
22. Jones G. Testing two cognitive theories of insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning*, 2003. Vol. 29 (5), pp. 1017–1027. doi: 10.1037/0278-7393.29.5.1017
23. Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving. *Memory and Cognition*, 2001. Vol. 29 (7), pp. 1000–1009. doi: 10.3758/BF03195762
24. Litchfield D., Ball L. J. Using another's gaze as an explicit aid to insight problem solving. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2011. Vol. 64 (4), pp. 649–656. doi: 10.1037/a0020082
25. MacGregor J.N., Ormerod T.C., Chronicle E.P. Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2001. Vol. 27 (1), pp. 176–201. doi: 10.1037/0278-7393.27.1.176
26. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving. *Memory and Cognition*, 1987. Vol. 5 (3), pp. 238–246. doi: 10.3758/BF03197722
27. Newell A., Simon H.A. Human problem solving. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. 1972. 920 p.
28. Reingold E.M., Sheridan H. Eye movements and visual expertise in chess and medicine. *Oxford Handbook on Eye Movements*. Oxford, GB, Oxford University Press, 2011, pp. 523–550.
29. Thomas L. E., Lleras A. Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight. *Cognition*, 2009. Vol. 111 (2), pp. 168–174. doi:10.1016/j.cognition.2009.01.005
30. Wong T.J. Capturing «Aha!» moments of puzzle problems using pupillary responses and blinks. PhD thesis. University of Pittsburgh, 2009. 87 p.