

УДК 159.923: 159.922.736.3  
ББК Ю941.3-51

DOI 10.12345/2079-8717\_2021\_01\_03  
ГРНТИ 14.35.01; 14.07.05

Код ВАК 19.00.07

**Водяха Юлия Евгеньевна,**

кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и конфликтологии, Институт психологии, Уральский государственный педагогический университет; 620017, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: jullyaa@yandex.ru

**Коротаева Евгения Владиславовна,**

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой педагогики и психологии детства, Уральский государственный педагогический университет; 620017, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: e.v.korotaeva@yandex.ru

**Крылова Светлана Геннадьевна,**

кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и конфликтологии, Институт психологии, Уральский государственный педагогический университет; 620017, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: s\_g\_krylova@mail.ru

## ОСОБЕННОСТИ АТРИБУЦИИ ДОШКОЛЬНИКАМИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИРТУАЛЬНЫМ ОБЪЕКТАМ ПРИ ГАПТИЧЕСКОМ РАСПОЗНАВАНИИ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** виртуальные трехмерные изображения; визуально-гаптическое восприятие; визуально-гаптические несоответствия; психология восприятия; дошкольники; виртуальная реальность; экспериментальные исследования; физические свойства; виртуальные объекты.

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлено экспериментальное исследование атрибуции физических свойств виртуальным объектам детьми дошкольного возраста. Авторы исходили из гипотезы о том, что дети опираются на известные им характеристики реальных физических объектов при восприятии виртуальных объектов. Авторский коллектив тщательно проанализировал идеи современных когнитивных психологов и когнитологов, исследующих проблему развития восприятия, межсенсорной интеграции и особенности перцептивных действий при распознавании виртуальных объектов. Анализируя исследования коллег, авторы придерживаются устойчивой методологической парадигмы, подчеркивая неразрывную связь визуального и гаптического восприятия в генезисе перцептивных действий. Авторы разработали экспериментальную методику исследования для подтверждения гипотезы о том, что дети дошкольного возраста воспринимают виртуальные объемные объекты как трехмерные при осуществлении действий с ними на экране планшетного компьютера. В исследовании принимали участие 117 детей (3–6 лет) из Свердловской и Курганской областей. Средний возраст – 4 года 7 месяцев ( $SD=0,57$ ). Респонденты были разделены на 5 групп по способам распознавания: визуальное восприятие реального объекта; визуально-гаптическое восприятие; визуальное распознавание объекта по фотографии; распознавание виртуального объекта на тачскрин устройстве; гаптическое восприятие – идентификация тактильно экспонируемого объекта в гаптической модальности. Полученные результаты согласуются с представлением об оптимальной интеграции визуальной и гаптической информации при восприятии размера и формы трехмерных объектов путем придания большего веса визуальной информации как более надежной. Отсутствие возможности действия с изображением на экране компьютера значительно увеличивает количество ошибок, связанных с распознаванием виртуального объемного объекта как трехмерного.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Водяха, Ю. Е. Особенности атрибуции дошкольниками физических свойств виртуальным объектам при гаптическом распознавании / Ю. Е. Водяха, Е. В. Коротаева, С. Г. Крылова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 1. – С. 26-32. – DOI: 10.12345/2079-8717\_2021\_01\_03.

**БЛАГОДАРНОСТИ:** работа поддержана грантом РФФИ № 20-01300308 А.

**Vodyakha Yulia Evgenievna,**

Candidate of Psychology, Associate Professor of Department of General Psychology and Conflictology, Institute of Psychology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

**Korotaeva Evgeniya Vladislavovna,**

Doctor of Pedagogy, Professor, Head of Department of Pedagogy and Psychology of Childhood, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

**Krylova Svetlana Gennadievna,**

Candidate of Psychology, Associate Professor of Department of General Psychology and Conflictology, Institute of Psychology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

## FEATURES OF PRESCHOOLERS ATTRIBUTION PHYSICAL PROPERTIES OF VIRTUAL OBJECTS AT HAPTIC RECOGNITION

**KEYWORDS:** virtual three-dimensional images; visual-haptic perception; visual-haptic discrepancy; psychology of perception; preschoolers; virtual reality; experimental research; physical properties; virtual objects.

**ABSTRACT.** An experimental study of the attribution of physical properties to virtual objects by preschool children presented in the article. The authors proceeded from the hypothesis that children rely on the characteristics of real physical objects known to them when they perceive virtual objects. The team of authors has thoroughly analyzed the ideas of modern cognitive psychologists and cognitologists who study the problem of the development of perception, intersensory integration, and the peculiarities of perceptual actions when recognizing virtual objects. Analyzing the research of colleagues, the authors adhere to a stable methodological paradigm, emphasizing the inextricable link between visual and haptic perception in the genesis of perceptual actions. The authors have developed an experimental research methodology to confirm the hypothesis that preschool children perceive virtual volumetric objects as three-dimensional when performing actions with them on a tablet computer screen. The study involved 117 children (3–6 years old) from the Sverdlovsk and Kurgan regions. The average age is 4 years 7 months ( $SD=0,57$ ). The respondents were divided into 5 groups according to the recognition methods: visual perception of a real object; visual haptic perception; visual recognition of an object from a photograph; recognition of a virtual object on a touchscreen device; haptic perception – identification of a tactile exposed object in the haptic modality. The results obtained are consistent with the concept of optimal integration of visual and haptic information in the perception of the size and shape of three-dimensional objects by giving more weight to visual information as more reliable information. The inability to act with an image on a computer screen significantly increases the number of errors associated with recognizing a virtual volumetric object as three-dimensional.

**FOR CITATION:** Vodyakha, Yu. E., Korotaeva, E. V., Krylova, S. G. (2021). Features of Preschoolers Attribution Physical Properties of Virtual Objects at Haptic Recognition. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 1, pp. 26–32. DOI: 10.12345/2079-8717\_2021\_01\_03.

**ACKNOWLEDGMENT:** this study was supported by Russian Foundation for Basic Research No. 20-013-00308 A.

Современные педагоги и психологи указывают на специфику ситуации познавательного развития современных детей, которая определяется использованием компьютерных устройств уже в раннем возрасте. Несмотря на многочисленность психологических публикаций, посвященных взаимодействию человека с цифровой средой, большинство современных исследований фокусируется на изучении самих технических устройств как инструментов, используемых для осуществления специфической деятельности. Противоречивость результатов психологических исследований феномена использования компьютерных устройств в раннем и дошкольном возрасте, по мнению Е. В. Коротаевой, вызывает сложности педагогического вмешательства в процесс взаимодействия ребенка с тачскрин устройством [3; 8].

В то же время недостаточное внимание уделяется и процессу формирования перцептивных действий дошкольника, взаимодействующего с виртуальным объектом. Восприятие, по сути, является целостной перцептивной деятельностью, сложным и активным процессом, предполагающим аналитико-синтетическую обработку информации, поступающей на самые разные рецепторные зоны. Изучению мультисенсорного восприятия реальных объектов посвящено значительное количество научных работ. А. В. Запорожец рассматривает гаптическое восприятие как перцептивное действие, направленное на поиск объекта, выделение характерных его признаков, опознание объекта.

Согласно Е. Я. Режабеку, деятельностный подход к изучению генезиса перцептивных действий подчеркивает неразрывную связь визуального и гаптического восприятия. Высокая адекватность восприятия объекта достигается за счет согласования показаний разных органов чувств, прочной связи визуального восприятия и осязания (которая образуется в раннем детстве). В зависимости от цели гаптического восприятия используются различные движения для выделения тех или иных признаков [5].

С. Ледерман и Р. Клацки выделили шесть типов исследовательских процедур, каждая из которых решает свою задачу. Действия рук ребенка совершаются под контролем зрения, далее зрительные образы оформляются и уточняются посредством гаптики [11]. И. И. Мамайчук и М. Б. Ульд Семета считают, что гаптические затруднения в процессе предметно-практической деятельности у детей раннего возраста являются одним из признаков аномалии психического развития, в частности расстройства аутистического спектра [4].

Распознавание объекта предполагает выделение свойств объекта (степень дифференцированности этих свойств зависит от сформированности собственно перцептивных действий, эмоциональных, мотивационных и других детерминант), подведение данного объекта под определенную категорию (класс объектов), назование объекта словом. Распознавание объекта предполагает приписывание (процесс атрибуции) ему определенных свойств, таких как размер, вес, форма и т. д. [2].

Особый интерес вызывают вопросы, связанные с восприятием виртуального объекта детьми дошкольного возраста. Многими исследователями отмечается такая особенность восприятия виртуальных объектов, как отсутствие реалистичной гаптической обратной связи [15]. На самом деле, в отличие от восприятия реальных объектов, восприятие виртуальных осуществляется преимущественно визуально. При этом действия с виртуальными объектами на экране тачскрин-устройства являются одинаковыми для объектов разной формы и текстуры, поскольку осуществляются в форме движений пальцем по горизонтальной поверхности. Таким образом, тактильная информация, получаемая ребенком, вступает в противоречие с визуальной информацией. В научных публикациях используются различные понятия для описания эффектов, связанных с несоответствием сенсорной информации различных модальностей: «визуально-тактильная неконгруэнтность» (Г. Людден) [9]; «недостаток реалистичной гаптической обратной связи» (М. Штамер) [14]; «визуально-тактильное несоответствие» (Б. Стайн) [15]; «мультисенсорный конфликт» (Д. Уотсон) [17]. Анализ научных исследований позволяет сделать довольно противоречивые выводы об эффекте несоответствия визуальной и гаптической информации при восприятии как реальных, так и виртуальных объектов. В исследовании Г. Людден с коллегами было выявлено, 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 [12].

В исследовании Э. Бушнелла [6] были сделаны выводы о том, что текстура и форма могут служить основой для межмодального соответствия, а визуальная информация играет направляющую роль для ручных исследовательских действий младенцев. Изучение восприятия в условиях мультисенсорного конфликта, смоделированного как в реальных условиях [10], так и в иммерсивной виртуальной реальности [9; 20], позволило ученым предположить наличие интегративных связей визуальной и гаптической информации, придавая последней больший вес как более надежной. Описанные выше результаты исследования соглашаются с данными исследований З. М. Богушавской [1; 18].

Настоящий проект является первым в планируемой нами серии экспериментов, направленных на изучение познания дошкольниками характеристик виртуальных объектов. Исследование основано на гипотезе о том, что дети будут приписывать виртуаль-

ным объектам известные им характеристики реальных физических объектов, потому что виртуальные объекты визуально являются точными копиями реальных объектов.

На основе вышеизложенных теоретических выводов авторами было разработано экспериментальное исследование, направленное на проверку гипотезы, состоящей в предположении, что дети дошкольного возраста воспринимают виртуальные объемные объекты как трехмерные при осуществлении действий с ними на экране планшетного компьютера (на двумерной поверхности).

**Методология исследования.** В исследовании принимали участие 117 детей из Свердловской и Курганской областей. Выборка была рандомизированной и стратифицированной в зависимости от пола и возраста. Возраст респондентов варьировался от 3 до 6 лет, средний возраст – 4 года 7 месяцев ( $SD=0,57$ ). Эксперимент был реализован с июля по сентябрь 2020 г.

Для реализации экспериментов было подготовлено экспериментальное оборудование – специальная трехстворчатая закрытая ширма с непрозрачными стенками, с отверстием для манипуляций одной рукой. Применение оборудования позволило исключить возможность у детей зрительного восприятия объектов, находившихся за ширмой. Реализация эксперимента предполагала присутствие двух экспериментаторов. Один осуществлял взаимодействие с ребенком, предлагал инструкции, знакомил со стимульным материалом. Второй экспериментатор имел возможность наблюдать и фиксировать (видеозапись) движения руки ребенка во время активного осознания.

В качестве стимульного материала в каждом из экспериментов использовались четыре «новых» (не повторяющихся) объекта. Данные объекты были выполнены таким образом, чтобы они не были похожи на известные детям и используемые ими в их повседневной жизни реальные предметы. Это было сделано для того, чтобы исключить перенос свойств знакомых детям предметов на стимульный материал.

В каждой серии один объект был условно назван «эталонным», три оставшиеся – объекты-дистракторы. Эталонный объект предъявлялся испытуемому для ознакомления, а затем его необходимо было «найти» за ширмой при помощи гаптического восприятия одной рукой. Все эталонные объекты были трехмерными, обладали сложной объемной формой и кривизной. Объекты-дистракторы отличались от эталонного либо отсутствием одной детали, либо размерностью: один из них был трехмерным 3D (как и эталонный объект), а два других были уплощенными и имели контур

(они не были двумерными 2D в полном смысле этого слова, т. к. имели толщину примерно 0,8 см). Объекты-дистракторы повышали индекс трудности задачи, но не снижали различительной способности задания (дискриминативности).

Все объекты были примерно одинаковые по размеру, выполненные из одного материала (полимерная глина). Размер объектов предполагал возможность ребенку держать (хватать, охватывать, ощупывать) объект одной рукой, т. е. без особых усилий осуществлять гаптическое восприятие. Форма проведения – индивидуальные игровые занятия. До экспериментальных проб экспериментатор устанавливал с ребенком контакт в игровой форме, знакомил с материалом – полимерной глиной, демонстрировал способы гаптического контакта с объектами. Далее все экспериментальные пробы осуществлялись по единому алгоритму.

Первый этап – «знакомство с эталоном». Ребенку предлагалась инструкция на ознакомление с объектом (в зависимости от задачи экспериментальной пробы). Выборка была поделена на пять групп, в зависимости от презентации эталонного объекта:

– первая группа – ребенку предлагалось рассмотреть и «повращать» на экране планшетного компьютера виртуальную модель трехмерного объекта сложной формы, с возможностью действия – виртуальная серия;

– вторая группа – ребенку предлагалось рассмотреть на экране планшетного компьютера изображение (фотографию) трехмерного объекта (виртуальный объект без возможности действия) – визуальная (фото) серия;

– третья группа – ребенку предлагалось рассмотреть реальный объемный объект, но без возможности его осязания (объект находился под специальным стеклянным куполом) – визуальная серия;

– четвертая группа – ребенку предлагалось взять обеими руками реальный объект, совершать любые гаптические действия (прикасаться, вращать, держать, крутить и т. п.) при зрительном контроле (рассматривая объект) – визуально-гаптическая серия;

– пятая группа – ребенку предлагалось взять одной рукой объект, совершать любые гаптические действия (прикасаться, вращать, держать, крутить и т. п.) без зрительного контроля. Объект был помещен в непрозрачный мешочек из ткани – гаптическая серия.

Второй этап – «обучающий». После ознакомления с объектом испытуемому предъявляли стимульный материал (объекты из полимерной глины) и предлагали при помощи исключительно гаптических действий, без зрительного контроля ощупать эти объекты за непрозрачной ширмой. На данном этапе ребенка не ограничивали во времени. Движения, связанные с обследованием объекта, также никак не ограничивались, что позволяло испытуемым выбрать наиболее эффективную стратегию гаптического восприятия.

Третий этап – «собственно экспериментальный», где ребенок выполнял экспериментальную задачу по гаптическому распознаванию эталонного объекта, осуществляя выбор из четырех объектов (один – эталонный, три – дистракторы).

Фиксировались три параметра: правильность выполнения задания (верно / не верно) и время от начала гаптического действия по распознаванию до окончания выполнения задачи (время выполнения указывалось в протоколе в секундах), последовательность гаптических действий.

**Результаты исследования.** В ходе реализации всех экспериментальных проб фиксировались следующие показатели: «успешность выполнения задания», «ошибка размерности», «ошибка формы», «время выполнения задания».

В исследовании учитывались два базовых показателя распознавания: время опознания; успешность – соответствие выбираемого объекта (распознаваемого гаптически) предъявляемому (эталонному) объекту вне зависимости от условий предъявления.

Таким образом был выявлен процент успешности распознавания объекта, отражающий успешность и тип ошибок (см. табл.).

Таблица

**Анализ успешности распознавания объектов и типов ошибок распознавания дошкольниками в разных сериях эксперимента**

| Название серии эксперимента | количество ре-спондентов | успешность, % | ошибки в % |       |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------|------------|-------|---------------|
|                             |                          |               | форма      | объем | форма и объем |
| Виртуальная                 | 21                       | 38            | 33,33      | 14,29 | 14,29         |
| Визуальная (фото)           | 23                       | 39            | 17,39      | 0,00  | 43,48         |
| Визуальная                  | 24                       | 54            | 12,50      | 0,00  | 33,33         |
| Визуально-гаптическая       | 23                       | 47            | 8,70       | 4,35  | 39,13         |
| Гаптическая                 | 26                       | 34            | 26,92      | 3,85  | 26,92         |

На основании анализа таблицы можно заключить, что дошкольники способны распознавать при помощи гаптического

восприятия объекты, которые ранее предъявлялись различными способами. Успешность узнавания детьми объекта (при раз-

личных способах его предъявления ранее) варьируется от 54% до 34%. Наиболее успешно объект гаптически распознается при визуальном предъявлении (54%). Несуспешность распознавания объекта выше при предъявлении в гаптической серии (66%), виртуальной серии (62%), предъявление фотографии (61%). Анализ ошибок показывает, что дети чаще допускают ошибки формы (при правильном определении объемности объекта), чем ошибки объема (при правильном определении формы).  $\varphi^*_{\text{эмп}}=3,902$ . Треть детей (37 чел., 31,62%) при распознавании объекта совершили обе ошибки (и формы, и объема). Наибольшее количество ошибок формы продемонстрировано в виртуальной серии ( $V$  33,33%); наименьшее – в визуально-гаптической (8,7%). Различия в ошибках формы данных серий находится в зоне значимости  $\varphi^*_{\text{эмп}}=4,342$ . Ошибки объема (при правильном определении формы) отсутствовали при визуальном предъявлении объекта, при предъявлении объекта на фотографии. Наибольшее количество ошибок объема продемонстрировано детьми при виртуальном предъявлении (14,29).

Результаты эмпирического исследования свидетельствуют о том, что в возрасте 3–4 лет дети допускают меньше ошибок в серии визуальной и гаптической, в то время как в виртуальной серии распознавание эталонной фигуры затруднено.

**Обсуждение результатов.** Дискретная гаптическая информация об объекте распознается детьми в более раннем возрасте, чем визуальная информация о виртуальном объекте. В более старшем возрасте дети достаточно легко визуально распознают объекты, в то время как при визуально-гаптическом распознавании испытывают большие затруднения. Эти данные согласуются с результатами исследований восприятия в условиях мультисенсорного кон-

фликта Й. Ломана с коллегами [10]. Очевидно, что визуальная информация в данном случае выступала для детей как более надежная, что подтверждает предположение З. М. Богуславской о том, что активное участие руки в процессе рассматривания формы несет вспомогательную, а не основную функцию, надобность в которой отпадает в тех случаях, когда зрительное восприятие приобретает дифференцированный характер [1].

Результаты исследования согласуются с предположениями Э. Бушнела о направляющей роли визуальной информации для ручных исследовательских действий [6; 13]. Данный результат согласуется с выводами о том, что представление о пространстве является одной из первичных когнитивных структур, формирующихся еще в младенчестве и позволяющих упорядочивать разнообразный сенсорный опыт [7; 18]. 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 [16].

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы: большинство детей 4–5 лет воспринимают компьютерные модели объемных объектов на экране планшетного компьютера как трехмерные, несмотря на несоответствие визуальной и гаптической информации об этих объектах, основанной на перцептивных действиях на двумерной поверхности экрана; при восприятии виртуальных объектов дошкольники совершают ошибки при распознании формы объектов. Данные ошибки связаны со сложностями распознавания количества и формы деталей объектов, а не с виртуальностью объекта; визуальная информация при распознавании выступает как более надежная для детей старше четырех лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславская, З. М. Развивающие игры для детей младшего дошкольного возраста : кн. для воспитателя дет. Сада / З. М. Богуславская, Е. О. Смирнова. – М. : Просвещение, 1991.
2. Запорожец, А. В. Избранные психологические труды : в 2 т. Т. 2. Развитие произвольных движений / А. В. Запорожец. – М. : Педагогика, 1986.
3. Коротаева, Е. В. Анализ содержания контекста исследований использования гаджетов с технологией тачскрин детьми дошкольного возраста / Е. В. Коротаева // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 5. – С. 49-54. – DOI: 10.26170/r020-05-05.
4. Мамайчук, И. И. Особенности сенсорно-перцептивных функций у детей с расстройством аутистического спектра на модели изучения гаптического и зрительного восприятия / И. И. Мамайчук, М. Б. Ульд Семета // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 261-273.
5. Режабек, Е. Я. Когнитивная культурология / Е. Я. Режабек, А. А. Филатова. – СПб. : Алетейя, 2010. – 316 с.
6. Bushnell, E. W. Infants' detection of visual-tactile discrepancies: asymmetries that indicate a directive role of visual information / E. W. Bushnell, N. Weinberger // Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance. – 1987. – Vol. 13 (4). – P. 601-608. – DOI: 10.1037//0096-1523.13.4.601.
7. Helbig, H. B. Optimal integration of shape information from vision and touch / H. B. Helbig, M. O. Ernst // Experimental Brain Research. – 2007. – Vol. 179 (4). – P. 595-606.

8. Keyson, D. V. Estimation of virtually perceived length / D. V. Keyson // *Presence: teleoperators and virtual environments*. – 2000. – Vol. 9 (4). – P. 394-398.
9. Kirsch, W. On the Origin of Body-Related Influences on Visual Perception / W. Kirsch, O. Herbort, B. Ullrich, et al. // *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*. – 2017. – Vol. 43 (6). – P. 1222-1237.
10. Lohmann, J. Lost in space: multisensory conflict yields adaptation in spatial representations across frames of reference / J. Lohmann, M. V. Butz // *Cognitive Processing*. – 2017. – Vol. 18 (3). – P. 211-228.
11. Loomis, J. M. Similarity of tactial and visual picture recognition with limited field of view / J. M. Loomis, R. L. Klatzky, S. J. Lederman // *Perception*. – 1991. – Vol. 20 (2). – P. 167-177.
12. Ludden, G. D. S. Beyond surprise: A longitudinal study on the experience of visual – tactial incongruities in products / G. D. S. Ludden, H. N. J. Schifferstein, P. Hekkert // *International Journal of Design*. – 2012. – Vol. 6 (1). – P. 1-10. – doi.org/10.2190/EM.27.1.d.
13. Medeiros, D. Perceiving Depth: Optical versus Video See-through / D. Medeiros, M. Sousa, D. Mendes, et al. // *Proceedings of the 22Nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2016)*. – Munich, Germany, 2016. – P. 237-240. – DOI: 10.1145/2993369.2993388.
14. Pedram, S. A. Torque Contribution to Haptic Rendering of Virtual Textures / S. A. Pedram, R. L. Klatzky, P. Berkelman // *IEEE Transactions on haptics*. – 2017. – Vol. 10. – P. 567-579.
15. Schorr, S. B. Fingertip Tactile Devices for Virtual Object Manipulation and Exploration. / S. B. Schorr, A. M. Okamura // *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17)*. Association for Computing Machinery. – New York, NY, USA, 2017. – P. 3115-3119. – DOI: https://doi.org/10.1145/3025453.3025744.
16. Stamer, M. Investigating the Benefits of Haptic Feedback During In-Car Interactions in Virtual Reality / M. Stamer, J. Michaels, J. Tümler // *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. Automated Driving and In-Vehicle Experience Design. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science* / ed. by H. Krömer. – 2020. – Vol. 1. – P. 22-32. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-50523-3\_29.
17. Stein, B. E. The new handbook of multisensory processing / B. E. Stein. – MIT Press, 2012.
18. van Polanen, V. Visual delay affects force scaling and weight perception during object lifting in virtual reality / V. van Polanen, R. Tibold, A. Nuruki, et al. // *Journal of neurophysiology*. – 2019. – Vol. 121 (4). – P. 1398-1409.
19. Watson, D. M. Distinct mechanisms govern recalibration to audio-visual discrepancies in remote and recent history / D. M. Watson, M. A. Akeroyd, N. W. Roach, B. S. Webb // *Scientific Reports*. – 2019. – Vol. 9 (1). – P. 85-93.
20. Wu, B., Klatzky R.L. A recursive Bayesian updating model of haptic stiffness perception / B. Wu, R. L. Klatzky // *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*. – 2018. – Vol. 44 (6). – P. 941-952. – DOI: 10.1037/xhp0000501.

## РЕФЕРЕНС

1. Boguslavskaya, Z. M., Smirnova, E. O. (1991). *Razvivayushchie igry dlya detei maldshego doshkol'nogo vozrasta* [Educational games for children of younger preschool age]. Moscow, Prosveshchenie.
2. Zaporozhets, A. V. (1986). *Izbrannye psichologicheskie trudy: v 2 t.* [Selected psychological works, in 2 vols.]. Vol. 2. Razvitie proizvol'nykh dvizhenii. Moscow, Pedagogika.
3. Korotaeva, E. V. (2020). Analiz soderzhaniya konteksta issledovanii ispol'zovaniya gadzhetov s tekhnologiei tachskrin det'mi doshkol'nogo vozrasta [Analysis of the content of the context of the study of the use of gadgets with touchscreen technology for children of preschool age]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 5, pp. 49-54. DOI: 10.26170/p020-05-05.
4. Mamaichuk, I. I., Ul'd Semeta, M. B. (2020). Osobennosti sensorno-pertseptivnykh funktsii u detei s rasstroistvom autisticheskogo spektra na modeli izucheniya gapticheskogo i zritel'nogo vospriyatiya [Features of sensory-perceptual functions in children with autism spectrum disorder on the model of studying haptic and visual perception]. In *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Psichologiya*. Vol. 10. No. 3, pp. 261-273.
5. Rezhabek, E. Ya., Filatova, A. A. (2010). *Kognitivnaya kul'turologiya* [Cognitive cultural studies]. Saint Petersburg, Aleteiya. 316 p.
6. Bushnell, E. W., Weinberger, N. (1987). Infants' detection of visual-tactile discrepancies: asymmetries that indicate a directive role of visual information. In *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*. Vol. 13 (4), pp. 601-608. DOI: 10.1037/0096-1523.13.4.601.
7. Helbig, H. B., Ernst, M. O. (2007). Optimal integration of shape information from vision and touch. In *Experimental Brain Research*. Vol. 179 (4), pp. 595-606.
8. Keyson, D. V. (2000). Estimation of virtually perceived length. In *Presence: teleoperators and virtual environments*. Vol. 9 (4), pp. 394-398.
9. Kirsch, W., Herbort, O., Ullrich, B., et al. (2017). On the Origin of Body-Related Influences on Visual Perception. In *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*. Vol. 43 (6), pp. 1222-1237.
10. Lohmann, J., Butz, M. V. (2017). Lost in space: multisensory conflict yields adaptation in spatial representations across frames of reference. In *Cognitive Processing*. Vol. 18 (3), pp. 211-228.
11. Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Lederman, S. J. (1991). Similarity of tactial and visual picture recognition with limited field of view. In *Perception*. Vol. 20 (2), pp. 167-177.
12. Ludden, G. D. S., Schifferstein, H. N. J., Hekkert, P. (2012). Beyond surprise: A longitudinal study on the experience of visual – tactial incongruities in products. In *International Journal of Design*. Vol. 6 (1), pp. 1-10. doi.org/10.2190/EM.27.1.d.
13. Medeiros, D., Sousa, M., Mendes, D., et al. (2016). Perceiving Depth: Optical versus Video See-through. In *Proceedings of the 22Nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2016)*. Munich, Germany, pp. 237-240. DOI: 10.1145/2993369.2993388.

14. Pedram, S. A., Klatzky, R. L., Berkelman, P. (2017). Torque Contribution to Haptic Rendering of Virtual Textures. In *IEEE Transactions on haptics*. Vol. 10, pp. 567-579.
15. 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)*. Association for Computing Machinery. New York, NY, USA, pp. 3115-3119. DOI: <https://doi.org/10.1145/3025453.3025744>.
16. Stamer, M., Michaels, J., Tümler, J. (2020). Investigating the Benefits of Haptic Feedback During In-Car Interactions in Virtual Reality. In Krömker, H. (Ed.). *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. Automated Driving and In-Vehicle Experience Design. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 1, pp. 22-32. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50523-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50523-3_29).
17. Stein, B. E. (2012). *The new handbook of multisensory processing*. MIT Press.
18. van Polanen, V., Tibold, R., Nuruki, A., et al. (2019). Visual delay affects force scaling and weight perception during object lifting in virtual reality. In *Journal of neurophysiology*. Vol. 121 (4), pp. 1398-1409.
19. Watson, D. M., Akeroyd, M. A., Roach, N. W., Webb, B. S. (2019). Distinct mechanisms govern recalibration to audio-visual discrepancies in remote and recent history. In *Scientific Reports*. Vol. 9 (1), pp. 85-93.
20. Wu, B., Klatzky, R. L. (2018). A recursive Bayesian updating model of haptic stiffness perception. In *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*. Vol. 44 (6), pp. 941-952. DOI: [10.1037/xhp0000501](https://doi.org/10.1037/xhp0000501).