



УДК 159.9.072

EDN YRJXFH

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2022-4-2-205-218>

Научная статья

Восприятие дошкольниками виртуальных объектов в процессе использования информационных устройств с сенсорным экраном

С. Г. Крылова¹, Ю. Е. Водяха^{✉1}

¹ Уральский государственный педагогический университет, 620000, Россия, г. Екатеринбург,
пр. Космонавтов, д. 26

Сведения об авторах

Светлана Геннадьевна Крылова, SPIN-код: 8531-8804, ORCID: 0000-0002-2089-7885, e-mail: s_g_krylova@mail.ru

Юлия Евгеньевна Водяха, SPIN-код: 5904-5002, ORCID: 0000-0002-6795-9174, e-mail: jullyaa@ya.ru

Для цитирования: Крылова, С. Г., Водяха, Ю. Е. (2022) Восприятие дошкольниками виртуальных объектов в процессе использования информационных устройств с сенсорным экраном. *Психология человека в образовании*, т. 4, № 2, с. 205–218. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2022-4-2-205-218> EDN YRJXFH.

Получена 7 февраля 2022; прошла рецензирование 25 февраля 2022; принята 10 марта 2022.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 20-013-00308А.

Права: © С. Г. Крылова, Ю. Е. Водяха (2022). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация

Введение. Статья посвящена психическому развитию детей раннего и дошкольного возраста в ситуации одновременного восприятия реального и виртуального объектов. В частности, исследуется восприятие формы виртуального объекта в условиях зрительно-тактильного несоответствия.

Материалы и методы. Приводятся результаты серии эмпирических исследований, направленных на изучение особенностей познавательной деятельности детей дошкольного возраста при восприятии объемных объектов, моделируемых посредством информационных устройств с сенсорным экраном (технология тачскрин). Применяются специально разработанные экспериментальные процедуры и компьютерное приложение, позволяющее учитывать кинематические характеристики перемещения виртуального объекта по экрану iPad. Новизна серии эмпирических исследований состоит в использовании аналитического подхода для изучения роли зрения и тактильного восприятия.

Результаты исследования. На основе полученных эмпирических данных было установлено, что дошкольники воспринимают компьютерные модели объемных объектов на экране планшетного компьютера (виртуальные объекты) как трехмерные (3D), несмотря на несоответствие визуальной и тактильной информации об этих объектах, получаемой при осуществлении действий с ними на двумерной поверхности экрана. В том случае, когда у детей нет возможности осуществлять действия с изображением объемного объекта на экране планшетного компьютера, дошкольники достоверно чаще воспринимают этот объект как двумерный.

Заключение. Данные результаты согласуются с исследованиями восприятия в условиях мультисенсорного конфликта зарубежных авторов, согласно которым происходит интеграция визуальной и осязательной информации, и придается больший вес более надежной информации. Результат восприятия определяется не столько актуальной сенсорной информацией, сколько оценкой вероятности наличия у объекта той или иной характеристики с учетом имеющихся ассоциаций. На основе полученных результатов возможна разработка методических рекомендаций для педагогов и родителей по использованию развивающих компьютерных приложений для детей дошкольного возраста.

Ключевые слова: дошкольники, цифровая социализация, технология touchscreen, восприятие, виртуальные объекты, феномен зрительно-тактильного несоответствия

Article

Perception of virtual objects by preschoolers in the process of using information devices with touch screen

S. G. Krylova¹, Yu. E. Vodyakha^{✉1}

¹ Ural State Pedagogical University, 26 Kosmonavtov Ave., Yekaterinburg 620000, Russia

Authors

Svetlana G. Krylova, SPIN: [8531-8804](https://orcid.org/0000-0002-2089-7885), ORCID: [0000-0002-2089-7885](https://orcid.org/0000-0002-2089-7885), e-mail: s_g_krylova@mail.ru

Yuliya E. Vodyakha, SPIN: [5904-5002](https://orcid.org/0000-0002-6795-9174), ORCID: [0000-0002-6795-9174](https://orcid.org/0000-0002-6795-9174), e-mail: jullyaa@ya.ru

For citation: Krylova, S. G., Vodyakha, Yu. E. (2022) Perception of virtual objects by preschoolers in the process of using information devices with touch screen. *Psychology in Education*, vol. 4, no. 2, pp. 205–218.

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2022-4-2-205-218> EDN [YRJXFH](https://www.edn.org/YRJXFH).

Received 7 February 2022; reviewed 25 February 2022; accepted 10 March 2022.

Funding: The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project number 20-013-00308 A.

Copyright: © S. G. Krylova, Yu. E. Vodyakha (2022). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia.

Open access under [CC BY-NC License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Abstract

Introduction. The article focuses on the mental development of children of early and preschool age in a situation where they simultaneously perceive both the real and the virtual worlds. Specifically, the article deals with the perception of the shape and weight of a virtual object in conditions of visual/tactile inconsistency.

Materials and methods. The article presents the results of a series of empirical studies of the cognitive activity of preschool children when they perceive three-dimensional objects modeled by means of information devices with a touch screen. We used customized experimental procedures and a computer application which records the kinematics of a virtual object moving on the iPad screen. The novelty of our empirical study lies in the use of the analytical approach to research the role of vision and tactile perception.

Research results. The obtained empirical data shows that preschoolers perceive computer models of three-dimensional objects on the screen as three-dimensional, despite the discrepancy between visual and haptic information about these objects received when performing actions with them on a two-dimensional screen surface. In the event preschoolers do not have the opportunity to perform actions with the image of a three-dimensional object on the screen of a tablet computer, they significantly more often perceive the object as two-dimensional.

Conclusion. These results are consistent with foreign studies of perception in conditions of multisensory conflict—the foreign authors conclude that the brain tends to integrate visual and tactile information and gives more weight to the information which is more reliable. The result of perception is determined not so much by the actual sensory information but by the assessment of probability of the object having a particular feature, taking into account the existing associations.

Keywords: preschoolers, digital socialization, touchscreen technology, perception, virtual objects, visual-tactile discrepancy phenomenon

Введение

Психологические исследования всё чаще обращаются к особенностям психического развития детей раннего и дошкольного возраста в ситуации одновременного познания и реального, и виртуального мира. Условия цифровой социализации определяют изменения когнитивно-познавательной сферы личности ребенка-дошкольника. Возникают изменения, связанные с ранним появлением в предметной среде ребенка особого предмета-орудия — цифрового экранного устройства, или тачскрин-устрой-

ства (планшетного компьютера, мобильного телефона). При этом критическую роль выполняет фактор времени начала ознакомления и применения цифровых устройств детьми (Holloway, Green, Livingstone 2013). Согласно исследованиям зарубежных ученых (Nosokawa, Katsura 2018), использование компьютерных приложений детьми дошкольного возраста стремительно растет из-за новых характеристик гаджетов и быстрого развития мобильных приложений, ориентированных на данную возрастную группу. Мобильные устройства с технологией тачскрин являются предпочтительным

технологическим инструментом для маленьких детей из-за преимуществ этой технологии (удобство сенсорного интерфейса, портативность, подходящий размер и интерактивные мультимедийные дисплеи, стимулирующие несколько сенсорных систем и обеспечивающие мгновенный отклик на ввод) (Brito, Dias 2016). В то время как для взаимодействия с «традиционными» технологическими инструментами, такими как компьютеры, требуется хорошо развитая мелкая моторика, что часто оказывается трудным для маленьких детей, интуитивно понятный сенсорный интерфейс планшетов делает его подходящим для детей в возрасте от 2 до 4 лет (Marsh, Plowman, Yamada-Rice 2015). Дети в Великобритании в возрасте от 0 до 5 лет демонстрируют достаточную компетентность пользователя тачскрин-устройств (Livingstone, Marsh, Plowman et al. 2014). Итальянские специалисты в области психологии и педиатрии отмечают увеличение частоты использования мобильных приложений детьми. Большинство детей (92,2%) в Италии начинают пользоваться мобильными медиаустройствами в возрасте до 1 года. Так, 13% детей младенческого возраста используют обучающие приложения, а 19% — творческие игры (Bozzola, Spina, Ruggiero et al. 2018).

Когнитивные профили «цифровых аборигенов» существенно отличаются от профилей, которые демонстрируют «цифровые иммигранты», осваивающие гаджеты во взрослом возрасте (Prensky 2001). Исследователи предлагают полярные оценки изменений психики современных детей, связанных с внедрением информационных технологий. Так, в исследованиях М. Шпитцера используется понятие «цифровое слабоумие» (Digitale Demenz) (Шпитцер 2014). В то же время другие ученые обнаруживают расширение когнитивных возможностей, а именно: нелинейное мышление, скорость выбора стимула в ситуации неопределенности, высокую переключаемость внимания. Неоднозначно оцениваются и такие познавательные особенности как «мультизадачность» (Carrier, Cheever, Rosen 2009), «клиповое мышление» (Volkodav, Semenovskikh 2017), «Google-эффект памяти» (Sparrow, Liu, Wegner 2011). Аргументированные противоположные взгляды ученых отражают необходимость многопланового комплексного изучения взаимодействия «ребенок — цифровая среда».

Объект настоящего исследования — перцептивный опыт современных детей, получаемый ими при взаимодействии с тачскрин-устройствами. Одной из причин выбора данной

области исследования являются представления о динамике соотношения сенсорной и моторной составляющих восприятия у детей (Выготский 1984) и особенностями восприятия виртуальных объектов, представленных на экранах цифровых устройств.

Восприятие виртуальных объектов как особых сущностей, отличающихся от реальных объектов, редко выделяется в качестве самостоятельного предмета исследования. А эксперименты с использованием компьютерных моделей дают неоднозначные результаты: как подтверждающие предположение об отличии восприятия виртуальных объектов (недооценивания до 50% расстояний в виртуальных средах (VE) (Siegel, Kelly 2017) или, наоборот, их систематического переоценивания (Войскунский, Меньшикова 2008), так и опровергающие это предположение (например, эквивалентность телесной иллюзии в условиях физической и виртуальной реальности (Воробьева, Перепелкина, Арина 2020).

Особенно важным представляется изучение особенностей восприятия виртуальных объектов детьми, что обусловлено несколькими факторами: 1) ролью восприятия в формировании у детей представлений о свойствах объектов и закономерностях взаимодействия между ними; 2) включением в процесс познавательного развития современных детей виртуальных объектов в результате доступности тачскрин-устройств; 3) отличием условий восприятия виртуальных объектов от восприятия физических объектов, связанным с сенсорным конфликтом — противоречием между стимулами, поступающими от зрительной и проприоцептивной системы (Войскунский 2019).

Актуальность исследования восприятия виртуальных объектов детьми определяется активным использованием ими игровых приложений на устройствах с сенсорным экраном в период раннего и дошкольного возраста, когда продолжается процесс формирования перцептивного опыта и его обобщения в форме понятий. Учитывая, что многие игровые компьютерные приложения анонсируются как развивающие, предполагается, что сформированные в процессе их использования знания, умения, навыки могут быть перенесены в область действий с реальными объектами. Поэтому представляет интерес вопрос, в какой степени различия в восприятии виртуальных и реальных объектов могут повлиять на качество переноса, являющегося важной частью любого процесса обучения.

Теоретический обзор современного состояния проблемы

Развитие тачскрин-технологий и активное использование тачскрин-устройств для целей развития и обучения делает актуальным исследование вопросов как теоретического, так и прикладного характера. К первым можно отнести изучение феноменов, связанных со «смешением» реального и виртуального миров (перенос детьми мультитач-действий на реальные объекты; особенности восприятия виртуальных объектов при несоответствии зрительной и тактильной информации; влияние на картину мира детей специфических пространственно-временных характеристик виртуальной реальности). Содержание прикладных вопросов, на наш взгляд, в первую очередь касается поиска таких форм представления информации на экране цифрового устройства, которые позволили бы уменьшить «дефицит переноса» (Moser, Zimmermann, Dickerson et al. 2015).

Особенностью восприятия виртуальных объектов является отсутствие реалистичной гаптической обратной связи, в то время как восприятие реального объекта осуществляется на основе информации разной сенсорной модальности, восприятие виртуального объекта осуществляется преимущественно визуально. Действия, осуществляемые на экране тачскрин-устройств, являются идентичными для объектов разной текстуры, формы, размера (осуществляются в форме движений одним или двумя пальцами по плоской поверхности экрана). Получаемая таким образом тактильная информация противоречит визуальной информации, наблюдается визуально-тактильная неконгруэнтность (visual-tactual incongruity) (Ludden, Kudrowitz, Schifferstein, Hekkert 2012), визуально-тактильное несоответствие (visual-tactual discrepancy) (Kirsch, Herbort, Ullrich, Kunde 2017), мультисенсорный конфликт (multisensory conflict) (Lohmann, Butz 2017). Проведенные эксперименты предоставляют разнообразную информацию об эффекте несоответствия визуальной и гаптической информации как при восприятии реальных, так и виртуальных объектов для групп испытуемых различного возраста. В исследованиях в области дизайна продуктов было показано, что при оценке реальных объектов с сенсорными несоответствиями (визуально-тактильным, визуально-обонятельным и визуально-слуховым) участники испытывали эмоции удивления и смущения, интенсивность которых зависела от степени уместности несоответствий (Ludden, Kudrowitz, Schifferstein, Hekkert 2012).

Психологи (Bushnell, Weinberger 1987) изучали поведенческие реакции 11-месячных младенцев на визуально-тактильные несоответствия, созданные с помощью расположения зеркал. На основе полученных результатов были сделаны выводы о том, что текстура и форма могут служить основой для кросс-модального соответствия, а визуальная информация играет направляющую роль для ручных исследовательских действий младенцев. Изучение восприятия в условиях мультисенсорного конфликта, смоделированного как в реальных условиях (Helbig, Ernst 2007), так и в иммерсивной виртуальной реальности (Lohmann, Butz 2017) позволило сделать вывод о том, что происходит интеграция визуальной и осязательной информации, и придается больший вес более надежной информации.

В отличие от формы или размерности вес является «невидимой» характеристикой, то есть не может быть воспринят непосредственно на основе визуальной информации. Для реальных объектов важность точной оценки веса определяется включенностью этой характеристики в планирование усилий, необходимых для эффективного перемещения этих объектов. При планировании исследования по восприятию веса детьми важным является понимание возрастных аспектов формирования понятия «вес» у детей. В экспериментах Э. Гибсон было показано, что дети до определенного возраста не различают размер и вес: результаты в заданиях на сериацию предметов по размеру и весу были идентичными, в обоих случаях дети просто сортировали предметы по размеру (Gibson 1969). Дополнительными аргументами в пользу отмеченной закономерности могут служить результаты исследований Ж. Пиаже и Б. Инельдер при выполнении детьми, находящимися на дооперациональной стадии развития интеллекта, задач по оценке веса. Суждения детей свидетельствовали о том, что они опираются на размер объекта при оценке его веса. Например, некоторые дети говорили, что «попкорн стал тяжелее после нагревания, потому что он стал больше», а также делали предположения, что шары из воска и из глины будут весить одинаково, если они будут одного размера. Ж. Пиаже и Б. Инельдер предложили два возможных варианта интерпретации полученных результатов: 1) проявление наличия у ребенка недифференцированного понятия «размер (вес)», 2) наличие двух разных, но пропорциональных друг другу понятий размера и веса (Piaget, Inhelder 1974). В дальнейших исследованиях было выдвинуто предположение о том, что в процессе возрастного развития происходит

не просто накопление новых фактов о свойствах объектов, в том числе о весе, а их реструктурирование, в частности: дифференциация понятий «размер», «вес» и «плотность» (Smith, Carey, Wiser 1985). Для проверки этого предположения был использован экспериментальный прием деления пополам: детям последовательно предъявлялся кусок пластилина, который перед каждым последующим предъявлением делился пополам до тех пор, пока не оставался совсем маленький кусочек. После каждого деления ребенка спрашивали: если добавить этот кусок пластилина к пластилиновому шару, станет ли шар тяжелее? Когда детям предъявляли совсем маленький кусочек пластилина, 45% 4–6-летних детей сказали, что он «ничего не весит» и не сделает шар тяжелее (Smith, Carey, Wiser 1985). Остальные 55% демонстрировали непоследовательные суждения, иногда говоря, что маленький кусочек что-то весит, а иногда — нет. Однако все они согласились, что добавление большого куска пластилина изменит вес шара. Авторами исследования был сделан вывод о том, что в основе понятия о весе у детей вплоть до 7 лет лежит ощущаемый вес. В отличие от этой возрастной группы 75% более старших детей (8–9 лет) при оценке маленьких кусочков пластилина говорили, что «всё что-нибудь весит», то есть в их понятийной системе вес являлся отдельным от размера и плотности понятием и рассматривался как фундаментальное свойство материи, не зависящее от их ощущений (Smith, Carey, Wiser 1985).

На основе полученных результатов в качестве нижней возрастной границы для сформированности представления о весе (учитывая его недифференцированный характер) был указан возраст 3–4 года (Smith, Carey, Wiser 1985). В работах отечественных психологов также отмечается, что детям четвертого года жизни доступно выделение «тяжести» предметов среди всех других качеств и свойств (Белоус 1976). Но использовать информацию об относительном весе объектов в своих действиях дети могут намного раньше. Эксперименты с использованием задачи «предпочтительного выбора» (Hauf, Paulus, Baillargeon 2012) показали, что младенцы уже в возрасте 9 месяцев могут определить относительные веса двух объектов, лежащих на мягкой сжимаемой платформе, если у них была предварительная возможность исследовать свойства этих объектов и опоры.

В экспериментах Н. Г. Белоус было показано, что точность оценок веса предметов зависит от соответствия действий детей дошкольного возраста «идеальному» действию, в котором

задействованы как тактильный, так и двигательный анализаторы. С возрастом действия совершенствуются, но этот процесс осуществляется очень медленно. Это говорит о том, что дети не знают специфических обследовательских действий для выявления веса и сопоставления предметов по этому качеству, и им самим очень трудно выделить такие действия. Несмотря на то что выделение веса как свойства предмета среди других его качеств и свойств доступно детям начиная с четвертого года жизни, вплоть до 7-го года жизни не все дети могут назвать это свойство точным словом (Белоус 1974).

Неполная сформированность отдельного понятия «вес» вплоть до возраста 8–9 лет приводит к методическим сложностям в изучении восприятия веса детьми раннего и дошкольного возраста, связанным с невысокой надежностью их словесных самоотчетов относительно веса предметов. Действительно, дети, у которых не сформировано понятие «вес», не могут сообщить о различиях в ощущаемой тяжести предметов, даже когда они их испытывают. Для исключения лексических ограничений был предложен ряд приемов. Один из приемов включал введение в процедуру исследования предварительного этапа научения различению предметов по весу с использованием положительного подкрепления (Robinson 1964).

Следующая группа методических приемов обозначается как «невербальная задача веса». Невербальные задачи веса были использованы при изучении иллюзии «размер — вес» у детей дошкольного возраста. Суть невербальных задач заключается в создании игровой ситуации, в которой ребенка просят представить, к каким наблюдаемым последствиям приведет взаимодействие объектов различного веса с другими игровыми предметами. Преимущество этого приема заключается в перемещении фокуса внимания с визуально непосредственно не воспринимаемого свойства (веса) на явно наблюдаемые изменения, а также в том, что ребенку при ответе не обязательно использовать само слово «тяжесть» (вес, масса), которое может отсутствовать в его активном лексиконе (Kloos, Amazeen 2002). Полученные результаты свидетельствуют о том, что дети совершают гораздо больше ошибок при выполнении заданий на оценку веса, чем при выполнении заданий на оценку размера (Smith, Carey, Wiser 1985).

Можно предположить, что чувствительность к различению свойства предметов, называемого детьми «тяжестью», вносит свой вклад в восприятие ими объектов, перемещаемых на экране тачскрин-устройств. Своеобразие

этого вклада определяется отличием условий восприятия виртуальных объектов от реальных, в частности асимметрией в доступе к визуальной и осязательной информации. В то время как визуально виртуальные объекты полностью копируют реальные прототипы, осязательная информация об этих объектах недоступна, если это специально не организовано, например, с помощью тактильных устройств обратной связи, которые деформируют кожу на кончиках пальцев, давая возможность пользователям ощущать разницу в весе виртуальных объектов (Schorr, Okamura 2017). Следствием отмеченного отличия может быть неполнота образа виртуального объекта по сравнению с образом его реального прототипа. В виртуальной среде визуально-гаптическое несоответствие является неотъемлемой характеристикой взаимодействия с объектами этой среды.

Организация и методы исследования

В ходе эмпирического исследования было проведено четыре пилотажных эксперимента. Данные пилотажные эксперименты послужили основанием для апробирования экспериментальной процедуры, применяемых компьютерных приложений, диагностического инструментария. Общий объем выборочной совокупности пилотажных экспериментов составил 72 дошкольника (средний возраст 4,8; 34 мальчика и 38 девочек) с нормативным развитием зрительной и моторно-двигательной функций.

Теоретико-методологическая основа: онтологический подход в исследовании восприятия (Барабанщиков, Носуленко 2004), теория перцептивных действий (Величковский, Зинченко, Лурия 1973); аналитический подход, предполагающий выделение отдельных перцептивных задач, решаемых на основе визуального, гаптического и визуально-гаптического восприятия, и дальнейшее сопоставление результатов решения этих задач; положения подхода «обучение на основе опыта»; байесовский подход к исследованию восприятия.

Новизна серии пилотажных исследований заключается в использовании аналитического подхода для изучения роли зрения и осязания в формировании образа виртуального объекта (компьютерной модели реального объекта) при осуществлении действий с ним на экране сенсорного устройства.

Первое пилотажное исследование направлено на проверку гипотезы о приписывании детьми дошкольного возраста виртуальным объектам характеристике «трехмерности»

при осуществлении действий с ними на двумерной поверхности экрана iPad. Применялось специально разработанное приложение, позволяющее ребенку манипулировать трехмерными моделями на экране планшетного компьютера. Для реализации этой идеи с помощью пакета Blender была создана 3D-модель требуемого объекта (трехмерная компьютерная графика с возможностью моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга). При разработке приложения использовался фреймворк LibGDX, предназначенный для создания кросс-платформенных игр и приложений. Весь выбранный инструментарий относится к неприемлемому программному обеспечению, что позволяет свободно использовать его в образовательных и научных целях.

В исследовании приняли участие 20 детей 4–5 лет. Форма проведения — индивидуальные игровые занятия. Каждый ребенок принимал участие в пяти экспериментальных пробах: (1) основная «виртуальная с возможностью действия (компьютерная модель)», (2) контрольная «виртуальная без возможности действия (статичное изображение на экране iPad)», (3–5) дополнительные пробы («визуальная», «гаптическая», «визуально-гаптическая»). Экспериментальная проба 2 была включена в план эксперимента для изучения роли моторного компонента в восприятии виртуального объекта.

Каждая экспериментальная проба осуществлялась по алгоритму, который был описан выше для пилотажного эксперимента, и включал три этапа: 1 этап — знакомство с эталонным объектом; 2 этап — обучающий (гаптическое обследование объектов), 3 этап — экспериментальный (гаптическое распознавание эталонного объекта среди четырех объектов (один — эталонный, три — дистракторы)). Экспериментальные пробы предъявлялись испытуемым в соответствии со сбалансированным планом в квазислучайном порядке для контроля эффекта последовательности.

С учетом наличия в гипотезе такой переменной, как размерность, стимульный материал для каждой экспериментальной пробы включал четыре объекта, характеристики которых представляли все возможные комбинации двух признаков: размерность (трехмерные — двумерные (уплощенные)) и наличие деталей (есть детали — нет деталей). Дополнительные требования к стимульным объектам включали: а) отсутствие сходства с реальными предметами, используемыми детьми в повседневной жизни (для исключения переноса свойств знакомых предметов на стимульный материал);

б) соразмерность линейных характеристик стимульных объектов и ладони ребенка (для обеспечения возможности полного обхвата предмета при гаптическом обследовании).

В ходе реализации всех экспериментальных проб фиксировались четыре показателя: «успешность выполнения задания» (соответствие выбираемого объекта (распознаваемого гаптически), предъявляемому (эталонному)); «ошибка размерности» (распознавание трехмерного эталонного объекта как двумерного); «ошибка формы» (распознавание в качестве эталонного объекта, у которого отсутствовали некоторые детали по сравнению с эталонным (например, утолщения на концах или отверстия)), «время опознания объекта».

Второе пилотажное исследование направлено на проверку гипотезы о приписывании детьми дошкольного возраста виртуальным объектам характеристики «вес». Был разработан план эксперимента, включающий три этапа: 1) *действия с виртуальным объектом* посредством вращения его в разных плоскостях на экране планшетного компьютера; 2) *ознакомительный этап* — обследование ребенком одной рукой без визуального контроля двух реальных объектов в специальном ящике с непрозрачными стенками и отверстием для манипуляций одной рукой: ребенку предлагалось взять в руки и поднять каждый из них; 3) *тестовый этап* — выбрать один из двух реальных объектов, идентичный виртуальному («Выбери такую же фигурку, как та, которую ты передвигал(а) на компьютере»), и сказать о том, что фигурка найдена. Реальные объекты были идентичны по форме и размеру виртуальному объекту, предъявляемому детям на экране планшетного компьютера. Единственное различие между реальными объектами состояло в их массе: масса одного объекта была равна 9 г, масса другого объекта — 40 г. В исследовании приняли участие 10 детей в возрасте 5,6 лет. Фиксировались два показателя: 1) ответ на вопрос о различии тестовых объектов разного веса (различаются / не различаются / другой вариант ответа); 2) характеристика веса выбранного тестового объекта (легкий / тяжелый).

Третье пилотажное исследование направлено на проверку гипотезы о приписывании детьми дошкольного возраста виртуальным объектам характеристики «вес» с включением этапа обучения детей «оптимальной» последовательности действий по обследованию «тяжести» предметов. План эксперимента включал помимо трех этапов, описанных в предыдущем исследовании, дополнительный подготовитель-

ный этап. На подготовительном этапе детям были даны инструкции относительно действий, позволяющих оценить вес предмета, задействуя как тактильный, так и двигательный анализаторы (Белоус 1974). Ребенка просили вытянуть вперед руку ладонью вверх, затем психолог клал на ладонь небольшую игрушку и предлагал подвигать руку вниз-вверх («как весы»). После этого та же последовательность действий осуществлялась с другой игрушкой, которая отличалась по весу от первой. На втором (ознакомительном) этапе эксперимента психолог контролировал выполнение оптимальной последовательности действий при обследовании тестовых объектов. В исследовании приняли участие 13 детей в возрасте 4–5 лет. Фиксировались два показателя: 1) ответ на вопрос о различии тестовых объектов разного веса (различаются / не различаются / другой вариант ответа); 2) характеристика веса выбранного тестового объекта (легкий / тяжелый).

Четвертое пилотажное исследование направлено на проверку гипотезы о способности детей 4 лет дифференцировать по весу реальные объекты без словесного самоотчета, опираясь на свой опыт взаимодействия с этими объектами. В эксперименте приняли участие 29 детей в возрасте от 4 лет 2 мес. до 4 лет 10 мес. В качестве стимульного материала были изготовлены из картона 2 цилиндра (высота 5 см, диаметр — 3 см). Один из цилиндров был наполнен пластилином и металлическими деталями, так что его вес составил 150 грамм (этот цилиндр был условно назван «тяжелым»). Вес полого цилиндра («легкого») составил 9 грамм. Также была изготовлена полочка высотой 3 см. Исследование осуществлялось поэтапно. На первом этапе экспериментатор предлагал ребенку повторить выполнение действия за ним «поставь фигурку на полочку». При этом ребенок поднимал только один из цилиндров (легкий или тяжелый). Половине детей предъявлялся тяжелый цилиндр, а другой половине — легкий. На втором этапе ребенка просили выбрать из двух цилиндров разного веса, тот который он ставил на полочку.

Результаты и их обсуждение

Результаты первого пилотажного исследования. 94,1% детей 4–5 лет воспринимают компьютерные модели объемных объектов на экране планшетного компьютера (виртуальные объекты) как трехмерные (3D) несмотря на несоответствие визуальной и гаптической информации об этих объектах, получаемой при

осуществлении действий с ними на двумерной поверхности экрана. Этот результат согласуется с результатами исследований восприятия в условиях мультисенсорного конфликта (Helbig, Ernst 2007; Lohmann, Butz 2017), согласно которым происходит интеграция визуальной и осязательной информации и больший вес придается более надежной информации. По-видимому, визуальная информация в данном случае выступала для детей как более надежная. Возможно также, что из-за значительного расхождения между визуальной и осязательной информацией, получаемой при действиях детей с компьютерными моделями, дети воспринимают осязательную информацию, как относящуюся не к модели, а к самому устройству. Также полученный нами результат можно рассматривать как согласующийся с выводами о том, что представление о пространстве (так же, как и представление об объектах и действиях) является одной из первичных когнитивных структур, формирующихся еще в младенчестве (к концу первого года жизни) и позволяющих младенцам упорядочивать разнообразный сенсорный опыт (Gärdenfors 2019). Таким образом, к 4-летнему возрасту у детей уже сформировано представление о реальном трехмерном пространстве, которое организует процесс восприятия любых объектов, в том числе виртуальных. Учитывая это, можно предполагать, что увеличение выборки подтвердит полученный результат.

В том случае, когда у детей нет возможности осуществлять действия с изображением объемного объекта на экране планшетного компьютера, они чаще воспринимают этот объект как двумерный (33,3% детей), что статистически значимо больше, чем доля этих ошибок при возможности осуществления действий с компьютерной моделью (виртуальным объектом) ($\phi_{\text{эмп}} = 2,08$ при $p = 0,018$). Таким образом, визуальные детали, указывающие на трехмерность изображенного объекта (наличие тени, ширина изображения), оказались неинформативными для 33,3% детей 4–5 лет.

При восприятии виртуальных объектов в процессе осуществления действий с ними на экране планшетного компьютера дети 4–5 лет совершают ошибки при распознавании формы объектов (35,3%). Эти ошибки связаны с трудностями в распознавании количества и формы деталей объектов. Однако ошибки в распознавании формы не связаны с «виртуальностью» объекта, поскольку дети совершали аналогичные ошибки при визуальном (29,4%) и визуально-гаптическом (35,3%) восприятии реальных объектов. Полученный результат также свидетель-

ствует о необходимости контроля переменных, связанных с характеристиками внимания и памяти детей.

Сравнение долей времени, затраченного на опознание виртуального объекта и реальных объектов, предъявляемых визуально, гаптически и визуально-гаптически, позволяет сделать вывод о том, что доля времени, затраченного на опознание виртуального объекта, значимо больше (уровень значимости $p \leq 0,05$), чем доли времени, затраченные на опознание объектов, предъявленных визуально и гаптически.

На основе анализа процедуры пилотажного эксперимента были сформулированы следующие уточнения: 1. В пилотажном эксперименте каждый ребенок участвовал во всех пяти экспериментальных пробах. Для каждой пробы была разработан эталонный трехмерный объект, отличающийся по форме от эталонных объектов, используемых в других пробах. С одной стороны, это позволяло обеспечить предъявление каждому испытуемому всех уровней независимой переменной (условий восприятия), с другой стороны — снижало внутреннюю валидность эксперимента: появлялось альтернативное объяснение различия результатов в разных пробах не за счет изменения уровней независимой переменной, а за счет различия в форме предъявляемых объектов. Поэтому в дальнейших исследованиях планируется использовать в разных экспериментальных пробах один трехмерный эталонный объект, но предъявлять его разным группам испытуемых. Эквивалентность экспериментальных групп обеспечивалась случайным распределением по группам с дополнительным контролем пола и возраста. 2. В пилотажном эксперименте тестовые объекты на этапе опознания (тестовый объект, идентичный эталонному, и три объекта-дистрактора) лежали на столе за ширмой в случайном порядке, что затрудняло контроль за процессом опознания (например, все ли тестовые объекты были обследованы ребенком). Для обеспечения на этапе опознания контроля за последовательностью и полнотой обследования тестовых объектов были изготовлены рамки с вертикальными держателями, на которых были зафиксированы тестовые объекты на равном расстоянии друг от друга.

Результаты проведенного второго пилотажного исследования. 40% детей указали на различия между тестовыми объектами, половина из них отметила релевантный признак («Тяжелая и нетяжелая», «Весом»). Половина детей сообщила об отсутствии различий. В качестве идентичного виртуальному «легкий» объект

был выбран в 50% случаев, «тяжелый» — в 40%. Дети, указавшие на различия по массе и без указания признака, выбрали в качестве идентичного виртуальному легкий объект. Этот результат согласуется с нашим исходным предположением об отсутствии у виртуальных объектов, в отличие от реальных, свойства инертности (если это специально не задано программой): они приводятся в движение легким прикосновением к экрану, не требующим мышечного напряжения, что субъективно воспринимается как малая масса. Были проанализированы факторы, которые могут снизить внутреннюю валидность эксперимента: 1) высокий порог чувствительности детей дошкольного возраста к различиям по массе в «зоне легких предметов» (до 150 г); 2) несформированность у детей «оптимальной» последовательности действий по обследованию тяжести предметов.

На основе анализа процедуры пилотажного эксперимента были сформулированы следующие уточнения: увеличить вес «тяжелого» тестового объекта до 150 г для преодоления высокого порога чувствительности детей дошкольного возраста к различиям по массе в «зоне легких предметов» (до 150 г); ввести в экспериментальную процедуру этап обучения детей «оптимальной» последовательности действий по обследованию «тяжести» предметов; разработать компьютерное приложение, моделирующее информативное для восприятия веса действие с виртуальным объектом.

Результаты третьего пилотажного исследования: 54% выбрали в качестве идентичного виртуальному легкий объект, 46% — тяжелый. Такое распределение ответов может свидетельствовать о случайном выборе. Как и в предыду-

щем пилотажном эксперименте, 85% детей испытывали трудности при формулировке дифференцирующего признака для тестовых объектов. Анализируя полученные результаты, мы сделали вывод о том, что случайный выбор тестового объекта, идентичного предъявленному, может быть обусловлен формулировкой инструкции, которая могла актуализировать зрительный образ виртуального объекта и связанные с ним визуальные характеристики (форма, размер). Поскольку тестовые объекты были идентичными по форме и размеру с виртуальным объектом, понимание инструкции могло вызывать затруднения у детей и стимулировать случайный выбор из двух «одинаковых» тестовых объектов.

На основе анализа процедуры пилотажного эксперимента были сформулированы следующие уточнения: разработать процедуру эксперимента, не требующую словесного самоотчета детей о весе воспринимаемого объекта (для преодоления лексических ограничений, связанных с несформированностью дифференцированного понятия «вес»).

Результаты четвертого пилотажного исследования (табл. 1) свидетельствуют о том, что 79,3 % детей в возрасте от 4 лет 2 мес. до 4 лет 10 мес. запоминают свои ощущения от взаимодействия с реальным объектом определенного веса и могут использовать это представление для выбора объекта, идентичного по весу предъявленному.

Количественные показатели точности идентификации (количество (доля) правильных выборов) тяжелого объекта (86,7%) несколько превышают точность идентификации легкого объекта (71,4%), однако для выборки данного объема это различие не является статистически

Табл. 1. Точность выбора детьми объекта, идентичного по весу предъявленному

Какая фигурка предъявлена	Количество детей	Количество (доля) правильных выборов
Легкая (9 грамм)	14	10 (71,4%)
Тяжелая (150 грамм)	15	13 (86,7%)
Всего	29	23 (79,3%)

Table 1. Accuracy of children's choice of object (identity by weight)

Reference object	Number of children	Number of correct answers
Light (9 grams)	14	10 (71.4%)
Heavy (150 grams)	15	13 (86.7%)
Total	29	23 (79.3%)

значимым ($\phi_{\text{эмп}} = 1.028$, различия незначимы). Различия в возрасте между детьми, успешно идентифицировавшими объект по весу (средний возраст 4,5 года) и детьми, сделавшими ошибку (средний возраст 4,4 года), является незначимым ($U_{\text{эмп}} = 48,5$, $p > 0,05$). По сравнению с количеством детей, правильно идентифицировавших ранее предъявленный объект по весу 23 (79,3%), только четыре (13,8%) ребенка при выполнении инструкции использовали слова, характеризующие вес объекта: в спонтанных высказываниях детей слово, обозначающее больший вес («тяжелый», «тяжеленький»), упоминается четыре раза, а слово «легонький» — один раз. Этот результат также подтверждает выводы исследователей о том, что дети дошкольного возраста могут дифференцировать объекты по весу еще до того, как они словесно могут описать это свойство. Полученные результаты могут служить обоснованием для включения детей в возрасте 4 лет в качестве участников эксперимента по исследованию восприятия веса виртуальных объектов.

Выводы

Современные дети, начиная с раннего возраста, знакомятся и активно применяют компьютерные приложения. Формирование представлений о свойствах объектов реального и виртуального мира происходит практически одновременно. Погружение в цифровую среду с раннего детства оказывает воздействие на развитие перцептивных возможностей ребенка. Особенности восприятия детьми предметов и явлений реального мира представлены в научной психологической литературе, в то время как специфика восприятия и приписывания детьми свойств виртуальным объектам при несоответствии визуальной и гаптической информации в научном мире только начинается.

Представленные результаты пилотажных исследований позволяют сделать следующие выводы. Показано, что при наличии возможности у дошкольников осуществлять действия с компьютерными моделями объемных объектов на экране планшетного компьютера дети 4–5 лет воспринимают виртуальные объекты как трехмерные (3D), несмотря на несоответствие визуальной и гаптической информации. Если действие с виртуальным объектом невозможно, то дети чаще воспринимают его как двумерный. Ошибки восприятия формы виртуального объекта детьми связаны с трудностями в распознавании количества и формы деталей объектов. Перечисленные особенности согласуются с данными исследований зарубежных авторов,

изучающих проблему мультисенсорного конфликта в восприятии (Helbig, Ernst, 2007; Lohmann, Butz 2017).

Дети дошкольного возраста могут дифференцировать реальные объекты по весу еще до того, как они словесно могут описать это свойство. Изучение представлений дошкольников о таком свойстве виртуального объекта, как «вес», возможно за счет методического приема «невербальная задача веса» (Kloos, Amazeen 2002) даже в том случае, если в активном лексиконе ребенка отсутствуют слова, обозначающие вес. Значительная часть детей приписывает виртуальному объекту легкий вес. Этот факт согласуется с предположением об отсутствии у виртуальных объектов, в отличие от реальных, свойства инертности. Легкость прикосновения к экрану для перемещения виртуального объекта субъективно воспринимается ребенком как малая масса этого объекта.

Полученные результаты пилотажных исследований послужили основанием для разработки экспериментальной процедуры по оценке восприятия детьми сложных виртуальных объектов, приписывания им характеристик объектов реального мира, а также разработке модели восприятия дошкольниками виртуальных объектов в процессе использования информационных устройств с сенсорным экраном. Практическая значимость представленных в статье результатов состоит в том, что они могут служить основанием для разработки методических рекомендаций для педагогов и родителей по использованию развивающих компьютерных приложений для детей дошкольного возраста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Соответствие принципам этики

Авторы сообщают, что при проведении исследования соблюдены этические принципы, предусмотренные для исследований с участием людей и животных.

Ethics Approval

The authors report that the research was carried out in accordance with the ethical principles applicable to research involving humans and animals.

Вклад авторов

Авторы внесли равный вклад в подготовку текста.

Author Contributions

The authors have made an equal contribution to the preparation of the text.

Литература

- Барабанщиков, В. А., Носуленко, В. Н. (2004) *Системность. Восприятие. Общение*. М.: Институт психологии РАН, 480 с.
- Белоус, Н. Г. (1974) Характер действий детей дошкольного возраста при сопоставлении предметов по их тяжести. В кн.: В. И. Логинова (ред.). *XXVII Герценовские чтения. Дошкольное воспитание*. Л.: Изд-во ЛГПИ им. А. И. Герцена, с. 7–15.
- Белоус, Н. Г. (1976) Различение детьми предметов по их тяжести и отражение этих свойств в речи. В кн.: В. И. Логинова (ред.). *Умственное воспитание детей дошкольного возраста*. Ленинград: Изд-во ЛГПИ им. А. И. Герцена, с. 38–47.
- Величковский, Б. М., Зинченко, В. П., Лурия, А. Р. (1973) *Психология восприятия*. М.: Изд-во Московского университета, 247 с.
- Войсунский, А. Е. (2019) Киберпсихологический подход к анализу мультисенсорной интеграции. *Консультативная психология и психотерапия*, т. 27, № 3, с. 9–21. <https://doi.org/10.17759/cpp.2019270302>
- Войсунский, А. Е., Меньшикова, Г. Я. (2008) О применении систем виртуальной реальности в психологии. *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, № 1, с. 22–36.
- Воробьева, В. П., Перепелкина, О. С., Арина, Г. А. (2020) Исследование эквивалентности иллюзии резиновой руки в классическом варианте и в условиях виртуальной реальности. *Экспериментальная психология*, т. 13, № 3, с. 31–45. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2020130303>
- Выготский, Л. С. (1984) *Собрание сочинений: В 6 т. Т. 6. Научное наследство*. М.: Педагогика, 397 с.
- Шпитцер, М. (2014) *Антимозг. Цифровые технологии и мозг*. М.: АСТ, 288 с.
- Bozzola, E., Spina, G., Ruggiero, M. et al. (2018) Media devices in pre-school children: the recommendations of the Italian pediatric society. *Italian Journal of Pediatrics*, vol. 44, article 69. <https://doi.org/10.1186/s13052-018-0508-7>
- Brito, R., Dias, P. (2016) The tablet is my BFF: Practices and perceptions of Portuguese children under 8 years old and their families. In: I. Pereira, A. Ramos, J. Marsh (eds.). *The digital literacy and multimodal practices of young children: Engaging with emergent research. Proceedings of the first training school of COST action IS1410 June 6–8, 2016*. Braga: Research Centre on Education Publ., pp. 35–42.
- Bushnell, E. W., Weinberger, N. (1987) Infants' detection of visual-tactual discrepancies: Asymmetries that indicate a directive role of visual information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 13, no. 4, pp. 601–608. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.13.4.601>
- Carrier, L. M., Cheever, N. C., Rosen, L. D. et al. (2009) Multitasking across generations: Multitasking choices and difficulty ratings in three generations of Americans. *Computers in Human Behavior*, vol. 25, no. 2, pp. 483–489. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.10.012>
- Gärdenfors, P. (2019) From sensations to concepts: A proposal for two learning processes. *Review of Philosophy and Psychology*, vol. 10, no. 3, pp. 441–464. <https://doi.org/10.1007/s13164-017-0379-7>
- Gibson, E. J. (1969) *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton Century Crofts, 538 p.
- Hauf, P., Paulus, M., Baillargeon, R. (2012) Infants use compression information to infer objects' weights: Examining cognition, exploration, and prospective action in a preferential-reaching task. *Child Development*, vol. 83, no. 6, pp. 1978–1995. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01824.x>
- Helbig, H. B., Ernst, M. O. (2007) Optimal integration of shape information from vision and touch. *Experimental Brain Research*, vol. 179, no. 4, pp. 595–606. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0814-y>
- Holloway, D., Green, L., Livingstone, S. (2013) *Zero to eight. Young children and their internet use*. London: EU Kids Online Publ. [Online]. Available at: <http://eprints.lse.ac.uk/52630/> (accessed 06.05.2022).
- Hosokawa, R., Katsura, T. (2018) Association between mobile technology use and child adjustment in early elementary school age. *PLOS ONE*, vol. 13, no. 7, article e0199959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199959>
- Kirsch, W., Herbort, O., Ullrich, B., Kunde, W. (2017) On the origin of body-related influences on visual perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 43, no. 6, pp. 1222–1237. <https://doi.org/10.1037/xhp0000358>
- Kloos, H., Amazeen, E. L. (2002) Perceiving heaviness by dynamic touch: An investigation of the size-weight illusion in preschoolers. *British Journal of Developmental Psychology*, vol. 20, no. 2, pp. 171–183. <https://doi.org/10.1348/026151002166398>
- Livingstone, S., Marsh, J., Plowman, L. et al. (2014) *Young children (0–8) and digital technology: A qualitative exploratory study—National Report—UK*. Luxembourg: London School of Economics and Political Science Publ. [Online]. Available at: <http://eprints.lse.ac.uk/60799/> (accessed 09.05.2022).

- Lohmann, J., Butz, M. V. (2017) Lost in space: Multisensory conflict yields adaptation in spatial representations across frames of reference. *Cognitive Processing*, vol. 18, no. 3, pp. 211–228. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0798-5>
- Ludden, G. D. S., Kudrowitz, B. M., Schifferstein, H. N. J., Hekkert, P. (2012) Surprise and humor in product design: Designing sensory metaphors in multiple modalities. *Humor*, vol. 25, no. 3, pp. 285–309. <https://doi.org/10.1515/humor-2012-0015>
- Marsh, J., Plowman, L., Yamada-Rice, D. et al. (2015) *Exploring play and creativity in pre-schoolers' use of apps: A guide for parents*. [S. l.]: University of Sheffield Publ. [Online]. Available at: http://www.techandplay.org/reports/TAP_Parents_Report.pdf (accessed 09.05.2022).
- Moser, A., Zimmermann, L., Dickerson, K. et al. (2015) They can interact, but can they learn? Toddlers' transfer learning from touchscreens and television. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 137, pp. 137–155. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.04.002>
- Piaget, J., Inhelder, B. (1974) *The child's construction of quantities: Conservation and atomism*. London: Routledge and Kegan Paul, 285 p.
- Prensky, M. (2001) Digital natives, digital immigrants. Part 1. *On the Horizon*, vol. 9, no. 5, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Robinson, H. B. (1964) An experimental examination of the size-weight illusion in young children. *Child Development*, vol. 35, no. 1, pp. 91–107. <https://doi.org/10.2307/1126574>
- Schorr, S. B., Okamura, A. M. (2017) Fingertip tactile devices for virtual object manipulation and exploration. In: *Proceedings of the 2017 CHI Conference on human factors in computing systems (CHI' 17) May 6–11, 2017*. New York: Association for Computing Machinery Publ., pp. 3115–3119. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025744>
- Siegel, Z. D., Kelly, J. W. (2017) Walking through a virtual environment improves perceived size within and beyond the walked space. *Attention, Perception, and Psychophysics*, vol. 79, no. 1, pp. 39–44. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1243-z>
- Smith, C., Carey, S., Wiser, M. (1985) On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, vol. 21, no. 3, pp. 177–237. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90025-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90025-3)
- Sparrow, B., Liu, J., Wegner, D. M. (2011) Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, vol. 333, no. 6043, pp. 776–778. <https://doi.org/10.1126/science.1207745>
- Volkodav, T., Semenovskikh, T. (2017) Dichotomy of the “clip thinking” phenomenon. *Proceedings of International conference on education, psychology, and social sciences August 2, 2017*. Bangkok: Chulalongkorn University Publ., pp. 345–353.

References

- Barabanshchikov, V. A., Nosulenko, V. N. (2004) *Sistemnost' Vospriyatie. Obshchenie [System. Perception. Communication]*. Moscow: The Institute of Psychology RAS Publ., 480 p. (In Russian)
- Belous, N. G. (1974) Kharakter dejstvii detej doshkol'nogo vozrasta pri sopostavlenii predmetov po ikh tyazhesti [The nature of the actions of preschool children when comparing objects according to their severity]. In: V. I. Loginova (ed.). *XXVII Gertsenovskie chteniya. Doshkol'noe vospitanie [XXVII Herzen readings. Preschool education]*. Leningrad: State Leningrad Herzen Pedagogical Institute Publ., pp. 7–15. (In Russian)
- Belous, N. G. (1976) Razlichenie det'mi predmetov po ikh tyazhesti i otrazhenie etikh svojstv v rechi [Differentiation of objects by children by their severity and the reflection of these properties in speech]. In: V. I. Loginova (ed.). *Umstvennoe vospitanie detej doshkol'nogo vozrasta [Mental education of preschool children]*. Leningrad: State Leningrad Herzen Pedagogical Institute Publ., pp. 38–47. (In Russian)
- Bozzola, E., Spina, G., Ruggiero, M. et al. (2018) Media devices in pre-school children: the recommendations of the Italian pediatric society. *Italian Journal of Pediatrics*, vol. 44, article 69. <https://doi.org/10.1186/s13052-018-0508-7> (In English)
- Brito, R., Dias, P. (2016) The tablet is my BFF': Practices and perceptions of Portuguese children under 8 years old and their families. In: I. Pereira, A. Ramos, J. Marsh (eds.). *The digital literacy and multimodal practices of young children: Engaging with emergent research. Proceedings of the first training school of COST action IS1410 June 6–8, 2016*. Braga: Research Centre on Education Publ., pp. 35–42. (In English)
- Bushnell, E. W., Weinberger, N. (1987) Infants' detection of visual-tactual discrepancies: Asymmetries that indicate a directive role of visual information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 13, no. 4, pp. 601–608. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.13.4.601> (In English)
- Carrier, L. M., Cheever, N. C., Rosen, L. D. et al. (2009) Multitasking across generations: Multitasking choices and difficulty ratings in three generations of Americans. *Computers in Human Behavior*, vol. 25, no. 2, pp. 483–489. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.10.012> (In English)
- Gärdenfors, P. (2019) From sensations to concepts: A proposal for two learning processes. *Review of Philosophy and Psychology*, vol. 10, no. 3, pp. 441–464. <https://doi.org/10.1007/s13164-017-0379-7> (In English)
- Gibson, E. J. (1969) *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton Century Crofts, 538 p. (In English)

- Hauf, P., Paulus, M., Baillargeon, R. (2012) Infants use compression information to infer objects' weights: Examining cognition, exploration, and prospective action in a preferential-reaching task. *Child Development*, vol. 83, no. 6, pp. 1978–1995. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01824.x> (In English)
- Helbig, H. B., Ernst, M. O. (2007) Optimal integration of shape information from vision and touch. *Experimental Brain Research*, vol. 179, no. 4, pp. 595–606. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0814-y> (In English)
- Holloway, D., Green, L., Livingstone, S. (2013) *Zero to eight. Young children and their internet use*. London: EU Kids Online Publ. [Online]. Available at: <http://eprints.lse.ac.uk/52630/> (accessed 06.05.2022). (In English)
- Hosokawa, R., Katsura, T. (2018) Association between mobile technology use and child adjustment in early elementary school age. *PLOS ONE*, vol. 13, no. 7, article e0199959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199959> (In English)
- Kirsch, W., Herbort, O., Ullrich, B., Kunde, W. (2017) On the origin of body-related influences on visual perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 43, no. 6, pp. 1222–1237. <https://doi.org/10.1037/xhp0000358> (In English)
- Kloos, H., Amazeen, E. L. (2002) Perceiving heaviness by dynamic touch: An investigation of the size-weight illusion in preschoolers. *British Journal of Developmental Psychology*, vol. 20, no. 2, pp. 171–183. <https://doi.org/10.1348/026151002166398> (In English)
- Livingstone, S., Marsh, J., Plowman, L. et al. (2014) *Young children (0–8) and digital technology: A qualitative exploratory study—National Report—UK*. Luxembourg: London School of Economics and Political Science Publ. [Online]. Available at: <http://eprints.lse.ac.uk/60799/> (accessed 09.05.2022). (In English)
- Lohmann, J., Butz, M. V. (2017) Lost in space: Multisensory conflict yields adaptation in spatial representations across frames of reference. *Cognitive Processing*, vol. 18, no. 3, pp. 211–228. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0798-5> (In English)
- Ludden, G. D. S., Kudrowitz, B. M., Schifferstein, H. N. J., Hekkert, P. (2012) Surprise and humor in product design: Designing sensory metaphors in multiple modalities. *Humor*, vol. 25, no. 3, pp. 285–309. <https://doi.org/10.1515/humor-2012-0015> (In English)
- Marsh, J., Plowman, L., Yamada-Rice, D. et al. (2015) *Exploring play and creativity in pre-schoolers' use of apps: A guide for parents*. [S. l.]: University of Sheffield Publ. [Online]. Available at: http://www.techandplay.org/reports/TAP_Parents_Report.pdf (accessed 09.05.2022). (In English)
- Moser, A., Zimmermann, L., Dickerson, K. et al. (2015) They can interact, but can they learn? Toddlers' transfer learning from touchscreens and television. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 137, pp. 137–155. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.04.002> (In English)
- Piaget, J., Inhelder, B. (1974) *The child's construction of quantities: Conservation and atomism*. London: Routledge and Kegan Paul, 285 p. (In English)
- Prensky, M. (2001) Digital natives, digital immigrants. Part 1. *On the Horizon*, vol. 9, no. 5, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816> (In English)
- Robinson, H. B. (1964) An experimental examination of the size-weight illusion in young children. *Child Development*, vol. 35, no. 1, pp. 91–107. <https://doi.org/10.2307/1126574> (In English)
- Schorr, S. B., Okamura, A. M. (2017) Fingertip tactile devices for virtual object manipulation and exploration. In: *Proceedings of the 2017 CHI Conference on human factors in computing systems (CHI' 17) May 6–11, 2017*. New York: Association for Computing Machinery Publ., pp. 3115–3119. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025744> (In English)
- Shpitzer, M. (2014) *Antimozg. Tsifrovyye tekhnologii i mozg [Antibrain. Digital technology and the brain]*. Moscow: AST Publ., 288 p. (In Russian)
- Siegel, Z. D., Kelly, J. W. (2017) Walking through a virtual environment improves perceived size within and beyond the walked space. *Attention, Perception, and Psychophysics*, vol. 79, no. 1, pp. 39–44. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1243-z> (In English)
- Smith, C., Carey, S., Wisner, M. (1985) On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, vol. 21, no. 3, pp. 177–237. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90025-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90025-3) (In English)
- Sparrow, B., Liu, J., Wegner, D. M. (2011) Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, vol. 333, no. 6043, pp. 776–778. <https://doi.org/10.1126/science.1207745> (In English)
- Velichkovsky, B. M., Zinchenko, V. P., Luriya, A. R. (1973) *Psikhologiya vospriyatiya [Psychology of perception]*. Moscow: Moscow University Publ., 247 p. (In Russian)
- Volkodav, T., Semenovskikh, T. (2017) Dichotomy of the “clip thinking” phenomenon. *Proceedings of International conference on education, psychology, and social sciences August 2, 2017*. Bangkok: Chulalongkorn University Publ., pp. 345–353. (In English)
- Vorobeva, V. P., Perepelkina, O. S., Arina, G. A. (2020) Issledovaniye ekvivalentnosti illyuzii rezinovoy ruki v klassicheskom variante i v usloviyakh virtual'noy real'nosti [Equivalence of the classical rubber hand illusion and the virtual hand illusion]. *Eksperimental'naya psikhologiya — Experimental Psychology (Russia)*, vol. 13, no. 3, pp. 31–45. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2020130303> (In Russian)

- Voiskounsky, A. E. (2019) Kiberpsikhologicheskij podkhod k analizu mul'tisensornoj integratsii [Cyberpsychological approach to the analysis of multisensory integration]. *Konsul'tativnaya psikhologiya i psikhoterapiya — Counseling Psychology and Psychotherapy*, vol. 27, no. 3, pp. 9–21. <https://doi.org/10.17759/cpp.2019270302> (In Russian)
- Voiskounsky, A. E., Menshikova, G. Ya. (2008) O primenenii sistem virtual'noj real'nosti v psikhologii [On the use of virtual reality systems in psychology]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya — Moscow University Psychology Bulletin*, no. 1, pp. 22–36. (In Russian)
- Vygotsky, L. S. (1984) *Sobranie sochinenij: V 6 t. T. 6. Nauchnoe nasledstvo* [Collected works: In 6 vols. Vol. 6. Scientific legacy]. Moscow: Pedagogika Publ., 397 p. (In Russian)