Владимиров И.Ю.^{1,2}, Бушманова А.С.², Макаров И.Н.² Поведенческие маркеры ключевых событий инсайтного решения

Vladimirov I.Yu.^{1,2}, Bushmanova A.S.², Makarov I.N.² Behavioral markers of key events of an insight solution

¹ Институт психологии Российской академии наук, Москва, Россия

² Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

Процесс инсайтного решения неоднороден и имеет скрытую динамику, которую следует учитывать при анализе полученных в результате исследования данных. Классические методы исследования инсайта, ориентированные только на результативные показатели или вербальные отчёты, не являются оптимальными для исследования процессуальной составляющей. Методы, изучающие процесс косвенно через связанные процессы (загрузка рабочей памяти, физиологические процессы, поведенческие паттерны), выглядят наиболее перспективными. Анализ поведения испытуемого позволяет изучать инсайт без вмешательства в процесс решения задач. В работе предлагаются требования к теоретической модели, которая позволит надёжно сопоставить поведенческие события и события инсайтного решения. Предлагается и проверяется модель, соответствующая этим требованиям. Основной целью работы является поиск поведенческих маркеров ключевых этапов инсайтного решения (тупик и Ага-переживание), эмоций и метакогнитивных чувств (зафиксированных с помощью постэкспериментального опросника), сопровождающих эти этапы. Были выявлены следующие поведенческие паттерны, значимо чаще встречающиеся при инсайтном решении: немигающий взгляд, поднятие бровей, улыбка, касание руками лица, кусание губ – что позволило сделать следующие предположения. Немигающий взгляд решателя, направленный в одну точку, может свидетельствовать о работе с репрезентацией в процессе одного из двух событий инсайтного решения: тупик или изменение репрезентации. Поднятие бровей и улыбка могут свидетельствовать о положительно окрашенной эмоции удивления, сопровождающей изменение репрезентации. Касание руками лица, чесание головы и кусание губ могут сопровождать событие тупика и быть связанными с негативными эмоциональными переживаниями, сопровождающими это событие. В заключении обсуждаются возможные пути дальнейшего использования метода регистрации поведенческих паттернов при исследовании инсайта, и рассматривается возможность их использования при исследовании динамических характеристик инсайта.

Ключевые слова: инсайт, поведенческие маркеры инсайта, изменение репрезентации, тупик, «ага-переживание», эмоции, метакогнитивные чувства, ключевые события инсайтного решения

Введение

Поскольку инсайтное решение – это процесс, имеющий сложную и неоднородную динамику [Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015], при его исследовании важно адекватно отразить эту его процессуальную составляющую. Методы, ориентированные только на результативные показатели (скорость и успешность решения), традиционно используемые в психологии интеллекта и психологии решения задач, не являются оптимальными и совершенно точно не могут использоваться как единственные при исследовании данного явления. В то же время классические методы исследования мыслительного процесса, предполагающие вербализацию процесса с помощью метода мышления вслух, пригодны не для всех компонентов инсайтного решения: большая часть процесса не осознается и неадекватно отражается в вербальной продукции [Коровкин, Владимиров, Савинова, 2014]. Наиболее перспективными являются косвенные методы, позволяющие отследить процесс по его отражению в сопровождающих явлениях: загрузке рабочей памяти (когнитивный мониторинг) [Korovkin et al., 2018], динамике физиологических процессов [Lavric, Forstmeier, Rippon, 2000], параметрах метакогнитивного мониторинга [Metcalf, Wiebe, 1987] и других. Одним из наиболее перспективных, на наш взгляд, является метод анализа поведения испытуемого в процессе решения, который позволяет, не вмешиваясь в процесс, составить представления о ряде когнитивных и эмоциональных явлений, имеющих место при инсайтном решении. Методы корпусной лингвистики (корпусная разметка видеопротоколов) [Vladimirov, Makarov, 2020] позволяют надежно регистрировать и сопоставлять события, которые могут являться событиями инсайтного решения.

Несмотря на то, что работа носит преимущественно методический характер, считаем необходимым обсудить параметры теоретической модели, которые могут быть проверены с помощью разрабатываемых методов и ради проверки которых эти методы, собственно, и разрабатываются. Для надежного сопоставления поведения испытуемого с событиями инсайтного решения нам важно иметь теоретическую модель, описывающую логику и последовательность таких событий. Эта модель должна отвечать следующим условиям:

1. Укладываться в известную феноменологию инсайтного решения, адекватно ее интерпретировать и уметь предсказывать ее на новых классах задач.
2. Соотноситься (согласовываться или оппонировать) с доминирующими в настоящее время в объяснении процессов мышления и инсайта теоретическими моделями. На данный момент это прежде всего теория задачного пространства Г. Саймона [Simon, 1977] и модель изменения репрезентации С. Ольссона [Ohlsson, 1992].

3. Иметь надежную и по возможности однозначную операционализацию в терминах поведения испытуемого, позволяющую содержательно соотносить поведенческие паттерны с событиями решения.

Наличие такой модели важно для выявления поведенческих маркеров, надежно показывающих наступление соответствующих событий в инсайтном решении. В качестве базовой модели мы возьмем эскиз модели, предложенной нами ранее [Vladimirov, Makarov, 2020]. Приведем здесь ее основные идеи. Двумя ключевыми событиями инсайтного решения являются тупик и инсайт (озарение, момент ага-переживания). Если второе событие описывается авторами с самого момента возникновения проблемы инсайта в психологической науке [Пуанкаре, 2008], то второе в явном виде попадает в поле зрения исследователей проблемы и получает признание только в конце XX века после работы С. Ольссона [Ohlsson, 1992]. Переживание инсайта связано с моментом осознания правильного решения, являющегося результатом изменения видения условий задачи [Дункер, 2008; Ohlsson, 1992]. Событие тупика, в свою очередь, является следствием невозможности продвижения к цели решения в рамках репрезентации, сложившейся у решателя в процессе понимания условий задачи (инициальная репрезентация) [Ohlsson, 2011]. Мы предполагаем, что эти два события в рамках инсайтного решения носят взаимно дополняющую функцию. Если тупик и его преодоление инициируют и осуществляют процесс отказа от неадекватного в данном контексте предшествующего опыта, то собственно инсайт знаменует собой обнаружение новой репрезентации задачи, удовлетворяющей требованиям, заложенным в условиях. Иными словами, соотнося данную систему описания с концепцией Я.А. Пономарева, мы понимаем, что переживание тупика является триггером, запускающим отказ от логического анализа условий и интуитивный поиск, неосознаваемую рекомбинацию параметров задачи, а ага-переживание (собственно инсайт) служит осознанию вновь найденной закономерной организации условий, которая позволяет в дальнейшем проверить вновь осознанную репрезентацию на предмет соответствия требованиям задачи [Пономарев, 1976].

Процесс инсайтного решения не линейен, а цикличен. С. Ольссон предположил [Ohlsson, 1992], а М. Оллингер и коллеги в своей работе [Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015] обосновали, что однократное разрушение неверной инициальной репрезентации не обязательно приводит к формированию адекватной. В процессе поиска может сформироваться столь же неверная репрезентация, которую надо будет разрушить для нахождения верного решения. Этот цикл может

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... повторяться неограниченное число раз вплоть до обнаружения верного решения или отказа от поиска.

Вслед за М. Оллингером [Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015] мы считаем, что данный циклический процесс состоит из последовательной смены двух режимов: разработки и поиска. Разработка – процесс решения в рамках инициальной или доминирующей на данный момент репрезентации. Данный режим характеризуется достаточно высокой осознанностью и аналитичностью процессов решения и метакогнитивным чувством уверенности продвижения в целевом направлении. Поиск – плохо осознаваемый, ненаправленный процесс, активизирующийся после разрушения доминирующей репрезентации.

Процесс инсайтного решения преимущественно неосознаваем или слабо контролируется сознанием [Ohlsson, 1992], основная регуляция направления его протекания осуществляется за счет метакогнитивных чувств и эмоциональных переживаний, сопровождающих ключевые события инсайтного решения [Pétervári, Danek, 2020; Danek et al., 2013]. Ольссон утверждал, что неверная инициальная репрезентация, приводящая к тупику, преодолевается за счет негативной обратной связи [Ohlsson, 2011]. Ольссон преимущественно пользовался информационным пониманием негативной обратной связи, но мы, развивая его предположение, можем говорить о негативно окрашенных эмоциональных переживаниях, сопровождающих событие тупика и имеющих слабую представленность в сознании в виде метакогнитивных чувств, которые кроме эмоциональной окраски имеют содержательный компонент, отражающий характеристики задачи или решателя (способность справиться с решением, трудность и др.). Эти переживания, переключая режимы работы когнитивной системы (поиск, разработка), могут действовать двояко: напрямую (меняя режим работы внимания, что может приводить к уничтожению текущей репрезентации [Gasper, Clore, 2002], или включая стратегию оптимизации, ведущую к переформатированию репрезентации [Kaufmann, Vosburg, 1997]), или действуя как информация о текущем состоянии системы, что описывается различными сигнальными моделями инсайта [Валуева, Ушаков, 2015; Тихомиров, 1984; Danek, Wiley, 2017].

В свою очередь, переструктурирование репрезентации и обнаружение новых вариантов развития решения сопровождается положительно окрашенным ага-переживанием [Danek et al., 2014]. Таким образом, мы можем предполагать, что разновалентные эмоции и соотносимые с ними содержательно метакогнитивные чувства сопровождают ключевые события ин-

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... сайтного решения (негативные – тупика, позитивные – момента реструктурирования репрезентации) и могут служить своеобразными триггерами, переключающими режимы решения, по М. Оллингеру [Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015].

В данной работе мы не стремимся проверить все следствия модели, но приводим ее для формирования целостного представления об изучаемом нами явлении. Мы осуществляем разработку инструментария, позволяющего в дальнейшем фиксировать те или иные события инсайтного решения и проверять предположения об их последовательности и логической связанности. На данный момент нашей основной задачей является выявление поведенческих маркеров, которые могут быть надежно связаны, с одной стороны, с ключевыми событиями инсайтного решения, и с другой – эмоциями и метакогнитивными чувствами, сопровождающими эти события.

Использование поведенческих маркеров когнитивных и эмоциональных процессов является важным для описания нелинейной динамики инсайтного решения. Обладая инструментом, позволяющим зарегистрировать моменты событий когнитивного и метакогнитивного планов решения, мы можем надежно соотнести их и установить между ними взаимосвязь. В работах, посвященных исследованию инсайта, регистрация поведения, свидетельствующего о когнитивной активности, не нова. Чаще всего используется глазодвигательная активность [Владимиров, Чистопольская, 2016] или регистрация моторной активности в процессе решения [Spiridonov et al., 2019]. Эмоциональная и метакогнитивная составляющие регистрируются в основном в виде самоотчетов [Daneke et al., 2013; Ellis, Glaholt, Reingold, 2011]. Более редко и более интересно использование совместной регистрации двух планов активности. Такой подход (мониторинг параметров движения глаз и эмоций) реализован в работе М. Билялича и коллег [Bilalić, et al., 2019]. Однако в этой работе для регистрации параметров эмоций и метакогнитивных используется самооценка, что вносит возможные артефакты, связанные с искажениями, обуславливаемыми процессом осознания. В нашей предыдущей работе мы сделали попытку избежать таких искажений, регистрируя эмоции по видеопотокам и аудиозаписи решения [Vladimirov, Makarov, 2020]. В целом полученные результаты позволяют говорить о перспективности такого метода. Однако в цитируемом исследовании использовались разнородные параметры выбранных для решения задач. В этой работе предполагается отбор наиболее надежных поведенческих критериев, предварительно отобранных как по результатам предыдущей работы, так и в результате пилотной серии.

Процедура и методика исследования

В качестве задач, которые в нашем исследовании провоцируют инсайтное решение, мы взяли разновидность задачи «Парковка»: аналогичную, но не идентичную задаче, использовавшейся Г. Джонсом [Jones, 2003]. Задача требует перемещения в игровом поле ряда машин так, чтобы целевая машина могла выехать из гаража. Примеры такой задачи представлены на рисунке 1. На рисунке представлены уровень 7 (задача, которая должна провоцировать инсайтное решение) и уровень 5, который должен проходиться за счет решения неинсайтного. Сама задача является онлайн игрой и доступна по ссылке на соответствующем ресурсе (<http://www.min2win.ru/gm.php?id=7704>).

В нашем варианте испытуемый решал серию задач, которые изначально были достаточно просты и предполагали комбинаторное решение. Во всех случаях установочной серии (уровни 1-6) ключевую машину не было необходимости двигать. Эти серии создавали установку на то, что ключевая машина не участвует в процессе перемещения. Кроме того, установка задавалась формулировкой инструкции, которая акцентировала внимание на перемещении всех машин, кроме целевой (инструкция приведена ниже). Седьмой уровень включал в себя необходимость перемещения основной машины в процессе решения задачи, она становилась значимым элементом решения. Такое изменение условий в модели С. Ольссона может быть истолковано, как требующее изменения репрезентации для успешного решения [Ohlsson, 1992]. Помимо содержательного критерия отличия задания седьмого уровня, провоцирующего инсайтное решение, мы дополнительно использовали субъективный критерий: оценку инсайтности решения по постэкспериментальному опроснику, состоящему из шкал, частично использовавшихся А. Данек [Danek et al., 2013], частично Дж. Эллис [Ellis, Glaholt, Reingold, 2011], добавив в него вопрос про субъективное переживание тупика. Список шкал представлен в разделе «Результаты» в таблице 1. По этим шкалам мы сравниваем седьмое (потенциально инсайтное) задание с пятым (последним простым заданием на перемещение после обучающей серии). Шестое задание не взято нами в анализ, так как оно представляет собой усложненный вариант комбинаторного оперирования.

Рис. 1. Примеры предлагаемых испытуемому задач.

Примечания. Слева – провоцирующая неинсайтное решение, справа — инсайтное.

Испытуемому предлагалась следующая инструкция: «Сейчас вам будет необходимо пройти 10 уровней в игре, которая называется «Парковка». Ваша цель заключается в том, чтобы вывести машину со стоянки, отодвинув другие автомобили. Проблемы на этой парковке следующие. Во-первых, она малых размеров. Во-вторых, машины, припаркованные вдоль, могут перемещаться исключительно вдоль площадки, а те, что стоят поперек — только поперек. В процессе решения вы можете задавать неограниченное количество уточняющих вопросов. Данная процедура будет записываться на видео, и если вы согласны, то можно начинать».

В анализе использовались данные первых семи уровней (инсайтная задача и предваряющая ее серия). Время решения задач не ограничивалось. С каждым испытуемым велась индивидуальная работа с использованием системы организации видеоконференций «Skype». Каждый испытуемый подтверждал согласие на прохождение исследования, регистрацию и дальнейшую обработку данных о процессе и результате решения. Осуществлялась видеорегистрация поведения испытуемого в процессе решения задачи, которая в дальнейшем использовалась для анализа поведенческих маркеров инсайтного решения. В ходе предварительного анализа видеопротоколов авторами было выделено несколько поведенческих паттернов (мимика и пантомимика), которые в дальнейшем использовались в анализе данных, кроме того, в анализ были включены паттерны, продемонстрировавшие эффективность в нашей прошлой работе

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... [Vladimirov, Makarov, 2020]. Критериями выбора паттернов служила их повторяемость в видеопотоках решений (встречаются не менее, чем в трети протоколов решения критической задачи), частота встречаемости (встречается два или более раз в одном протоколе) и содержательная интерпретируемость (может быть соотнесен с проявлением той или иной эмоции или события в когнитивном плане решения). В качестве таких паттернов были отобраны: касания руками лица; улыбка; поднимание бровей; взгляд в одну точку, не моргая; кусание губ; отстранение от задания; размахивание руками; скрещивание рук; чесание головы; складывание рук в замок.

Выборка

В качестве испытуемых выступили 20 человек в возрасте от 18 до 21 года ($M = 20,5$; $SD = 1,6$), из них 17 женщин. Испытуемые участвовали в эксперименте на добровольной основе. Размер выборки соотносим с аналогичным исследованием [Jones, 2003]. В нем автор привлекает 39 испытуемых, но, используя межгрупповой план, разбивает выборку на три группы с различными условиями по 13 в каждой. В нашем случае осуществляется внутригрупповое сравнение 20 пар случаев.

Гипотезы

Основной гипотезой исследования является следующее утверждение: существуют содержательно соотносимые с событиями инсайтного решения паттерны поведения испытуемого.

Частные гипотезы:

1. Используемые нами задачи провоцируют инсайтное и неинсайтное решение в ожидаемых нами случаях. В установочной серии 1-5 задача неинсайтное решение, в задаче 7 – инсайтное.
2. Инсайтные и неинсайтные решения различаются по представленности выбранных нами поведенческих паттернов (список представлен в описании методики).
3. Выявленные нами паттерны содержательно соотносимы с событиями инсайтного решения (ключевые события и сопровождающие их эмоции и метакогнитивные чувства):
 - а) Предполагается, что паттерны связанные с событиями тупика и ага-переживания будут значимо чаще наблюдаться в инсайтном решении, чем в неинсайтном;

б) Наиболее часто встречаемые в решении паттерны могут быть содержательно соотнесены с событиями и стадиями инсайтного решения.

Логика проверки гипотез и статистический аппарат исследования

Выдвинутые нами частные гипотезы проверялись следующим образом:

Гипотеза о задачах, провоцирующих инсайтный и неинсайтный типы решения, проверялась с использованием трех критериев. Первый – концептуальный. Задание седьмого уровня требует изменения репрезентации после заданной серией предварительных заданий установки на то, что ключевая машина в процессе решения неподвижна. Второй – субъективная оценка решения по набору шкал, используемых в аналогичных целях [Danek et al., 2013; Ellis, Glaholt, Reingold, 2011]. Третий – время решения. Согласно аналогичным исследованиям, инсайтные решения требуют большего времени [Danek et al., 2013]. Второй критерий предполагал сравнение задачи, провоцирующей инсайтное решение, с типичной неинсайтной (пятый уровень) по Т-критерию Вилкоксона (см. табл. 1). Третий критерий предполагает сравнение времени решения типичной установочной задачи, предположительно провоцирующей инсайтное решение (уровень 5), и задачи, решаемой инсайтно (уровень 7), с помощью Т-критерия Вилкоксона (рис. 2).

Гипотеза о различиях в поведенческих паттернах в инсайтном и неинсайтном решении проверялась так: поскольку время инсайтного и неинсайтного решений в нашем исследовании получилось несопоставимо различным, нами была использована специальная метрика. Для инсайтных решений подсчитывалось количество поведенческих паттернов. Затем для каждого испытуемого в предварительных заданиях выбирался временной промежуток, совпадающий по времени с инсайтным решением. В этот промежуток входило несколько задач. Включались они по следующему признаку: сначала пятая, затем четвертая и т.д.. На этом отрезке, равном по времени инсайтному решению, осуществлялся подсчет поведенческих маркеров. Полученные данные сравнивались по Т-критерию Вилкоксона (см. табл. 2).

Гипотеза о содержательном соотнесении поведенческих паттернов с событиями инсайтного решения проверялась с помощью качественных методов. Качественная проверка предполагала содержательное соотнесение поведенческого паттерна с психической реальностью, которая может стоять за ним. Например, остановка взгляда интерпретировалась как включение режима внутреннего внимания.

Результаты

При обработке данных использовался пакет статистических программ Статистика 10.

Рассмотрим в начале результаты, связанные с проверкой гипотезы о том, что используемые нами задачи позволяют спровоцировать инсайтные и неинсайтные решения в ожидаемых случаях. В таблице 1 представлены результаты сравнения предположительно инсайтных и неинсайтных задач по постэкспериментальному опроснику. Полужирным выделены различия, которые неслучайны. Полужирным курсивом выделены значения сравнений, прошедших поправку Хольма-Бонферрони. Мы наблюдаем, что ожидаемо инсайтные решения оценивались как более трудные, сопровождавшиеся «ага-переживанием», вызывавшие большее удовольствие, удивление, облегчение. В случае последней шкалы медианы равны, но среднее значение выше для инсайтных задач (3,4 к 2,75 соответственно).

Таблица 1

Различия в оценках субъективных параметров решения (баллы по шкалам)

	Med НИ	Med И	T	Z	p
Данная задача не вызывала у меня затруднений при решении.	4	2	21,50	2,40	0,02
Когда я понял секрет этой задачи, я испытал «озарение», «ага-переживание».	2	3	<i>0,00</i>	<i>3,18</i>	<i>< 0,001</i>
Я пришел к решению задачи шаг за шагом, строя предположения и логически проверяя их, в итоге сама разгадка не стала для меня неожиданной.	3	2	21,00	2,22	0,03
В тот момент, когда я нашел решение, я почувствовал удовольствие	3	4	<i>0,00</i>	<i>3,30</i>	<i>< 0,001</i>
Найдя решение, я почувствовал удивление.	2	3	<i>5,00</i>	<i>2,83</i>	<i>< 0,001</i>
Я нашел это решение внезапно, неожиданно для себя самого.	2	3	18,00	2,17	0,03
Я почувствовал облегчение, найдя это решение.	3	3	<i>0,00</i>	<i>2,93</i>	<i>< 0,001</i>
Я уверен, что найденное мной решение верно.	4	4	6,50	0,27	0,79
Поняв решение, я готов решить и другие задачи,	4	4	2,00	0,53	0,59

которые предложит экспериментатор. Я чувствую азарт.					
Я столкнулся с моментом, когда думал, что решить задачу не представляется возможным.	1	2	11,00	1,36	0,17

Примечания. НИ — неинсайтные, И — инсайтные. Med – медиана.

Во втором и третьем столбцах представлен медианный балл ответов по четырехбалльным самоотчетным шкалам. Т-значение критерия Вилкоксона, Z – зет-оценки, показывающие расстояния между средними и демонстрирующие размер эффекта). Выборку сравнения составили оценки всеми испытуемыми (20 человек) установочной и критической задач (20 пар оценок).

Рассмотрим далее время решения ожидаемо инсайтных (уровень 7) и типичной неинсайтной задачи (уровень 5)

Рис. 2. Время решения инсайтной – 7 (инс) – и типичной неинсайтной – 5 (неинс) – задачи.

Примечания. По оси ординат откладывается время решения в секундах.

Мы наблюдаем неслучайное расхождение во времени решения. Рисунок 1 показывает, что время решения задачи 7 существенно больше, чем типичной неинсайтной задачи (уровень 5). Для сравнения использован непараметрический критерий Вилкоксона, так как распределение данных отлично от нормального, сравниваются 20 пар случаев ($T = 3,7$; $p < 0,001$). Медианное время решения неинсайтной задачи – 19,5 с., инсайтной – 82 с.

Перейдем к проверке гипотезы о том, что поведенческие паттерны, сопровождающие ожидаемо инсайтные и неинсайтные решения различаются. Данные представлены в таблице 2. Полужирным выделены неслучайные различия. Полужирным курсивом выделены значения сравнений, прошедших поправку Хольма-Бонферрони. Не было набрано необходимого для анализа рангов количества данных по паттернам: отстранение от задания, размахивание руками, скрещивание рук, чесание головы, складывание рук в замок. Из дальнейшего анализа они исключены и в таблице не представлены. Расчет поправки на множественные сравнения осуществлялся с учетом количества сравнений в том числе и по этим паттернам.

Таблица 2

Сравнение проявлений поведенческих маркеров при инсайтном и неинсайтном решении (количество событий в процессе решения)

	Med НИ	Med И	T	Z	p
Касания руками лица	0	2	5,00	3,12	0,002*
Улыбка	0	1,5	18,50	2,13	0,03
Поднимание бровей	0	1,5	2,00	2,90	0,004*
Взгляд в одну точку, не моргая	0	1	0,00	3,18	0,001*
Кусает губы	0	0	5,00	2,07	0,03

Примечания. НИ — неинсайтные, И — инсайтные. Med – медиана.

Во втором и третьем столбцах представлено медианное количество соответствующих поведенческих паттернов. Оценка по Т-критерию Вилкоксона. Т-значение критерия Вилкоксона, Z – зет-оценки, показывающие расстояния между средними и демонстрирующие размер эффекта. Выборку сравнения составили оценки всеми испытуемыми (20 человек) установочной и критической задач (20 пар оценок). По паттерну «кусание губ» при нулевых медианах: среднее количество паттернов больше для инсайтных решений (1 и 0,15 соответственно).

Мы можем наблюдать, что в ожидаемо инсайтных решениях испытуемые чаще касаются руками лица, чаще поднимают брови, чаще глядят в одну точку. Несмотря на то, что паттерны

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... «улыбка» и «кусание губ» не прошли поправки на множественные сравнения (в последнем случае при равных медианах среднее количество действий больше при ожидаемо инсайтном решении (1 и 0,15 соответственно)), мы оставим их в сфере нашего внимания при дальнейшем рассмотрении потенциальных маркеров событий инсайтного решения. Дело в том, что в той структуре данных, которую получили мы, поведенческие паттерны соотносятся не с конкретными событиями инсайтного решения, а с задачами, в которых такие события ожидаются нами. Соответственно, улыбка как маркер удовольствия и кусание губ как маркер трудности могли встречаться и в неинсайтном решении, но в инсайтном наблюдалось их более частое повторение в процессе решения. Это в следующих наших исследованиях, в которых мы планируем соотношение паттернов и событий на временной шкале конкретного решения, вероятно, позволит нам использовать их как маркеры тупика и «ага»-реакции.

Обсуждение результатов

Полученные нами данные позволяют уверенно принять гипотезу о том, что задачи, обозначенные нами как инсайтные и неинсайтные с большой долей вероятности провоцируют соответствующие типы решения. Наряду с тем, что задание 7 уровня требует переструктурирования репрезентации, его решение имеет паттерн оценок, соответствующих инсайтному решению и такое решение существенно дольше по времени, что совпадает с данными из аналогичных работ [Danek et al., 2013; Ellis, Glaholt, Reingold, 2011].

Полученные различия в выраженности поведенческих паттернов в инсайтных и неинсайтных решениях (большее количество касаний руками лица, поднимания бровей, ситуаций, когда взгляд направлен в одну точку, в инсайтном решении, чем в неинсайтном) позволяет нам говорить о возможности по поведенческим паттернам различить эти типы решений.

Таким образом, мы можем говорить, что решения задания 7 уровня и остальных, предшествующих ему, различаются как инсайтные и неинсайтные соответственно, и анализировать причину различий в поведенческих паттернах, сопровождающих эти решения. Также отметим, что мы не будем исключать из анализа паттерны, различающиеся по критерию Вилкоксона, но не прошедшие поправку Хольма-Бонферрони, поскольку наше исследование носит ориентировочный методический характер, и нам интереснее найти паттерны, которые могут быть содержательно проинтерпретированы в контексте событий инсайтного решения. Паттерны «улыбка» и «кусание губ» как раз таковы. Оценка их применимости для исследования динамики инсайта – задача будущих проектов.

Перейдем к обсуждению связи поведенческих паттернов с ключевыми событиями инсайтного решения. Еще раз отметим, что в этой работе мы не анализировали последовательность появления паттернов, их связь с динамикой. Мы рассматривали будут ли определенные паттерны (связанные и с тупиком, и с обнаружением решения) чаще появляться в инсайтном решении, чем в неинсайтном.

Паттерн *«немигающий взгляд, направленный в одну точку»* может интерпретироваться как переход решателя к режиму работы «внутреннее внимание». Паттерн описывается как один из коррелятов внутреннего внимания еще в классической работе Т. Рибо [Рибо, 2001]. В нашем случае внутреннее внимание может быть связано с обращением испытуемого к репрезентации задачи, отвлечению его от внешней ее представленности на мониторе. Такой режим может говорить о работе с репрезентацией в режиме действий, направленных на ее переструктурирование. Это может быть характерно для обоих ключевых событий инсайтного решения: и для процесса преодоления тупика, и для поиска нового варианта репрезентации.

Более точные данные нам позволит получить соотнесение этого паттерна с конкретными событиями в решении. Для точного сопоставления паттерна с решением выбранной нами метрики недостаточно. Необходимо в дальнейшем применять большее «увеличение»: рассматривать не инсайтное решение целиком, а выделять в нем части, относящиеся к конкретным событиям. Эту задачу мы будем ставить себе в дальнейших исследованиях.

Еще одной заметной особенностью инсайтного решения является наличие в нем паттерна *«поднятие бровей»*. Данный паттерн часто рассматривается как мимический коррелят эмоции удивления, с которой по природе своей сходно и «ага-переживание» [Изард, 1999]. Этот паттерн также может содержательно соотноситься и с событием тупика, и с обнаружением решения. Дело здесь также, вероятно, в том, что регистрируется его наличие целиком во всём решении, и для того, чтобы развести события, нам потребуется новое исследование, позволяющее анализировать тупик и переструктурирование отдельно друг от друга.

Перейдем к паттернам, которые в меньшей степени наблюдаются в инсайтном решении.

Улыбка. Данный паттерн является мимическим коррелятом целой группы эмоциональных переживаний, имеющих положительную валентность. Этот паттерн также может включаться в мимический паттерн удивления. Такой вариант объяснения поддерживается и данными о корреляции данного паттерна с оценками решения.

Касание лица, кусание губ могут интерпретироваться как паттерны, связанные с беспокойством, волнением, тревогой и неуверенностью – эмоциями, обладающими негативной валентностью и не очень высоким уровнем напряжения [Kleinsmith, Bianchi-Berthouze, 2012]. Вероятнее всего, данные паттерны могут быть связаны с негативными эмоциональными переживаниями и преодолением тупика. Поскольку проявляются они менее однозначно, чем рассмотренные выше, то возможность их использования как надежных маркеров инсайтного решения требует дополнительной проверки. Интересно, однако, что содержательно они связаны не со всеми, а только с конкретными событиями инсайтного решения (тупик и сопровождающие его метакогнитивные чувства и эмоции). Это делает указанные паттерны перспективными с точки зрения маркеров указанных событий инсайтного решения.

Обобщим предварительные представления о связи указанных поведенческих факторов с событиями инсайтного решения в динамике (тупик, обнаружение новой репрезентации и сопровождающие их эмоции и метакогнитивные чувства) в таблице (см. табл. 3). Данное обобщение делается нами для большей наглядности и требует дополнительной проверки в дальнейших исследованиях.

Таблица 3

Возможная связь поведенческих паттернов с событиями инсайтного решения

	Тупик	Изменение репрезентации	Негативные эмоции и метакогнитивные чувства, связанные с тупиком	Позитивные эмоции и метакогнитивные чувства, связанные с изменением репрезентации
Немигающий взгляд	вероятно	вероятно		
Поднятие бровей		вероятно		вероятно
Улыбка		возможно		вероятно
Касание лица, кусание губ	вероятно		вероятно	

Выводы

Резюмируя обсуждение полученных нами результатов, мы можем сделать следующие выводы.

Наше исследование позволило выявить содержательно соотносимые с событиями инсайтнго решения паттерны поведения испытуемого, ценность которых может быть проверена в дальнейшем при исследовании динамики решения.

Используемые нами задачи валидны для исследования специфики инсайтнго решения.

Инсайтные и неинсайтные решения различаются по частоте встречаемости следующих поведенческих паттернов: немигающий взгляд, поднятие бровей, касание руками лица. Паттерны «улыбка» и «кусание губ», чаще встречающиеся в инсайтном решении, не проходят проверки поправкой на множественные сравнения, но могут рассматриваться как перспективные для выявления событий инсайтнго решения в силу их содержательной связи с последними.

Выявленные нами паттерны содержательно соотносимы с событиями инсайтнго решения: тупик, изменение репрезентации и сопровождающие их эмоции и метакогнитивные чувства. А именно:

Немигающий взгляд решателя, направленный в одну точку, может свидетельствовать о работе с репрезентацией в процессе одного из двух событий инсайтнго решения: тупик или изменение репрезентации.

Поднятие бровей и улыбка могут свидетельствовать о положительно окрашенной эмоции удивления, сопровождающей изменение репрезентации.

Касание руками лица и кусание губ могут сопровождать событие тупика и быть связанными с негативными эмоциональными переживаниями, сопровождающими это событие.

Заключение

Данное исследование является началом линии работ, целью которых будет уточнение состава надежных поведенческих маркеров инсайтнго решения. Ближайшей задачей является более точная привязка маркеров к конкретным событиям инсайтнго решения, для чего необходима иная метрика, позволяющая выделять эти события внутри решения. В качестве показателей наличия соответствующих событий наиболее перспективными являются замедление познавательной активности для тупика [Jones, 2003] и перераспределение внимания между зонами интереса во внешней презентации задачи для изменения репрезентации [Knoblich, Ohlsson, Raney, 2001]. Еще одним направлением исследования должна стать проверка универсальности

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... паттернов для задач разного типа. В первую очередь, будет необходимо проверить наличие подобных паттернов для задач иного формата репрезентации, например, текстовых задач.

Выявление надежных поведенческих маркеров инсайтного решения будет важным как для дальнейшего развития методов исследования процесса инсайтного решения, так и для прикладных разработок, позволяющих оптимизировать творческую деятельность на практике. В плане развития методов, перспективным является создание систем искусственного интеллекта, позволяющих детектировать события инсайтного решения в режиме реального времени. Это является принципиально важным для проверки моделей, предполагающих эффекты интервенции в процесс инсайтного решения на определенном этапе. В качестве примера такой модели можно привести модель положительной роли отключения управляющих функций на стадии тупика [Markina, Vladimirov, 2019]. Практическим применением технологий, аналогичных только что упомянутым, может стать разработка короботов (co-robots, cobots), способных отслеживать протекание процесса решения у решателя и оказывать соответствующее фасилитирующее воздействие в нужный момент времени [Samsonovich, Kuznetsova, 2018].

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-013-00801.

Литература

Валуева Е.А., Ушаков Д.В. Сигнальная модель инсайта: от исторических предпосылок к эмпирическим предсказаниям // Современные исследования интеллекта и творчества / под ред. А.Л. Журавлева, Д.В. Ушакова, М.А. Холодной. М.: ИП РАН. 2015. С. 15-47.

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. No. 1. С. 24-34.

Дункер К. Подходы к исследованию продуктивного мышления. // Психология мышления / под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 50-67.

Изард К.Э. Психология эмоций. СПб.: Издательский дом "Питер", 1999. 463 с.

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых...
Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач // The Russian Journal of Cognitive Science. 2014. Т. 1. No. 4. С. 74.

Пономарев Я.А. Психология творчества. М.: Наука, 1976, 303 с.

Пуанкаре А. Математическое творчество. // Психология мышления / под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 619-627.

Рибо Т. Психология внимания. // Психология внимания. Хрестоматия по психологии / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М., 2001. С. 297-300.

Тихомиров О. К. Психология мышления. М.: МГУ, 1984. 272 с.

Bilalić M., Graf M., Vaci N., Danek A.H. The temporal dynamics of insight problem solving–restructuring might not always be sudden // Thinking & Reasoning. 2019. No. 1. P. 1-37.

Gasper K., Clore G.L. Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual information // Psychological science, 2002. Vol. 13. No. 1. P. 34-40.

Danek A.H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Aha! experiences leave a mark: facilitated recall of insight solutions // Psychological research. 2013. Vol. 77. No. 5. P. 659-669.

Danek A.H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Working wonders? Investigating insight with magic tricks // Cognition. 2014. Vol. 130. No. 2. P. 174-185.

Danek A.H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // Frontiers in psychology. 2017. Vol. 7. P. 2077.

Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // Consciousness and cognition. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 768-776.

Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M. Problem solving stages in the five square problem // Frontiers in Psychology. 2015. Vol. 6.

- Jones G. Testing two cognitive theories of insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol. 29. No. 5. P. 1017–1027.
- Kaufmann G., Vosburg S.K. "Paradoxical" mood effects on creative problem-solving // *Cognition & Emotion*, 1997. Vol. 11. No. 2. P. 151-170.
- Kleinsmith A., Bianchi-Berthouze N. Affective body expression perception and recognition: A survey // *IEEE Transactions on Affective Computing*. 2012. Vol. 4. No. 1. P. 15-33.
- Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving // *Memory & Cognition*. 2001. Vol. 29. No. 7. P. 1000-1009.
- Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A. How working memory provides representational change during insight problem solving // *Frontiers in psychology*. 2018. Vol. 9. P. 1864.
- Lavric A., Forstmeier S., Rippon G. Differences in working memory involvement in analytical and creative tasks: An ERP study // *NeuroReport*. 2000. Vol. 11. No. 8. P. 1613-1618.
- Markina P.N., Vladimirov I.Yu. Executive Function Role on a Stage of Impasse in Insight Problem Solving // *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*. 2019. Vol. 16. No. 3. P. 562-570.
- Metcalf J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // *Memory & cognition*. 1987. Vol. 15. No. 3. P. 238-246.
- Ohlsson S. *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge: University Press, 2011. 521 p.
- Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking*. 1992. Vol. 1. P. 1-44.
- Pétervári J., Danek A.H. Problem solving of magic tricks: guiding to and through an impasse with solution cues // *Thinking & Reasoning*. 2020. Vol. 26. No. 4. P. 502-533.

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых...
Samsonovich A.V., Kuznetsova K. Semantic-map-based analysis of insight problem solving //Biologically inspired cognitive architectures. 2018. Vol. 25. P. 37-42.

Simon H.A. Scientific discovery and the psychology of problem solving // Models of Discovery. And Other Topics in the Methods of Science, eds R. Cohen and M. Wartofsky. Berlin: Springer, 1977, P. 286–303

Spiridonov V., Loginov N., Ivanchei I., Kurgansky A.V. The role of motor activity in insight problem solving (the case of the nine-dot problem) // Frontiers in psychology. 2019. Vol. 10. P. 2.

Vladimirov I., Makarov I. From “Hmmm...” to “Aha!”: Emotional Monitoring of Representational Change //Psychology. Journal of Higher School of Economics. – 2020. – Т. 17. – No. 4. – P. 652-676.

Поступила в редакцию 14 декабря 2020 г. Дата публикации: 30 июня 2021 г.

Сведения об авторах

Владимиров Илья Юрьевич. Кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт психологии Российской академии наук, ул. Ярославская, д. 13, корп. 1, 129337 Москва, Россия. Доцент кафедры психологии, факультет психологии, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, ул. Советская, д. 14, 150003 Ярославль, Россия.

E-mail: kein17@mail.ru

Бушманова Анна Сергеевна. Студент, факультет психологии, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, ул. Советская, д. 14, 150003 Ярославль, Россия.

E-mail: bushmnaova@yandex.ru

Макаров Игорь Николаевич. Стажёр-исследователь, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, ул. Советская, д. 14, 150003 Ярославль, Россия.

E-mail: reoge@mail.ru

Ссылка для цитирования

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых собы-

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых...
тий инсайтного решения // Психологические исследования. 2021. Т. 14, № 77, С. 5. URL: <http://psystudy.ru>

Адрес статьи

<http://psystudy.ru/index.php/num/2021v14n77/1871-vladimirov77.html>

Vladimirov I.Yu.^{1, 2}, Bushmanova A.S.², Makarov I.N.² Behavioral markers of key events of an insight solution

¹ Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

The process of insight problem solving is heterogeneous and is associated with hidden dynamics, which must be taken into account for the results to be correctly evaluated. Classical approaches to insight that are focuses only on performance indicators or verbal reports are not optimal for studying the procedural component. Indirect investigation through related processes (working memory load, physiological processes, behavioral patterns) appears to be the most promising. Analysis of the solvers' behavior enables the examination of the insight without interfering with the problem-solving process. This paper proposes requirements for a theoretical model, which allows for reliable comparison of behavioral markers and events of an insight solution. A model that meets these requirements is proposed and tested. The current study was aimed to find behavioral markers of the key stages of insight problem solving (impasse and Aha! experience), emotions and metacognitive feelings (obtained with a post-experimental questionnaire), accompanying these stages. The video recordings of the solution of the "Parking" problem by twenty participants was analyzed. Participants were given a series of tasks. The first six tasks created mental set and the seventh one differed significantly in the way it was solved. This change was believed to provoke overcoming the mental set and lead to insight in solving the key task. Participants solved problems individually online (via Skype). The following behavioral patterns of insightful solution were identified: unblinking gaze, raising eyebrows, smiling, touching the face with hands, biting lips. Analysis of the relationship between the behavioral indicators, the underlying mental processes and metacognitive feelings allowed us to make the following assumptions. The solver's unblinking gaze directed to one point may indicate active operation with representation during an impasse or a representational change. Raising eyebrows and smile may indicate a positive emotion of surprise that accompanies a representational change. Touching face with hands, scratching head, and biting lips accompany an impasse event and can be associated with negative emotional experiences. In the conclusion, possible ways of further application of the proposed method of registration of behavioral patterns of insight are discussed.

Keywords: insight, behavioral markers of insight, representational change, impasse, «Aha! experience», emotions, metacognitions, key events of insight solution

Funding

The reported study was funded by RFBR, project number 20-013-00801.

References

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых...
Dunker K. Podkhody k issledovaniuu produktivnogo myshleniia. // Psikhologiya myshleniia / pod red.
Iu.B. Gippenreiter, V.F.Spiridonova, M.V. Falikman, V.V. Petukhova. 2-e izd., pererab. i dop. M.:
AST: Astrel, 2008. P. 50-67. (in Russian)

Izard K.E. Psikhologiya emotsii. SPb.: Izdatelskii dom "Piter", 1999. 463 p. (in Russian)

Korovkin S.Iu., Vladimirov I.Iu., Savinova A.D. Dinamika zagruzki rabochei pamiati pri reshenii
insaitnykh zadach // The Russian Journal of Cognitive Science. 2014. T. 1. No. 4. P. 74.

Ponomarev Ia.A. Psikhologiya tvorchestva. M.: Nauka, 1976, 303 p. (in Russian)

Puankare A. Matematicheskoe tvorchestvo. // Psikhologiya myshleniia / pod red. Iu.B. Gippenreiter,
V.F. Spiridonova, M.V. Falikman, V.V. Petukhova. 2-e izd., pererab. i dop. M.: AST: Astrel, 2008.
P. 619-627. (in Russian)

Ribo T. Psikhologiya vnimaniia. // Psikhologiya vnimaniia. Khrestomatiia po psikhologii / Pod red.
Iu.B. Gippenreiter, V.Ia. Romanova. M., 2001. P. 297-300. (in Russian)

Tikhomirov O.K. Psikhologiya myshleniia. M.: MGU, 1984. 272 p. (in Russian)

Valueva E.A., Ushakov D.V. Signalnaia model insaita: ot istoricheskikh predposylok k empiri-
cheskim predskazaniiam // Sovremennye issledovaniia intellekta i tvorchestva/pod red. A.L.
Zhuravleva, D.V. Ushakova, M.A. Kholodnoi. M.: IP RAN. 2015. P. 15-47. (in Russian)

Vladimirov I.Iu., Chistopolskaia A.V. Analiz gnosticheskikh deistvii s pomoshchiu tekhnologii re-
gistratsii dvizheniia glaz kak metod izucheniia protsessa insaitnogo resheniia //Kulturno-istori-
cheskaia psikhologiya. 2016. T. 12. No. 1. P. 24-34. (in Russian)

Bilalić M., Graf M., Vaci N., Danek A.H. The temporal dynamics of insight problem solving–restruc-
turing might not always be sudden // Thinking & Reasoning. 2019. No. 1. P. 1-37.

Gasper K., Clore G.L. Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual
information // Psychological science, 2002. Vol. 13. No. 1. P. 34-40.

Danek A.H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Aha! experiences leave a mark: facili-
tated recall of insight solutions // Psychological research. 2013. Vol. 77. No. 5. P. 659-669.

Danek A.H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Working wonders? Investigating insight with magic tricks // *Cognition*. 2014. Vol. 130. No. 2. P. 174-185.

Danek A.H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in psychology*. 2017. Vol. 7. P. 2077.

Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // *Consciousness and cognition*. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 768-776.

Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M. Problem solving stages in the five square problem // *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 6.

Jones G. Testing two cognitive theories of insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol. 29. No. 5. P. 1017–1027.

Kaufmann G., Vosburg S.K. "Paradoxical" mood effects on creative problem-solving // *Cognition & Emotion*, 1997. Vol. 11. No. 2. P. 151-170.

Kleinsmith A., Bianchi-Berthouze N. Affective body expression perception and recognition: A survey // *IEEE Transactions on Affective Computing*. 2012. Vol. 4. No. 1. P. 15-33.

Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving // *Memory & Cognition*. 2001. Vol. 29. No. 7. P. 1000-1009.

Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A. How working memory provides representational change during insight problem solving // *Frontiers in psychology*. 2018. Vol. 9. P. 1864.

Lavric A., Forstmeier S., Rippon G. Differences in working memory involvement in analytical and creative tasks: An ERP study // *NeuroReport*. 2000. Vol. 11. No. 8. P. 1613-1618.

Markina P.N., Vladimirov I.Yu. Executive Function Role on a Stage of Impasse in Insight Problem Solving // *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*. 2019. Vol. 16. No. 3. P. 562-570.

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых... Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // *Memory & cognition*. 1987. Vol. 15. No. 3. P. 238-246.

Ohlsson S. Deep learning: How the mind overrides experience. Cambridge: University Press, 2011. 521 p.

Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking*. 1992. Vol. 1. P. 1-44.

Pétervári J., Danek A.H. Problem solving of magic tricks: guiding to and through an impasse with solution cues // *Thinking & Reasoning*. 2020. Vol. 26. No. 4. P. 502-533.

Samsonovich A.V., Kuznetsova K. Semantic-map-based analysis of insight problem solving // *Biologically inspired cognitive architectures*. 2018. Vol. 25. P. 37-42.

Simon H.A. Scientific discovery and the psychology of problem solving // *Models of Discovery. And Other Topics in the Methods of Science*, eds R. Cohen and M. Wartofsky. Berlin: Springer, 1977. P. 286–303

Spiridonov V., Loginov N., Ivanchei I., Kurgansky A.V. The role of motor activity in insight problem solving (the case of the nine-dot problem) // *Frontiers in psychology*. 2019. Vol. 10. P. 2.

Vladimirov I., Makarov I. From “Hmmm...” to “Aha!”: Emotional Monitoring of Representational Change // *Psychology. Journal of Higher School of Economics*. – 2020. – T. 17. – No. 4. – P. 652-676.

Information about authors

Vladimirov Ilya Yu. PhD, Leading Research Associate, Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, ul. Yaroslavskaya, 13 - 1, 129337 Moscow, Russia. Associate Professor of department of psychology, psychology faculty, Yaroslavl State University, Sovetskaya st. 14, 150003 Yaroslavl, Russia.

E-mail: kein17@mail.ru

Bushmanova Anna S. Student, psychology faculty, Yaroslavl State University, ul. Sovetskaya, 14, 150003 Yaroslavl, Russia.

Владимиров И.Ю., Бушманова А.С., Макаров И.Н. Поведенческие маркеры ключевых...

E-mail: bushmnaova@yandex.ru

Makarov Igor N. Research Assistant, Yaroslavl State University, ul. Sovetskaya, 14, 150003 Yaroslavl, Russia.

E-mail: reoge@mail.ru

To cite this article

Vladimirov I.Yu., Bushmanova A.S., Makarov I.N. Behavioral markers of key events of an insight solution. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2021, Vol. 14, No. 77, p. 5. <http://psystudy.ru>