

# Чумаченко Д.В., Шварц А.Ю. Проблема трансформации перцептивных процессов в ходе обучения: анализ исследований, выполненных методом записи движений глаз, с позиций деятельностного подхода



ЧУМАЧЕНКО Д.В., ШВАРЦ А.Ю. ПРОБЛЕМА ТРАНСФОРМАЦИИ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОДЕ ОБУЧЕНИЯ: АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ МЕТОДОМ ЗАПИСИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ, С ПОЗИЦИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА  
English version: [Chumachenko D.V., Shvarts A.Yu. The transformation of perception due to the learning process: the analysis of eye-tracking researches through activity theory](#)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

[Сведения об авторах](#)  
[Литература](#)  
[Ссылка для цитирования](#)

Представлен аналитический обзор современных исследований движений глаз, связанных с восприятием визуальных материалов в процессе обучения. Выделяются основные проблемы: специфика процессов восприятия экспертов по сравнению с новичками или находящимися на стадии обучения; перестройка восприятия под влиянием обучающего воздействия; характеристики визуальных материалов, способствующих пониманию; особенности визуального выделения частей изображения и его воздействие на процессы восприятия и осмысления учебных материалов. Акцент делается на интерпретации результатов исследований с позиций деятельностного подхода, позволяющего снять ряд противоречий и объяснить неожиданные результаты.

**Ключевые слова:** теория деятельности, восприятие, движения глаз, эксперты, новички, обучение с помощью мультимедиа-средств, гипотеза редукции информации

Область применения метода регистрации движений глаз становится все более широкой. Вопросы изменения перцептивных процессов под влиянием обучения начинают все чаще попадать в фокус подобных исследований. В связи с новизной этой исследовательской области и при этом относительно экстенсивным ее развитием [Meng-Lung Lai et al., 2013] теоретические парадигмы, используемые в ней, в основном заимствованы из когнитивной психологии и не позволяют объяснить всей специфики процессов. Мы предлагаем интерпретацию современных данных с позиций культурно-деятельностного подхода, полагая, что эта теория позволяет широко охватить исследуемую проблематику и построить некоторую целостную картину.

К сожалению, несмотря на давнюю традицию работы с движениями глаз (А.Л.Ярбус, Ю.Б.Гиппенрейтер, А.В.Запорожец, А.И.Подольский) в России исследований подобного типа не очень много, и при этом в качестве стимульного материала, как правило, выступает текст [Demareva, Polevaya, 2012; Куравский и др., 2013]. В наших исследованиях, выполненных на материале математики, мы анализируем различия в восприятии визуальных материалов испытуемыми разного уровня компетентности [Krichevets, et al., 2014], а также исследуем, каким образом визуальные материалы вовлекаются в процессы обучения и чем определяется характер их

восприятия [Шварц, 2013; Shvarts, Krichevets, 2015; и др.]. Данная статья ставит перед собой целью проанализировать и обобщить имеющиеся данные.

## **Проблема восприятия в культурно-деятельностном подходе**

Согласно теории Л.С.Выготского, восприятие социально по происхождению, опосредовано знаками (речью), а также произвольно по способу осуществления, кроме того, восприятие образует систему с другими высшими психическими функциями, в частности с мышлением и памятью [Выготский, 1960]. Проблема восприятия как высшей психической функции разрабатывалась А.В.Запорожцем и его коллегами. Ими было разработано детальное понимание самого процесса восприятия как ориентировочно-исследовательского действия, в котором строится образ объекта [Запорожец и др., 1967].

В 1960–1970-х годах А.Л.Ярбус, Ю.Б.Гиппенрейтер и др. провели пионерские исследования методом регистрации движений глаз и показали, насколько перцептивные процессы вписываются в представления о восприятии как системной, изменяющейся и сворачивающейся в ходе обучения психической функции.

Была продемонстрирована зависимость движений глаз от задачи, а точнее от места перцептивных действий в структуре деятельности [Ярбус, 1965]. Было показано [Гиппенрейтер, 1978], что при решении различных задач движения глаз подчиняются принципам целесообразности, устройства органа и квазицелесообразности. Таким образом, движения глаз являются отражением не изолированной функции восприятия, а системы высших психических функций как целого, где орган восприятия подконтролен не отдельной функции, а системе целей и возможностей субъекта в контексте его деятельности.

Формирование различных действий и понятий было основным методом в школе П.Я.Гальперина. Общая схема планомерно-поэтапного формирования применима как к мыслительным действиям, так и к формированию собственно процессов восприятия, претерпевающих существенные изменения в ходе обучения. В частности, создавая специфические задачи для восприятия, можно симультизировать восприятие в задачах распознавания [Подольский, 1987]. Была показана зависимость показателей движений глаз не только от задачи и от степени тренировки в ее выполнении, но и от условий формирования способа решения задачи. Аналогичные данные были получены О.К.Тихомировым на материале исследования восприятия шахматистов [Тихомиров, 1984]. Первый взгляд на изображения позволяет эксперту симультианно выделить связанные с задачей релевантные зоны. Современные данные показывают, что распознавание существенных элементов зрительного поля осуществляется на уровне экстрафовеальных процессов и не требует фиксации в зоне зрительного стимула [Reingold, Sheridan, 2015].

Представления о процессах восприятия в рамках деятельностного подхода позволяют сделать следующие предположения относительно глазодвигательной активности в ходе обучения.

(1) Движения глаз зависят от ориентировочной основы действий (ООД) испытуемого, то есть от его знаний и опыта, а также (2) от структуры задачи и ее преломления субъектом в более широком мотивационном контексте. (3) В процессе решения задач ООД конкретизируется, а ориентировочная часть самого действия редуцируется, что приводит к уменьшению количества фиксаций в процессе решения задачи. (4) Изменения перцептивных процессов определяется не только задачей, но характером внешнего воздействия.

## **Развитие процессов восприятия с ростом компетентности**

К этому блоку относятся исследования движений глаз при сравнении экспертов и новичков, которые проводятся на различном типе материала и в различных профессиональных сферах [Jarodzka et al., 2010; Wood et al., 2013; Ooms et al., 2013; Andra et al., 2009; и др.]. Анализ

показывает, с одной стороны, единообразие получаемых результатов, а с другой стороны, их специфику в зависимости от структуры исследуемой деятельности и необходимости концептуальных знаний для решения экспериментальной задачи.

Исследование [Ooms et al., 2013] было проведено на материале географических карт. Несмотря на схожесть временных паттернов последовательного поиска объектов у обеих групп, эксперты значимо быстрее справлялись с задачей. При этом они отличались от новичков большим количеством фиксаций и меньшей их продолжительностью.

Вуд с коллегами [Wood et al., 2013] исследовали радиологов трех уровней компетентности, которые должны были искать переломы на рентгеновских снимках. Помимо естественного превосходства экспертов в определении места перелома (по правильности, уверенности и скорости ответов) эксперты быстрее находят место перелома и относительно дольше рассматривают это место. Эти эффекты сильнее всего заметны на сложных для поиска переломах. Также различаются стратегии поиска: эксперты проверяют возможные места переломов, тогда как новичкам и испытуемым среднего уровня компетентности часто приходится просматривать весь снимок. В отличие от предыдущего исследования, сама задача поиска перелома на рентгеновском снимке подвержена содержательному сокращению за счет использования теоретических знаний.

Следующая задача в большей мере требует привлечения теоретических знаний: в области зоологии образ животного несет для эксперта множество концептуально значимых характеристик, остающихся незаметными для новичка. В исследовании [Jarodzka et al., 2010] изучалось восприятие экспертами и новичками движений рыб. Было показано, что эксперты смотрят на релевантные области значимо больше, чем новички (и меньше смотрят на нерелевантные области). Кроме того, эксперты пользовались более разнообразными стратегиями.

Визуальные изображения в области математики отличаются еще большей абстрактностью. Их использование в математической деятельности зачастую невозможно без владения специфическими «теоретическими» действиями, позволяющими проникнуть в их символическое значение.

В 1987 году на материале восприятия графиков функций было показано, что эксперты совершают меньше фиксаций в релевантных областях, однако эти фиксации более длительны, чем у новичков [Vonder, 1987]. При решении геометрических задач у экспертов наблюдаются фиксации на отсутствующих элементах чертежа, которые необходимо достроить для решения задачи [Epelboim, Suppes, 2001]. Фиксации новичков расположены только на элементах, присутствующих на чертеже. Также было показано [Andra et al., 2009], что эксперты и новички отличаются стратегиями в решении задач с выбором ответа: эксперты тратят много времени на изучение условий и затем переходят практически сразу к правильному ответу, тогда как новички длительно изучают предложенные варианты.

Наши исследования подтверждают способность экспертов лучше выделять зоны, релевантные для решения задачи (как это было получено для других предметных областей). Также мы наблюдали редукцию ориентировочных действий в нерелевантных зонах математических визуальных изображений у экспертов [Krichevets et al., 2014]. Поиск точки с заданными координатами на декартовой плоскости осуществляется экспертами только в целевой четверти, тогда как новички посещают и другие четверти координатной плоскости. Также удалось показать, что эксперты в качестве ООД используют не только стандартный алгоритм нахождения точки – последовательную проверку ее двух координат, но и эвристики, например, тот факт, что точка с одинаковыми координатами находится на диагонали.

Майкл Питерс [Peters, 2010] анализировал индивидуальные записи движений глаз новичка и эксперта при чтении условий математических задач. Эксперт лучше выделял существенные для решения части текста, чем новичок, также имелись различия в скорости восприятия информации: фиксации были дольше у новичка. Интересно, что, как было отмечено выше, при чтении графиков

функций напротив фиксации в релевантных областях были дольше у экспертов [Vonder, 1987]. Этот момент объясняется спецификой визуальных изображений: если текст схватывается экспертами быстро за счет наличия образов-эталонов математически значимых выражений, то график функции содержит больше многоуровневой семантической информации. При чтении графика эксперт может осуществлять более глубокий анализ, который займет больше времени.

В другой работе [Inglis, Alcock, 2012] были изучены процессы верификации доказательств у студентов-математиков и математиков-профессионалов. Анализ движений глаз испытуемых показал, что студенты тратят больше времени на формулы, чем на сопровождающий текст, а профессионалы – наоборот. При этом средние продолжительности фиксаций на формулах у студентов были существенно больше, чем у профессионалов, тогда как время, затрачиваемое на чтение текста, не различалось. Также исследователи обнаружили на 50% больше перемещений взора между строками у профессионалов, чем у новичков. То есть сам паттерн движений глаз экспертов в большей степени соответствовал поставленной задаче – проверке правильности доказательства и, в частности, всех логических переходов, тогда как новички были, по всей видимости, сконцентрированы на осознании смысла локальных элементов.

С нашей точки зрения, специфика предметной области и структура соответствующей деятельности во многом определяют особенности восприятия экспертов. Лишь самые общие положения могут быть зафиксированы универсально: перцептивные действия характеризуются большей свернутостью, а также способностью экспертов быстрее и надежнее выделять релевантные задачи области, используя в качестве ориентировочной основы перцептивных действий концептуальные знания.

## **Стадия обучения как переход от новичков к экспертам: интерпретация данных с позиций теории деятельности**

На сегодняшний момент можно выделить три парадигмы, к которым обращаются авторы исследований, посвященных данной тематике [Gegenfurtner et al., 2011]. Первая – теория долговременной рабочей памяти, предполагающая, что обучение расширяет возможности переработки информации за счет более быстрого кодирования в долговременную память и извлечения и нее необходимых предметных знаний. Следствием этого предположения является гипотеза о более коротких фиксациях у экспертов [Ericsson, Kintsch, 1995]. Вторая теория сфокусирована на избирательности процессов восприятия [Haider, Frensch, 1996]. В рамках гипотезы «сокращения информации» Х.Хайдер и П.А.Френш предположили, что, решая определенные задачи, люди учатся различать релевантную и нерелевантную для решения задачи информацию и, соответственно, обращать внимание на релевантную информацию, а нерелевантную игнорировать. И, наконец, третья теория – теория целостного восприятия изображений пытается объяснить различия между восприятием новичков и экспертов расширением видимого поля у экспертов: для того чтобы отличить сигнал от шума, экспертам не обязательно помещать стимул в зону фовеа. Экспериментально проверяемым следствием подобного предположения являются гипотезы о более длинных саккадах и значительно меньшем времени первой релевантной фиксации у экспертов по сравнению с новичками [Kundel et al., 2007].

Метаанализ исследований движений глаз экспертов и новичков при восприятии различного рода визуализаций показал, что существующие данные подтверждают все три гипотезы (с различной степенью достоверности, вследствие различного суммарного объема выборки) [Gegenfurtner et al., 2011]. У экспертов обнаружены чуть более короткие фиксации, чем у новичков, количество фиксаций в целом не очень сильно отличается у экспертов и новичков, однако фиксаций в релевантных зонах у экспертов значительно больше (в нерелевантных, соответственно, меньше), чем у новичков. Также отмечена тенденция к более длинным фиксациям в релевантных областях и коротким в нерелевантных у экспертов по сравнению с новичками. У экспертов время до первой фиксации в релевантной области меньше, чем у новичков, а средняя длина саккады больше.

Приведенные теории хорошо объясняют результаты, за исключением данных о глазодвигательной активности промежуточной группы – группы обучающихся[1]. Эти теории не рассматривают механизмы обучения и, согласно их предсказаниям, в группе обучающихся соответствующие функции (кодирование и декодирование рабочей памяти, игнорирование нерелевантной информации, предварительное формирование целостного образа изображения) должны быть развиты до промежуточного уровня между новичками и экспертами. А следовательно, эмпирические показатели глазодвигательной активности должны занимать промежуточное положение. Однако выводы метаанализа выглядят следующим образом: если у экспертов продолжительность фиксаций немного меньше, чем у новичков, то в группе обучающихся *зафиксированы более длинные фиксации, чем у новичков*. Если эксперты демонстрируют способность быстро выявить релевантную область, сокращая тем самым время до первой релевантной фиксации, то у обучающихся, *по сравнению с новичками, время до первой релевантной фиксации больше*. Также показано, что эксперты в среднем выполняют более длинные саккады, тогда как *саккады обучающихся более короткие, чем у новичков*. Эти данные с точки зрения рассматриваемых теорий выглядят как «шаг назад» в развитии процессов восприятия в период обучения.

На наш взгляд, деятельностный подход к восприятию и обучению позволяет снять это противоречие и содержательно объяснить наблюдаемые в группах обучающихся показатели. Чем с точки зрения характера перцептивных действий отличаются эти группы испытуемых? Новички, как правило, действуют на основе своих свернутых, стихийно сложившихся способов действия, тогда как обучающиеся находятся на стадии формирования нового (культурного) способа действия, и потому их действия (ориентировочные прежде всего) развернуты и для профессионала излишни, а для новичка бессмысленны. Следовательно, большее количество фиксаций, более короткие саккады, а также большее время до первой релевантной фиксации объясняются развернутым ориентировочным процессом у испытуемых, проходящих формирование того или иного действия восприятия.

Эксперта же отличает сформированность перцептивных действий, которая может выражаться в симультанном опознании стимула, в оптимальной траектории взора. Еще одной спецификой именно экспертного восприятия по сравнению с восприятием обучающихся является его пластичность: возможность гибко выбирать оптимальную стратегию, пользоваться эвристиками, тогда как обучающиеся характеризуются устойчивостью выработанного алгоритма независимо от появления дистракторов [Krichevets et al., 2014].

Также следует отметить, что, несмотря на соответствие данных метаанализа выдвинутым когнитивным теориям, как было показано выше, только анализ специфических задач, стоявших перед испытуемыми в конкретных исследованиях, может позволить объяснить конкретные результаты. Так, у радиологов-экспертов, цель которых обнаружить единственный перелом, будут длинные саккады [Wood et al., 2013], а у географов, ищущих среди равнозначных названий на искусственной карте одно определенное название, саккады будут короче, чем у новичков [Ooms et al., 2013].

В общих чертах экспериментальные данные подтверждают предположения А.В.Запорожца и П.Я.Гальперина об ориентировке на несущественные признаки, характерной при стихийном формировании перцептивных процессов, а также об «обтаивании» ориентировочных действий по мере овладения специфическим навыком решения соответствующей перцептивной задачи. Действительно, «важным аспектом процесса самоорганизации является редукция и сокращение информационных процессов и слияние их с собственно приспособительными актами или исполнительными действиями» [Запорожец и др., 1967, с. 30]. В результате сокращаются поисковые фиксации в нерелевантных областях, а также сперва увеличивается, а затем уменьшается с ростом профессионализма время содержательных фиксаций в релевантных областях, обслуживающих исполнительные перцептивные действия.

## От новичков к эксперту: изменение паттерна движений глаз в результате экспериментального воздействия

Следующая серия исследований посвящена экспериментальному изучению образования культурных способов восприятия, присущих экспертам.

Х.Хайдер и П.А.Френш [Haider, Frensch, 1996] провели ряд экспериментов, направленных на проверку упоминавшейся выше гипотезы «сокращения информации». Результаты эксперимента показали, что испытуемые в процессе тренировки все реже и реже обращают внимание на нерелевантную информацию. По результатам исследования авторы предположили две стадии процесса сокращения: на первой стадии происходит различение релевантной и нерелевантной информации, а на второй – релевантная информация активно воспринимается, тогда как нерелевантная – игнорируется. В другом исследовании испытуемые выполняли те же задания, но с разными инструкциями: кто-то с требованием выполнять их как можно быстрее, кто-то – безошибочно. Помимо известного факта влияния инструкций на точность и скорость ответов был сделан вывод о том, что игнорирование нерелевантной информации находится под сознательным контролем [Haider, Frensch, 1999].

Несмотря на яркие результаты, упомянутые выше, классические исследования не проясняют, какого рода знание позволяет переструктурировать восприятие, сфокусировав внимание на релевантных задаче элементах. В исследовании образования искусственных понятий было получено, что знание более высокого порядка определяет то, какие из признаков будут в большей мере использоваться для категоризации [Kim, Rehder, 2011]. Анализ движений глаз показал, что при решении классификационной задачи фиксации на контекстно-связанных элементах значимо больше, чем на нейтральных, причем количество этих фиксаций возрастает в процессе решения задач. Таким образом, содержательное осмысление предъявленных знаний определяет характер ориентировки даже в задаче с искусственным материалом.

Исследование движений глаз у студентов-географов было выполнено на материале просмотра карт погоды [Canham, Hegarty, 2010; Fabrikant et al., 2010]. Было проанализировано количество фиксаций и суммарное время, проведенное в релевантной и нерелевантной для задачи областях интереса. Также зависимыми переменными были правильность ответов и время на решение задач. Результаты показали, что после обучения увеличился процент правильных ответов, однако при этом возросло время решения задачи. После обучения испытуемые значимо дольше смотрели на релевантные задаче *зоны интереса* и меньше – на нерелевантные.

## Использование визуальных материалов в обучении: наглядное объяснение или лишняя информация?

Широко распространенный принцип наглядности, или принцип множественных репрезентаций (multiple representations), все шире применяется в образовании. Особенно это связано с распространением мультимедийных средств, позволяющих предъявлять материал в более сложно организованной форме, чем просто текст в учебнике, перемежаемый время от времени иллюстрациями. Соответственно, возникает достаточно широкий круг исследований обучения с помощью мультимедийных средств (multimedia learning).

Один из наиболее известных эффектов – это эффект модальности. При наличии текста и изображений их лучше распределять по разным модальностям – давать текст аудиально, а картинки визуально [Mayer, Moreno, 1998]. Если текст предъявляется аудиально, то испытуемые больше времени смотрят на визуальный ряд, а если текст написан, то испытуемые начинают с текста и меньше тратят времени на изучение изображения. Однако это не приводит ни к лучшему пересказу изложенного материала, ни к лучшему пониманию [Schmidt-Weigand et al., 2010].

Также противоречивые результаты получены в исследованиях, пытающихся выявить, способствуют ли изображения, сопровождающие текст, пониманию и успешному решению задач. В ряде работ (см., например, Scheiter et al., 2014 на материале биологии; Sass et al., 2012; Eitel et al., 2013 на материале физики) добавление визуальных изображений способствовало пониманию материала и решению задач. Другие исследования показывают, что ситуация далеко не так однозначна: на материале математики было неоднократно получено, что добавление визуальных материалов не способствует усвоению материала или решению задач [Rasch, Schnotz, 2009; Berthold, Renkl, 2009; Шварц, 2011]. Исследование с регистрацией движений глаз [Nystrom, Ogren, 2012] продемонстрировало, что изображения, предъявленные в дополнение к тексту, фиксируются, но не увеличивают вероятности правильного ответа в задаче. При этом оказалось, что наличие визуальных моделей провоцирует положительный ответ в задаче, независимо от того, верен ли он.

С точки зрения теории деятельности значение визуальных материалов в обучении определяется их местом в структуре деятельности [Леонтьев, 1975], а визуальные модели в такой абстрактной области, как математика, являются символическими и требуют формирования соответствующей знаково-символической деятельности для их понимания [Салмина, 1988].

Следующий ряд эмпирических исследований направлен на решение вопроса о том, как и когда визуальные материалы все же могут быть встроены в учебную деятельность и восприняты как репрезентирующие излагаемый материал.

Исследование Я.Хольсановой с коллегами показало, что различное расположение графических материалов (схем, диаграмм, иллюстраций и т.д.) значимо влияет на движения глаз при чтении и это обуславливает различную степень усвоения материала [Holsanova et al., 2009]. В эксперименте авторы получили подтверждения двум принципам: *пространственной связи (spatial contiguity principle)* – люди лучше усваивают информацию, используя наглядный материал, расположенный близко к соответствующему тексту, чем расположенный дальше, а также *двойного сценария (dualscripting principle)* – люди глубже осознают сложный материал, если он одновременно организован логично как с точки зрения последовательного пространственного расположения, так и в смысле концептуального содержания.

Предъявление визуальных подсказок (выделений, стрелок, цветового кодирования) дает достаточно спорные результаты. При изучении механизма работы сердца усвоение материала было лучше, когда конгруэнтное цветовое кодирование способствовало установлению соответствия между текстом и частями изображения [Scheiter, Eitel, 2010]. В исследовании решения известной задачи с X-лучами использовался метод записи движений глаз для того, чтобы установить, фокусировка на каких частях изображения ведет к решению задачи. Анимированное выделение этих участков привело к существенному повышению процента решивших задачу [Grant, Spivey, 2003].

Однако в других исследованиях эффект позитивного влияния выделения не удалось воспроизвести: не произошло лучшего понимания принципов функционирования сердечно-сосудистой системы в результате предъявления анимированных визуальных ключей [De Koning et al., 2010]. При решении задач по кинематике визуальное выделение релевантных областей способствовало переносу – решению аналогичных задач на другом материале – но не влияло на успешность решения сходных задач [Rouinfar et al., 2014].

Особое значение имеет синхронизация визуальных подсказок с излагаемым материалом. Было показано, что подсказки работают в том случае, когда они привлекают внимание к релевантным частям анимации, а также, когда они синхронизированы с закадровым текстом [Boucheix, Lowe, 2010].

Еще одна линия исследований связана с идеей, что, возможно, движения глаз экспертов могут научить новичков адекватному восприятию визуальных изображений. Оказалось, что подобного рода подсказки не только не способствуют обучению, но и ухудшают понимание, при наличии

сопровождающих вербальных объяснений [van Gog et al., 2009]. Аналогичные результаты были получены на материале программирования. Новички действительно стали смотреть в те же зоны, в которые смотрел эксперт, но это не отразилось на понимании принципа действия алгоритма [Bednarik, Shipilov, 2011]. В более позднем исследовании тому же коллективу удалось получить положительное влияние смоделированных движений глаз экспертов на успешность идентификации характеристик локомоции рыб: определение двигательного органа и характера движения [Jarodzka et al., 2013]. Такие результаты авторы объясняют спецификой задачи и подбором инструкций: ряд вербальных пояснений было сложно понять в отрыве от изображений. Для распознавания локомоций требуются не мыслительные операции, а специальные культурные перцептивные действия, заданные знанием зоологии. В такой ситуации движения глаз экспертов способствуют формированию теоретического восприятия, однако они едва ли могут помочь в решении мыслительной задачи или понимании алгоритма.

С точки зрения деятельностного подхода приведенные исследования говорят о том, что эффективность визуальных материалов определяется уровнем обобщенности и содержательными характеристиками излагаемого материала. Визуальные ключи выступают как средства сворачивания ориентировочных действий – большинство фиксаций сразу оказываются в релевантных областях, однако это не всегда ведет к лучшему усвоению. По всей видимости, понимание детерминируется не просто привлечением внимания к выделенным элементам, но осознанием функционального значения этих элементов во всей репрезентируемой системе [Scheiter, Eitel, 2010, p. 269]. Визуальные материалы начинают работать, когда оказываются встроены в более общую учебную деятельность и, в рамках этой деятельности, оказываются интегрированы и синхронизированы с материалами других модальностей.

## **Заключение**

Изучение обучения с помощью регистрации движений глаз позволяет глубже взглянуть и на сам процесс обучения, и на его результат, фиксируемый как набор перцептивных действий экспертов. Деятельностная теория восприятия не только предлагает удобный язык для интерпретации наблюдаемых фактов, но и позволяет найти объяснения закономерностям, не вписывающимся в когнитивные теории или выглядящим противоречиво. Так, восприятие экспертов имеет под собой более полную и обобщенную ООД, что отличает их восприятие от восприятия новичков существенным сокращением ориентировочных перцептивных действий. Анализ специфики перцептивных действий в разных областях позволяет объяснить особенности глазодвигательной активности экспертов, например, наличие коротких саккад при поиске среди равнозначных неструктурированных элементов и преобладание длинных саккад при поиске в концептуально структурированном поле.

Искусственное выделение значимых областей в визуальных учебных материалах играет двойную роль. С одной стороны, оно практически всегда привлекает внимание, увеличивая количество фиксаций в выделенной области, с другой стороны, это еще не означает улучшения понимания. Понимание материала улучшается в том случае, если визуальное выделение скоординировано с аудиальным изложением по времени или с текстом в пространстве. Таким образом, деятельностный подход предлагает следующую интерпретацию: механическое выделение или же модельное изображение движений глаз эксперта осмысливается содержательно только, если оно экологично встраивается в процесс обучения.

## **Выражение признательности**

Авторы выражают благодарность профессору А.Н.Кричевцу за ценные критические замечания и рекомендации на этапе написания статьи.

## **Финансирование**



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №15-06-06319 «Развитие восприятия визуального математического материала в интерсубъективном взаимодействии».

## Примечания

[1] В англоязычной литературе *intermediates* обозначает группу испытуемых среднего уровня экспертности. Так как не существует общепринятого и короткого перевода этого слова на русский, мы решили перевести его как «обучающиеся», тем более что это отражает специфику этой группы испытуемых.

## Литература

Выготский Л.С. Развитие высших психических функций. М.: АПН РСФСР, 1960.

Гальперин П.Я. Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Университет, Высшая школа, 2002.

Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. М.: Моск. гос. университет, 1978.

Запорожец А.В., Венгер Л.А., Зинченко В.П., Рузская А.Г. Восприятие и действие. М.: Наука, 1967.

Куравский Л.С., Мармалюк П.А., Барабанщиков В.А., Безруких М.М., Демидов А.А., Иванов В.В., Юрьев Г.А. Оценка степени сформированности навыков и компетенций на основе вероятностных распределений глазодвижительной активности. Вопросы психологии, 2013, No. 5, 1–17.

Леонтьев А.Н. Психологические вопросы сознательности учения. В кн.: А.Н.Леонтьев. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975.

Подольский А.И. Становление познавательного действия: научная абстракция и реальность. М.: Моск. гос. университет, 1987.

Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. М.: Моск. гос. университет, 1988.

Тихомиров О.К. Психология мышления. Учебное пособие. М.: Моск. гос. университет, 1984.

Шварц А.Ю. Роль чувственных представлений в овладении математическими понятиями: дис. ... канд. психол. наук. МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, 2011.

Шварц А. Исследование движений глаз при восприятии визуальных моделей математических понятий. В кн.: Е.В. Печенкова, М.В. Фаликман (Ред.), Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2013 г. М.: Буки Веди, 2013.

Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука, 1965.

Andrà C., Arzarello F., Ferrara F., Holmqvist K., Lindstrom P., Robutti O., Sabena C. How students read mathematical representations: an eye tracking study. Proceedings of 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics, 2009, 123–131.

Bednarik R., Shipilov A. Gaze cursor during distant collaborative programming: A preliminary analysis. Dual Eye Tracking in CSCW, 2011.

- Berthold K., Renkl A. Instructional aids to support a conceptual understanding of multiple representations. *Journal of Educational Psychology*, 2009, 101(1), 70–87. doi:10.1037/a0013247
- Boucheix J.M., Lowe R. An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, 123–135.
- Canham M., Hegarty M. Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 2009, 20(2), 155–166. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.02.014
- De Koning B.B., Tabbers H.K., Rikers R.M.J.P., Paas F. Attention guidance in learning from complex animation: Seeing is understanding? *Learning and Instruction*, 2010, 20(2), 111–122.
- Demareva V.A., Polevaya S.A. Searching for psychophysiological markers of foreign language proficiency: Evidence from eye tracking. *International Journal of Psychophysiology*. 2012, 85(3), 392.
- Epelboim J., Suppes P. A model of eye movements and visual working memory during problem solving in geometry. *Vision Research*, 2001, Vol. 41, 1561–1574.
- Eitel A., Scheiter K., Schüler A., Nyström M., Holmqvist K. How a picture facilitates the process of learning from text: Evidence for scaffolding. *Learning and Instruction*, 2013, Vol. 28, 48–63. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.05.002
- Ericsson K.A., Kintsch W. Long-term working memory. *Psychological Review*, 1995, Vol. 102, 211–245.
- Fabrikant S.I., Hespanha S.R., Hegarty M. Cognitively inspired and perceptually salient graphic displays for efficient spatial inference making. *Annals of the Association of American Geographers*, 2010, 100(1), 13–29. doi:10.1080/00045600903362378
- Gegenfurtner A., Lehtinen E., Säljö R. Expertise differences in the comprehension of visualizations: a meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. *Educational Psychology Review*, 2011, 23(4), 523–552. doi:10.1007/s10648-011-9174-7
- Grant E.R., Spivey M.J. Eye Movements and Problem Solving: Guiding Attention Guides Thought. *Psychological Science*, 2003, 14(5), 462–466. doi:10.1111/1467-9280.02454
- Haider H., Frensch P.A. The role of information reduction in skill acquisition. *Cognitive Psychology*, 1996, Vol. 30, 304–337.
- Haider H., Frensch P.A. Eye movement during skill acquisition: More evidence for the information-reduction hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1999, Vol. 25, 172–190.
- Holsanova J., Holmberg N., Holmqvist K. Reading information graphics: The role of spatial contiguity and dual attentional guidance. *Applied Cognitive Psychology*, 2009, 23(9), 1215–1226. doi:10.1002/acp.1525
- Inglis M., Alcock L., Expert and novice approaches to reading mathematical proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2012, 43(4), 358–390.
- Jarodzka H., Scheiter K., Gerjets P., van Gog T. In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. *Learning and Instruction*, 2010, 20(2), 146–154. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.02.019
- Jarodzka H., van Gog T., Dorr M., Scheiter K., Gerjets P. Learning to see: guiding students' attention via a

model's eye movements fosters learning. *Learning and Instruction*, 2013, Vol. 25, 62–70.  
doi:10.1016/j.learninstruc.2012.11.004

Kim S.W., Rehder B. How prior knowledge affects selective attention during category learning: An eye tracking study. *Memory and Cognition*, 2011, Vol. 39, 649–665.

Krichevets A.N., Shvarts A.Yu., Chumachenko D.V., Perception of visual representations of a mathematical concept. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 2014, 11(3), 55–78.

[http://psy-journal.hse.ru/data/2015/02/24/1090737757/Krichevets,%20Shvarts,%20Chumachenko\\_3\\_2014\\_55\\_78.pdf](http://psy-journal.hse.ru/data/2015/02/24/1090737757/Krichevets,%20Shvarts,%20Chumachenko_3_2014_55_78.pdf)

Kundel H.L., Nodine C.F., Conant E.F., Weinstein S.P. Holistic component of image perception in mammogram interpretation: Gaze-tracking study. *Radiology*, 2007, Vol. 242, 396–402.

Mayer R.E., Moreno R. A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 1998, Vol. 90, 312–320.

Meng-Lung Lai, Meng-Jung Tsai, Fang-Ying Yang, Chung-Yuan Hsu, Tzu-Chien Liu, Silvia Wen-Yu Lee, Min-Hsien Lee, Guo-Li Chiou, Jyh-Chong Liang, Chin-Chung Tsai, A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 2013, Vol. 10, 90–115.

Meyer K., Rasch T., Schnotz W. Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning. *Learning and Instruction*, 2010, 20(2), 136–145.

Nystrom M., Orgen M. How illustrations influence performance and eye-movement behaviour when solving problems in vector calculus. *Proceedings, In LTHs 7:e Pedagogiska Inspirationskonferens*, 2012.

Ooms K., De Maeyer P., Fack V., Van Assche A., Witlox F. Interpreting maps through the eyes of expert and novice users. *International Journal of Geographical Information Science*, 2012, 26(10), 1733–1788.

Peters M., Parsing mathematical constructs: Results from a preliminary eye tracking study. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 2010, 30(2), 47–52.

Rasch T., Schnotz W. Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency. *Learning and Instruction*, 2009, 19(5), 411–422.  
doi:10.1016/j.learninstruc.2009.02.008

Reingold E.M., Sheridan H. The perceptual component of chess expertise: Evidence from eye movements. In: U. Ansorge, T. Ditye, A. Florack, H. Leder (Eds.), *Abstracts of the 18th European Conference on Eye Movements*, 2015, Vienna. *Journal of Eye Movement Research*, 8(4), 37.

Rouinfar A., Agra E., Larson A.M., Rebello N.S., Loschky L.C. Linking attentional processes and conceptual problem solving: visual cues facilitate the automaticity of extracting relevant information from diagrams. *Frontal Psychology*, 2014, Vol. 5. doi:10.3389/fpsyg.2014.01094

Saß S., Wittwer J., Senkbeil M., Köller O. Pictures in Test Items: Effects on Response Time and Response Correctness, *Applied Cognitive Psychology*, 2012, Vol. 26, 70–81. doi: 10.1002/acp.1798

Scheiter K., Schüler A., Gerjets P., Huk T., Hesse F.W. Extending multimedia research: How do prerequisite knowledge and reading comprehension affect learning from text and pictures, *Computers in Human Behavior*, 2014, Vol. 31, 73–84. doi: 10.1016/j.chb.2013.09.022

Scheiter K., Eitel A. The Effects of Signals on Learning from Text and Diagrams: How Looking at

Diagrams Earlier and More Frequently Improves Understanding. Lecture Notes in Computer Science, 2010, 264–270. doi:10.1007/978-3-642-14600-8\_26

Schmidt-Weigand F., Kohnert A., Glowalla U. Explaining the modality and contiguity effects: new insights from investigating students' viewing behavior. Applied Cognitive Psychology, 2010, Vol. 24, 226–237.

Shvarts A., Krichevets A. The perception of the number line by adults and preschoolers: eye-movements during the teaching process. In: U. Ansorge, T. Ditye, A. Florack, H. Leder (Eds.), Abstracts of the 18th European Conference on Eye Movements, 2015, Vienna. Journal of Eye Movement Research, 8(4), 37.

Van Gog T., Jarodzka H., Scheiter K., Gerjets P., Paas F. Attention guidance during example study via the model's eye movements. Computers in Human Behavior, 2009, Vol. 25, 785–791.

Vonder Embse C.B. An eye fixation study of time factors comparing experts and novices when reading and interpreting mathematical graphs. PhD dissertation. The Ohio State University, 1987.  
<http://eric.ed.gov/?id=ED283672>

Wood G., Knapp K.M., Rock B., Cousens C., Roobottom C., Wilson M.R. Visual expertise in detecting and diagnosing skeletal fractures. Skeletal Radiology, 2012, 42(2), 165–172. doi:10.1007/s00256-012-1503-5

Поступила в редакцию 21 декабря 2015 г. Дата публикации: 25 октября 2016 г.

### [Сведения об авторах](#)

*Чумаченко Дмитрий Валерьевич.* Аспирант, факультет психологии, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.  
E-mail: [dmitry.chumachenko@gmail.com](mailto:dmitry.chumachenko@gmail.com)

*Шварц Анна Юрьевна.* Старший научный сотрудник, факультет психологии, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.  
E-mail: [shvarts.anna@gmail.com](mailto:shvarts.anna@gmail.com)

### [Ссылка для цитирования](#)

Стиль psystudy.ru

Чумаченко Д.В., Шварц А.Ю. Проблема трансформации перцептивных процессов в ходе обучения: анализ исследований, выполненных методом записи движений глаз, с позиций деятельностного подхода. Психологические исследования, 2016, 9(49), 12. <http://psystudy.ru>

Стиль ГОСТ

Чумаченко Д.В., Шварц А.Ю. Проблема трансформации перцептивных процессов в ходе обучения: анализ исследований, выполненных методом записи движений глаз, с позиций деятельностного подхода // Психологические исследования. 2016. Т. 9, № 49. С. 12. URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: чч.мм.гггг).

[Описание соответствует ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка". Дата обращения в формате "число-месяц-год = чч.мм.гггг" – дата, когда читатель обращался к документу и он был доступен.]

Адрес статьи: <http://psystudy.ru/index.php/num/2016v9n49/1329-chumachenko49.html>

