



УДК 613.955:614.876

<https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-3-335-346>

Визуальное восприятие реальных и виртуальных зрительных стимулов старшими дошкольниками

Т. Г. Кузнецова^{✉1}, И. Ю. Голубева¹

¹ Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6

Сведения об авторах

Тамара Георгиевна Кузнецова,
SPIN-код: 3786-7484,
ORCID: 0000-0002-0196-0519,
e-mail: kuznetsovatg@infran.ru

Инна Юрьевна Голубева,
SPIN-код: 7581-4645,
ResearcherID: W-5106-2018,
ORCID: 0000-0003-3698-9036,
e-mail: golubevaiiy@infran.ru

Для цитирования:

Кузнецова, Т. Г., Голубева, И. Ю. (2021) Визуальное восприятие реальных и виртуальных зрительных стимулов старшими дошкольниками. *Интегративная физиология*, т. 2, № 3, с. 335–346. <https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-3-335-346>

Получена 11 июня 2021; прошла рецензирование 20 июля 2021; принята 20 июля 2021.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания ПФНИ ГАН по теме № АААА-А18-118050790159-4.

Права: © Т. Г. Кузнецова, И. Ю. Голубева (2021). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. Цель работы — провести сравнительный анализ способности детей 6–7 лет перерабатывать зрительную информацию, предъявленную на реальных и виртуальных носителях. Доказано, что связь между физиологическими и психическими процессами при формировании эталонов-образов, лежащих в основе мышления, в дошкольном возрасте вырабатываются при непосредственном манипулировании ребенка реальными предметами. При взаимодействии с компьютером эта первая и необходимая стадия обучения ребенка исключается, вынуждая его сразу переходить к более сложным операциям. Тем не менее проблема усвоения виртуальной информации ребенком мало изучена как в России, так и в мире. В основном исследования этой проблемы связаны с влиянием различных девайсов на психофизическое состояние ребенка, и мало обращается внимания на качество обучения. В исследовании принимали участие физически и психически здоровые дети 6–7 (6±0,5) лет с письменного разрешения их родителей. В задачу входило их обучение выбору графических зрительных стимулов, предъявляемых на бумажных носителях (реальные) и на экране монитора (виртуальные). Было установлено, что дети быстрее и с лучшими результатами обучались распознавать и выбирать реальные зрительные стимулы, предъявленные на бумажных носителях (контурные изображения), в сравнении с аналогичными стимулами, предъявленными на экране монитора. Полученные факты показали необходимость обучения ребенка 6–7 лет на примерах реальных зрительных стимулов с учетом его индивидуальных возрастных психофизиологических возможностей. Полученные результаты указывают на необходимость учета психофизиологических возрастных особенностей и скорости зрительно-моторной реакции дошкольников при считывании виртуальной информации с электронных устройств.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста, выбор, длительность обучения, реальные зрительные стимулы, виртуальные зрительные стимулы, информативный признак, зрительно-моторная реакция.

Visual perception of real and virtual visual stimuli by older preschoolers

T. G. Kuznetsova^{✉1}, I. Yu. Golubeva¹

¹ Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, 6 Makarova Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

Authors

Tamara G. Kuznetsova,
SPIN: 3786-7484,
ORCID: 0000-0002-0196-0519,
e-mail: kuznetsovatg@infran.ru

Inna Yu. Golubeva,
SPIN: 7581-4645,
ResearcherID: W-5106-2018,
ORCID: 0000-0003-3698-9036,
e-mail: golubevaiiy@infran.ru

For citation:

Kuznetsova, T. G., Golubeva, I. Yu. (2021) Visual perception of real and virtual visual stimuli by older preschoolers. *Integrative Physiology*, vol. 2, no. 3, pp. 335–346. <https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-3-335-346>

Received 11 June 2021;
reviewed 20 July 2021;
accepted 20 July 2021.

Funding: The research was carried out as part of a state task of Fundamental Research Program of State Academies of Sciences (topic No. AAAA-A18-118050790159-4).

Copyright: © T. G. Kuznetsova, I. Yu. Golubeva (2021). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Abstract. The purpose of the work is to fulfill a comparative analysis of the ability of children 6–7 years old to process visual information presented on real and virtual media. It is proved that in preschool age, the standards-images that underlie thinking are formed by direct manipulation of the child with real objects, which forms a connection between physiological and mental processes. When a child interacts with a computer, this first and necessary stage of learning is excluded, forcing him to immediately proceed to more complex operations. However, the problem of assimilation of virtual information by a child has been little studied both in Russia and in the world. Basically, studies of this problem are associated with the influence of various devices on the psychophysical state of the child, and little attention is paid to the quality of learning. Physically and mentally healthy children 6–7 (6 ± 0.5) years old took part in the study with the written permission of their parents. The task consisted of teaching them the choice of graphic visual stimuli presented on cardboard carriers (real) and on a monitor screen (virtual). It was found that children learned faster and with better projections to recognize and select real visual stimuli presented on paper (contour image) in comparison with similar stimuli presented on a monitor screen. The obtained facts showed the need to teach a 6–7-year-old child using examples of real visual stimuli, taking into account his current individual age-related psychophysiological capabilities. The results obtained indicate the need to take into account the psychophysiological age characteristics and the speed of the visual-motor reaction of preschoolers when reading virtual information from electronic devices.

Keywords: preschool children, choice, duration of learning, real visual stimuli, virtual visual stimuli, informative feature, visual-motor response.

Введение

В последние десятилетия во все сферы жизнедеятельности человека все энергичнее внедряются компьютеры, мобильные телефоны и другие гаджеты. Остановить технический прогресс невозможно.

В результате возникают новые проблемы, связанные с небезопасностью влияния цифровых устройств на живой организм (Григорьев 2014; Семенова и др. 2016; Condruz-Vacescu 2019; Javed, Samara 2019; Volkow et al. 2011).

Многие исследователи связывают чрезмерное и вызывающее привыкание использование цифровых медиа с физическими, психологическими, социальными и неврологическими неблагоприятными последствиями (Andreassen et al. 2016; Lissak 2018). Так, у взрослых и детей нарушается работа зрительного аппарата (Akinbinu, Mashalla 2014),

отмечается повышенный риск проявления агрессивного поведения (Manganello, Taylor 2009), у детей младшего дошкольного возраста отмечается ухудшение сна (Cheung et al. 2017). В то же время другие исследования демонстрируют некоторые преимущества интерактивных экранных носителей для обучения и развития (Bedford et al. 2016; Lauricella et al. 2010; Tarasuik et al. 2017; Wang et al. 2016).

Когнитивная деятельность ребенка, обусловленная взаимосвязью физиологических и психических процессов, формируется при непосредственном манипулировании реальными предметами. При взаимодействии с цифровыми устройствами у ребенка полностью исключается взаимодействие с ними, и, минуя первую и необходимую стадию обучения, малыш сразу переходит к более сложным операциям: одновременно производить сложнейшие операции

с виртуальными стимулами, отслеживая их динамику.

Есть мнение, что обучение детей с помощью цифровых устройств снижает их когнитивные способности и результативность выполнения заданий (Калинина, Шаталова 2017; Divan et al. 2012; Ward et al. 2017). Например, у детей школьного возраста отмечается снижение функции краткосрочной памяти (Кучма и др. 2013; Морозова, Новикова 2013), а также сокращение словарного запаса и способности приобретать навыки письменной речи (Шпитцер 2013). В то же время, согласно другим исследованиям, образовательные приложения, разработанные с учетом определенных принципов (таких как представление материала, уровень когнитивной интерактивности, использование приложения с сенсорным экраном, возможность социального взаимодействия) могут иметь положительное влияние на последующую производительность исполнительных функций, включая саморегуляцию, рабочую память, торможение и внимание (Huber et al. 2018; Zimmermann et al. 2017).

Несмотря на очевидность рисков для физического и психического здоровья детей и актуальность проблемы, тема обучающих и развивающих компьютерных программ с позиций психофизиологии разработана слабо. Практически не разрабатывается и тема восприятия и чтения информации с электронного устройства, на что обращают внимание и другие исследователи (Jones et al. 2019).

Поэтому целью данной *пилотной* работы стал сравнительный анализ способности детей 6–7 лет перерабатывать зрительную информацию, предъявленную на бумажных носителях (реальные стимулы), и на экране монитора (виртуальные стимулы).

В задачу работы входил сравнительный анализ скорости и успешности обучения выбору реальных и виртуальных графических стимулов, времени моторной реакции и способности к обобщению («переносу») информативного признака стимула, принадлежащего к определенному классу объектов.

Материал и методы исследования

В исследовании принимали участие 37 детей в возрасте 6–7 лет (возраст $6 \pm 0,5$ лет), физически и психически здоровые, с нормальным зрением, с согласия самих детей и письменного разрешения их родителей.

Работа проведена в соответствии с этическими стандартами институционального и/или национального комитета по исследовательской

этике и Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с поправками 2013 г., в лаборатории физиологии высшей нервной деятельности Института физиологии им. И. П. Павлова РАН Санкт-Петербурга, на базе дошкольного образовательного учреждения (ДОУ) № 81.

Для сравнения особенностей обучения выбору реальных и виртуальных стимулов были взяты дети из двух подготовительных групп.

Первой группе (22 человека, возраст $6 \pm 0,5$ лет, 10 девочек, 12 мальчиков) зрительные стимулы предъявлялись на картонных карточках размером 5×5 см, которые они могли брать в руки, рассматривать, манипулировать ими и т. д. Второй группе (15 человек, возраст $6 \pm 0,6$ лет, 10 девочек, 5 мальчиков) аналогичные стимулы предъявлялись на экране AMVA+ LED сенсорного монитора iiyama ProLite TF2738MSC-B1, с разрешением Full HD 1920×1080 и диагональю 27".

Использовали черно-белые контурные изображения на белой бумаге (реальные стимулы) и на экране монитора (виртуальные стимулы). Яркость свечения экрана и яркость отраженного света от предъявляемых карточек составляла 474 Лкx. Размер реальных и виртуальных изображений был идентичный.

Время работы детей за электронным устройством не превышало 20 минут, проходило в специально оборудованном помещении площадью 10 м². Монитор располагался на расстоянии 30–40 см от ребенка (на расстоянии вытянутой руки). Выбор осуществлялся прикосновением пальца ребенка к изображению на экране. Если ребенок отказывался от продолжения работы сам или наступали признаки утомления (отвлечение; разговоры, не касающиеся выполнения задания; ерзание на стуле и т. д.), он уходил в группу, и следующее посещение проводилось только по его согласию не ранее, чем через 2–3 дня.

Использовали зрительные стимулы для распознающих компьютерных программ, созданных М. М. Бонгардом (Бонгард 1967) и адаптированных для исследования когнитивного потенциала у приматов, включая ребенка (Дудкин 1985).

Детям предъявляли 8 задач, в которых парные зрительные стимулы (ЗС) различались по противоположным информативным признакам: черный/белый (S_1); наличие/отсутствие углов (S_2); контур гладкий/шероховатый (S_3); наличие/отсутствие сужения в контурной фигуре (S_4); наличие/отсутствие маленького элемента

в стимуле (S_5); черный элемент в конце/середине цепочки элементов (S_6); маленький элемент внутри/снаружи большого (S_7); наличие/отсутствие пересечения контуров элементов (S_8). Стимулы в задачах предъявляли в квазислучайном порядке.

Перед началом работы ребенку сообщали, что по звуковому сигналу он должен выбрать один из двух ЗС. Подкреплялся стимул с определенным информативным признаком, например, наличие одного черного элемента (рис. 1А). Ребенок сам должен был выявить информативный признак методом проб и ошибок и определить, какие стимулы подкрепляются.

На этапе обучения использовали алфавит стимулов, содержащий 20 разных изображений. Обучение осуществлялось методом проб и ошибок до тех пор, пока количество правильных ответов не достигало стабильного минимума 75% за последние 30 предъявлений зрительных стимулов, что свидетельствовало о сформировавшемся понимании информативного признака. Затем без предварительного обучения проводили контрольное тестирование, в котором использовали новый алфавит стимулов (20 изображений), при этом количество элементов в изображении увеличивалось до четырех, но информативный признак не изменялся (рис. 1В). При условии 75% правильных ответов за первые 30 предъявлений стимулов задача считалась решенной, т. е. ребенок сформировал обобщенное представление об информативном признаке в данном классе ЗС. В ситуации с реальными стимулами правильный выбор подкреплялся наличной картинкой-наклейкой, в ситуации с виртуальными стимулами картинка появлялась на экране монитора

после правильного ответа. В конце работы дети награждались игрушкой.

В работе сравнивали следующие показатели: а) скорость обучения выбору реальных и виртуальных ЗС, т. е. количество предъявлений ЗС, необходимых для выявления и обобщения информативного признака (n); б) коэффициент переноса («К», у. е.), отражающего общий коэффициент успешности всех 8 задач на этапе контрольного тестирования (доля задач, решенных на уровне 75% и выше); в) время зрительно-моторной реакции при осуществлении правильного выбора реальных и виртуальных ЗС при обучении и в контрольном тестировании (t, s).

Для статистической обработки использовали критерий Манна — Уитни для независимых и критерий Вилкоксона для зависимых выборок при достоверности не менее $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования было установлено, что независимо от способа предъявления наиболее трудными для распознавания и выбора оказались зрительные стимулы (ЗС) с такими информативными признаками, как наличие/отсутствие углов (S_2), наличие/отсутствие сужения в контурной фигуре (S_4) и черный элемент в середине/в конце цепочки элементов (S_6). Эти стимулы требовали достоверно большего количества предъявлений.

Выбор ЗС, различающиеся по цвету (S_1), виду контура (S_3), размерности элементов (S_5), положению маленького элемента относительно большого (S_7), наличию пересечений контуров элементов (S_8) оказался достоверно ($p < 0,05$) легче в сравнении с первой группой ЗС (рис. 2).

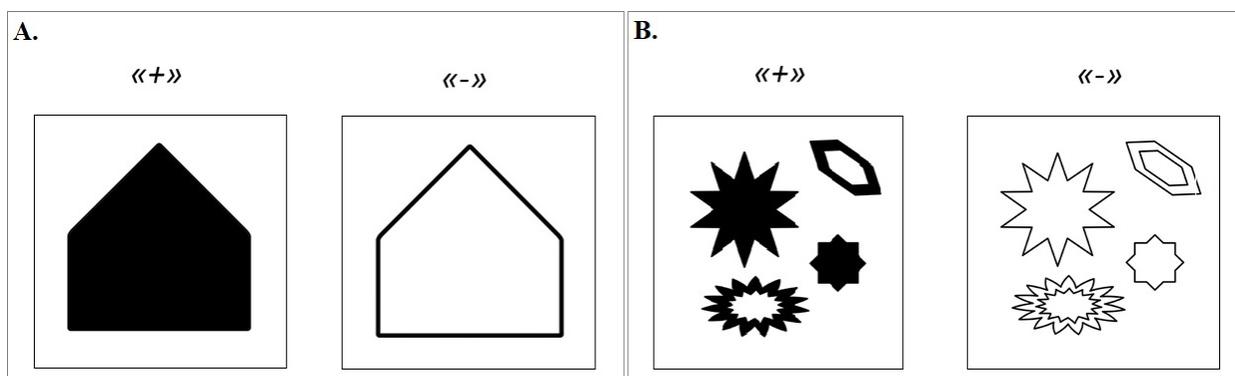


Рис. 1. Примеры зрительных стимулов, используемых при обучении (А) и в контрольном тестировании (В). Обозначения: «+» — подкрепляемый информативный признак, «-» — неподкрепляемый информативный признак

Fig. 1. Examples of visual stimuli used in learning stage (A) and control testing stage (B). Designation: “+”—is a supported informative feature, “-”—is a non-supported informative feature

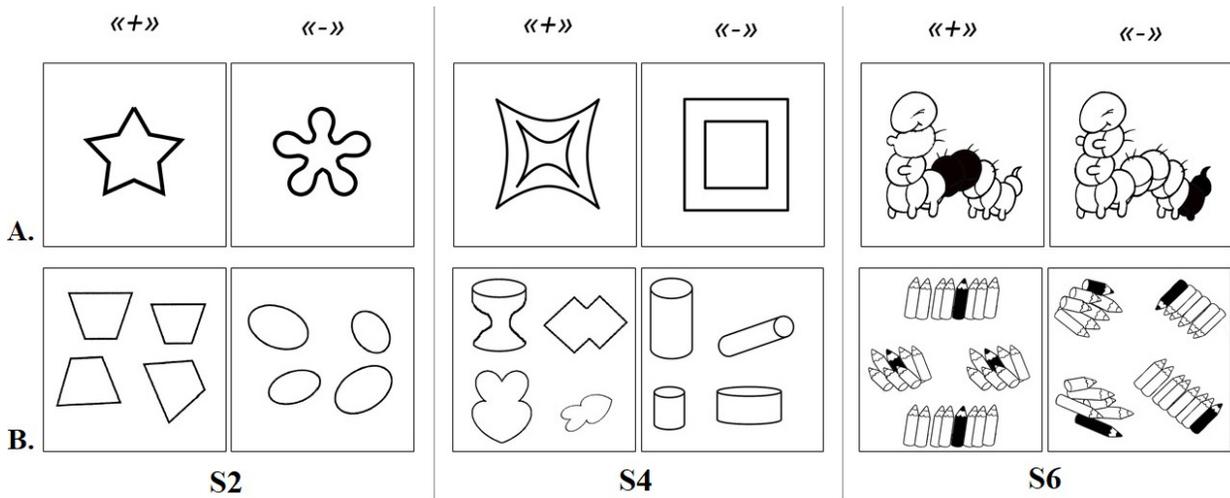


Рис. 2. «Трудные» для распознавания информативные признаки: S2 — наличие/отсутствие углов; S4 — наличие/отсутствие сужения в контурной фигуре; S6 — черный элемент в середине/в конце цепочки элементов. Обозначения: (A) зрительные стимулы, используемые при обучении; (B) зрительные стимулы, используемые при контрольном тестировании. Остальные обозначения — как на рис. 1

Fig. 2. “Difficult” informative features to recognize: S2—presence / absence of corners; S4—presence / absence of a narrowing element in the contour figure; S6—black element in the middle / at the end of the chain. Designation: (A) visual stimuli used in learning stage; (B) visual stimuli used in control testing stage. The other designations are as in Fig. 1

Это позволило первую группу стимулов обозначить как трудные, а вторую как легкие.

Сравнение скорости обучения выбору реальных и виртуальных ЗС показало, что для

выявления информативных признаков в виртуальных ЗС детям требовалось большее количество предъявлений (рис. 3) независимо от их сложности. Однако, наиболее трудным,

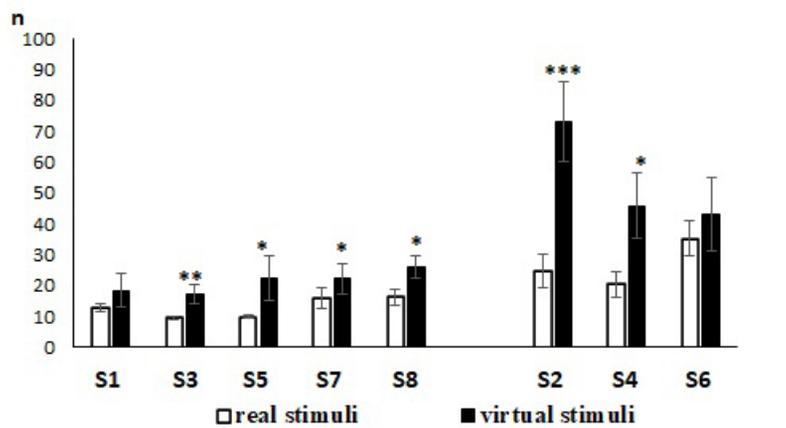


Рис. 3. Сравнительный анализ среднего количества предъявлений (среднее арифметическое ± стандартная ошибка среднего), необходимых детям для достижения 75% критерия правильных ответов при выполнении задач с реальными стимулами (белые столбы) и с виртуальными стимулами (черные столбы) на стадии обучения. Обозначения — ось ординат: n — среднее количество предъявлений; ось абсцисс: задачи с легкими информативными признаками — S1, S3, S5, S7, S8; задачи с трудными информативными признаками — S2, S4, S6. Звездочки — значимые различия: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$, критерий Манна — Уитни для независимых выборок

Fig. 3. Comparative analysis of the average number of presentations (mean ± standard error of the mean) required to achieve 75% level of correct answers at the learning stage during performing tasks with real stimuli (white columns) and with virtual stimuli (black columns). Designation—Y-axis: n—average number of presentations; X-axis: tasks with easy informative features (S1, S3, S5, S7, S8); tasks with difficult informative features (S2, S4, S6). The significant differences are indicated as *— $p < 0,05$; **— $p < 0,01$; ***— $p < 0,001$, Mann—Whitney test for independent samples

как и при выборе реальных ЗС, оказался стимул (S6), в котором менялось положение в пространстве информативного признака. В этом случае детям в среднем требовалось в 2–3 раза больше предъявлений в сравнении с остальными задачами.

О затруднениях выбора виртуальных ЗС свидетельствовал и коэффициент переноса («К»), который был в этом случае достоверно ($p < 0,01$) ниже, чем при работе с реальными стимулами (рис. 4).

И, наконец, анализ времени сенсомоторной реакции при выполнении заданий с выбором реальных и виртуальных ЗС (рис. 5) показал, что время выбора достоверно увеличивалось при контрольном тестировании в сравнении с периодом обучения при работе с реальными стимулами и, особенно, при работе с виртуальными стимулами ($p < 0,05$ и $p < 0,001$, соответственно, критерий Вилкоксона). В то же время выполнение заданий с виртуальными стимулами требовало больше времени для ответа как при обучении, так и при контрольном тестировании ($p < 0,05$ и $p < 0,01$, соответственно, критерий Манна — Уитни).

Кроме сказанного, было установлено отсутствие различий между мальчиками и девочками, как при обучении выбору ЗС, так и в контрольном тестировании.

Обсуждение

Итак, при обучении считыванию, усвоению и обобщению виртуальной зрительной информации в сравнении с реальной достоверно увеличивалось количество необходимых предъявлений ЗС (длительность обучения); возрастало время ответной зрительно-моторной реакции и происходило это на фоне снижения способности к обобщению, что наиболее четко проявилось при усложнении задания. Эти факты согласуются с данными (Jones et al. 2019), но как их объяснить?

Когнитивная деятельность ребенка дошкольного возраста формируется при непосредственном взаимодействии с реальными предметами. При работе же с виртуальными ЗС этот контакт утрачиваются. Виртуальный ЗС приобретает амбивалентность — «похожий, но не такой», что требует экстренного формирования нового стереотипа и взаимодействия со зрительно похожим, но не тождественным реальному ЗС, а контакт с ним оказывается имитацией непосредственного контакта.

Неопределенность, несходство с эталоном-образом, хранящимся в памяти, вероятно, и стала причиной, затрудняющей распознавание виртуальных зрительных стимулов и ведущей к увеличению времени моторной реакции.

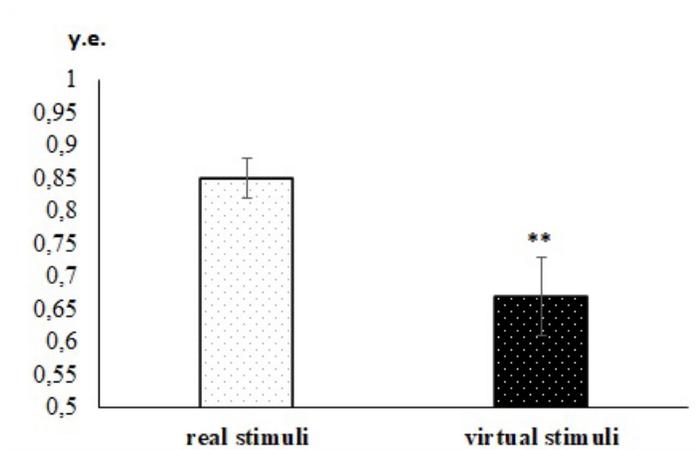


Рис. 4. Сравнительный анализ коэффициента переноса при выполнении задач с реальными стимулами (белые столбы) и с виртуальными стимулами (черные столбы) в контрольном тестировании. Коэффициент переноса (К, у. е.) отражает общий коэффициент успешности всех 8 задач на этапе контроля (доля задач, решенных на уровне 75% и выше). Обозначения: ось ординат — величина коэффициента переноса в условных единицах; ось абсцисс — задачи с реальными стимулами и с виртуальными стимулами. Остальные обозначения — как на рис. 3

Fig. 4. Comparative analysis of the transfer coefficient during performing tasks with real stimuli (white columns) and with virtual stimuli (black columns) in control testing. Transfer coefficient (TC) reflects the total success rate for all of the 8 tasks at the testing stage (share of tasks solved at the level of 75% and higher). Designation: Y-axis—the value of the transfer coefficient; X-axis—tasks with real stimuli and tasks with virtual stimuli. The other designations are as in Fig. 3

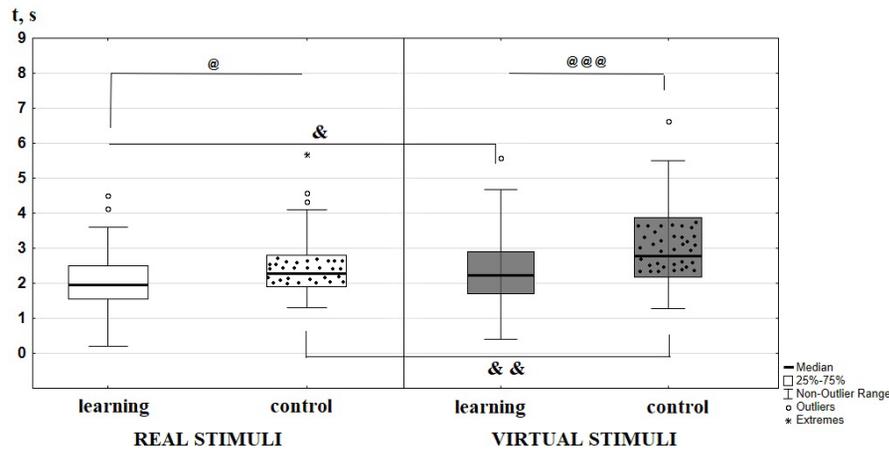


Рис. 5. Сравнительный анализ времени ответа при выборе реальных (белые боксы) и виртуальных (серые боксы) стимулов при обучении и контрольном тестировании у детей 6–7 лет. Обозначения: боксы без точек — время на этапе обучения; боксы с точками — на этапе контрольного тестирования. Боксы представляют собой межквартильный диапазон, содержащий 50% значений (диапазон от 25-го до 75-го перцентиля). Жирная линия — медиана. Усы — максимальные и минимальные значения, исключая выбросы. Выбросы обозначены кружками (<1,5 единиц длины бокса). Крайние значения (>3 единиц длины бокса) обозначены как *. Ось ординат — время в секундах; ось абсцисс — этап обучения и этап контрольного тестирования. Значимые различия для зависимых выборок обозначены как @ — $p < 0,05$; @@@ — $p < 0,001$, критерий Вилкоксона; значимые различия для независимых выборок обозначены как & — $p < 0,05$; && — $p < 0,01$, критерий Манна — Уитни

Fig. 5. Comparative analysis of the response time during performing tasks with real stimuli (white boxes) and with virtual stimuli (gray boxes) at the learning stage and the control testing stage in children of 6–7 years old. Designation: boxes without dots—the stage of learning; boxes with dots—the stage of control testing. The boxes represent the interquartile range that contains 50% of values (range from the 25th to the 75th percentile). The line across the box indicates the median. The whiskers represent maximum and minimum values, excluding outliers. The outliers which have at least 1.5 box lengths from the upper or lower edge of the box are indicated by circles. The extremes which have at least > 3 box lengths of the box are indicated as asterisks. Y-axis—time in seconds; X-axis—learning stage and control testing stage. Significant differences are indicated as @— $p < 0.05$; @@@— $p < 0.001$, Wilcoxon test for dependent samples; &— $p < 0.05$; &&— $p < 0.01$, Mann–Whitney test for independent samples

Особенно четко это проявилось при распознавании искаженных виртуальных форм ЗС (S_d). Искаженные зрительные стимулы, отличные от привычных ребенку образов, вероятно, провоцировали сшибку нервных процессов, затрудняя обобщение и опознание информативного признака. Полученные факты согласуются с представлениями как отечественных, так и зарубежных исследователей, отмечающих задержку развития когнитивных процессов (легастению) у вполне нормальных детей при частом использовании гаджетами (Калинина, Шаталова 2017; Кучма и др. 2013; Шпитцер 2013; Divan et al. 2012; Jones et al. 2019).

В то же время способность к обобщению, отвлечению, абстрагированию окончательно формируется в младшей школе при окончательном созревании второй сигнальной системы (речи), когда ребенок пытается все обозначать

словами. Нами было показано, что при неспособности ребенка называть предмет, он не опознает его среди множества других, но знакомых (Дудкин 1985; Кузнецова, Голубева 2014; Manganello, Taylor 2009). Вместе с этим, у детей в этом возрасте в сравнении со старшими детьми и взрослыми людьми еще не сформирована точность оценки зрительных стимулов, на что указывают работы М. И. Четверниной (2010). Именно совокупностью этих факторов можно объяснить выявленные затруднения при распознавании и выборе виртуальных ЗС.

Кроме сказанного, наибольшие затруднения дети испытывали при опознании стимулов, в которых информативный признак менял местоположение (S_e). Ориентировка в пространстве, одно из важнейших когнитивных свойств человеческой психики, формируется по мере освоения ребенком словесной системы отсчета

относительно себя: вперед-назад, вверх-вниз, направо-налево и созревания второй сигнальной системы. Формирование оценки ребенком пространства это длительный процесс, а пространственное расположение объектов переходит в план умственных действий только к 7–8 годам (Леушина 1974; Мусейибова 1970; Condruz-Bacescu 2019). Это еще одна причина затрудненности опознания информативных признаков, меняющих местоположение в стимуле. Косвенным подтверждением этому выводу является то, что у детей с нетяжелыми аутическими расстройствами инвариантное опознание места и формы при изменении местоположения оказываются нарушенными (Морозова, Новикова 2013; Черенкова, Соколов 2016).

Полученные результаты согласуются с мнением других специалистов, показавших снижение устойчивости произвольного внимания, снижение скорости сенсомоторных реакций и быстрой утомляемости ребенка при длительной работе с различными электронными устройствами (ОЭСР: компьютеры в школах не улучшают успеваемости 2015; Черенкова, Соколов 2016; Четвернина 2010; Шпитцер 2013; Condruz-Bacescu 2019).

Кроме сказанного, полученные факты, с одной стороны, могут иметь практическое значение при создании учебных программ, используемых для обучения математике, чтению и письму, а с другой, могут служить дифференциальным диагностическим тестом для выявления отклонений в задержке психического развития детей дошкольного возраста.

Учитывая, что считывание и опознание виртуальных ЗС, предъявленных на мониторе, осуществляется достоверно труднее относительно реальных ЗС, создание игровых и учебных электронных программ должно осуществляться с учетом физиолого-гигиенической оценки онтогенетических и психофизиологических особенностей детей дошкольного возраста. Обучение же ребенка следует проводить с учетом его *индивидуальных возрастных психофизиологических возможностей*, с учетом зрелости его ЦНС. В противном случае учеба превращается в «натаскивание», а использование электронных обучающих программ не способствует повышению успеваемости детей. Это подчеркивается в Заключении (ОЭСР: компьютеры в школах не улучшают успеваемости 2015) и Отчете ОЭСР — Организации экономического сотрудничества и развития (Отчет ОЭСР... 2015), и согласуется с данными, приведенными С. А. Васильковским (2020) в «Вестнике международных организаций».

Выводы

- 1) Обучение распознаванию и выбору виртуальных зрительных стимулов у старших дошкольников происходит с большими трудностями в сравнении с выявлением реальных зрительных стимулов;
- 2) При выборе виртуальных зрительных стимулов увеличивается время сенсомоторной реакции;
- 3) Наибольшие затруднения в распознавании и выборе зрительных стимулов оказались связанными с изменением места положения информативного признака, независимо от способа предъявления;
- 4) Достоверных половых различий выявлено не было.

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

Работа выполнялась в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с поправками 2013 г.

Ethics approval

The work was carried out in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association “Ethical Principles for Conducting Scientific Medical Research with Human Participation as a Subject” as amended in 2013.

Вклад авторов

Т. Г. Кузнецова: разработка концепции и дизайна исследования; анализ и интерпретация данных; написание рукописи; окончательное утверждение рукописи для публикации.

И. Ю. Голубева: проведение исследования; анализ и интерпретация полученных данных; подготовка рукописи для публикации.

Author contributions

T. G. Kuznetsova: development of the concept and design of the study; analysis and interpretation of data; writing a manuscript; final approval of the manuscript for publication.

I. Y. Golubeva: conducting research; analysis and interpretation of the data obtained; preparation of the manuscript for publication.

Благодарности

Авторы выражают благодарность коллективу 81-го детского сада в Санкт-Петербурге, Россия.

Acknowledgements

The authors would like to thank the staff of the 81st kindergarten located in Saint Petersburg, Russia.

Литература

- Бонгард, М. М. (1967) *Проблема узнавания*. М.: Наука, 321 с.
- Васильковский, С. А. (2020) На пути к цифре: обзор докладов ОЭСР, посвященных деятельности, развитию и влиянию онлайн-платформ. *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика*, т. 15, № 4, с. 196–203. <https://www.doi.org/10.17323/1996-7845-2020-04-10>
- Григорьев, Ю. Г. (2014) Принципиально новое электромагнитное загрязнение окружающей среды и отсутствие адекватной нормативной базы к оценке риска (анализ современных отечественных и зарубежных данных). *Гигиена и санитария*, т. 93, № 3, с. 11–16.
- Дудкин, К. Н. (1985) *Зрительное восприятие и память: информационные процессы и нейронные механизмы*. Л.: Наука, 208 с.
- Калинина, О. С., Шаталова, Е. В. (2017) Влияние компьютера на психическое и физическое здоровье детей. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*, т. 39, с. 3416–3420.
- Кузнецова, Т. Г., Голубева, И. Ю. (2014) Сравнительный анализ выбора по образцу у приматов. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика*, № 2, с. 108–118.
- Кучма, В. Р., Текшева, Л. М., Вятлева, О. А., Курганский, А. М. (2013) Физиолого-гигиеническая оценка восприятия информации с электронного устройства для чтения (ридера). *Гигиена и санитария*, т. 92, № 1, с. 22–26.
- Леушина, А. М. (1974) *Формирование элементарных математических представлений у детей дошкольного возраста*. М.: Просвещение, 368 с.
- Морозова, Л. В., Новикова, Ю. В. (2013) Особенности чтения текста с бумажных и электронных носителей. *Вестник Северного Арктического федерального университета. Серия: Естественные науки*, № 1, с. 81–88.
- Мусейибова, Т. А. (1970) Генезис отражения пространства и пространственных ориентаций у детей дошкольного возраста. *Дошкольное воспитание*, № 3, с. 36–40.
- Отчет ОЭСР: школьники, их навыки и информационные технологии. (2015) *Newtonew*, 13 октября. [Электронный ресурс]. URL: <https://newtonew.com/school/oecd-report-students-computers-learning> (дата обращения 13.07.2021).
- ОЭСР: компьютеры в школах не улучшают успеваемости. (2015) [Электронный ресурс]. *BBC News*, 15 сентября. URL: https://www.bbc.com/russian/society/2015/09/150915_computers_school_performance (дата обращения 30.05.2021).
- Семенова, Н. В., Денисов, А. П., Денисова, О. А. и др. (2016) Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровье детей и подростков. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, № 6-4, с. 701–705.
- Черенкова, Л. В., Соколов, Л. В. (2016) Особенности инвариантного опознания зрительных изображений у детей дошкольного возраста с типичным и атипичным развитием. *Физиология человека*, т. 42, № 3, с. 74–81. <http://dx.doi.org/10.7868/S0131164616010069>
- Четвернина, М. И. (2010) Особенности чтения электронных текстов. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика*, № 1, с. 172–176.
- Шпитцер, М. (2013) *Антимозг. Цифровые технологии и мозг*. М.: АСТ, 285 с.
- Akinbinu, T. R., Mashalla, Y. J. (2014) Impact of computer technology on health: Computer Vision Syndrome (CVS). *Medical Practice and Reviews*, vol. 5, no. 3, pp. 20–30.
- Andreassen, C. S., Billieux, J., Griffiths, M. D. et al. (2016) The relationship between addictive use of social media and video games and symptoms of psychiatric disorders: A large-scale cross-sectional study. *Psychology of Addictive Behaviors*, vol. 30, no. 2, p. 252. <http://dx.doi.org/10.1037/adb0000160>
- Bedford, R., Saez de Urabain, I. R., Cheung, C. H. et al. (2016) Toddlers' fine motor milestone achievement is associated with early touchscreen scrolling. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 1108. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01108>

- Cheung, C. H., Bedford, R., Saez de Urabain, I. R. et al. (2017) Daily touchscreen use in infants and toddlers is associated with reduced sleep and delayed sleep onset. *Scientific Reports*, vol. 7, article 46104. <https://doi.org/10.1038/srep46104>
- Condruz-Bacescu, M. (2019) The impact of digital technologies on learning. *Conference Proceedings of "eLearning and Software for Education"*, vol. 2, no. 15, pp. 57–63.
- Divan, H., Kheifets, L., Obel, C., Olsen, J. (2012) Cell phone use and behavioral problems in young children. *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 66, no. 6, pp. 524–529. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.2010.115402>
- Huber, B., Yeates, M., Meyer, D. et al. (2018) The effects of screen media content on young children's executive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 170, pp. 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.01.006>
- Javed, Y., Samara, K. (2019) Impact of tablet PCs on learning outcomes in a classroom environment. *International Journal of Learning Technology*, vol. 14, no. 1, pp. 59–77. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2019.100613>
- Jones, P. R., Landin, A., McLean, M. Z. et al. (2019) Efficient visual information sampling develops late in childhood. *Journal of Experimental Psychology General*, vol. 1148, no. 7, pp. 1138–1152. <https://doi.org/10.1037/xge0000629>
- Lauricella, A. R., Pempek, T. A., Barr, R., Calvert, S. L. (2010) Contingent computer interactions for young children's object retrieval success. *Journal of Applied Developmental Psychology*, vol. 31, no. 5, pp. 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2010.06.002>
- Lissak, G. (2018) Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, vol. 164, pp. 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015>
- Manganello, J. A., Taylor, C. A. (2009) Television exposure as a risk factor for aggressive behavior among 3-year-old children. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, vol. 163, no. 11, pp. 1037–1045. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.193>
- Tarasuik, J., Demaria, A., Kaufman, J. (2017) Transfer of problem solving skills from touchscreen to 3D model by 3- to 6-year-olds. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, article 1586. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01586>
- Volkow, N., Tomasi, D., Wang, G. et al. (2011) Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *Journal of the American Medical Association*, vol. 305, no. 8, pp. 808–813. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.186>
- Wang, F., Xie, H., Wang, Y. et al. (2016) Using touchscreen tablets to help young children learn to tell time. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 1800. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01800>
- Ward, A. F., Duke, K., Gneezy, A., Bos, M. W. (2017) Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, vol. 2, no. 2, pp. 140–154. <https://www.journals.uchicago.edu/toc/jacr/2017/2/2>
- Zimmermann, L., Moser, A., Lee, H. et al. (2017) The ghost in the touchscreen: Social scaffolds promote learning by toddlers. *Child Development*, vol. 88, no. 6, pp. 2013–2025. <https://doi.org/10.1111/cdev.12683>

References

- Akinbinu, T. R., Mashalla, Y. J. (2014) Impact of computer technology on health: Computer Vision Syndrome (CVS). *Medical Practice and Reviews*, vol. 5, no. 3, pp. 20–30. (In English)
- Andreassen, C. S., Billieux, J., Griffiths, M. D. et al. (2016) The relationship between addictive use of social media and video games and symptoms of psychiatric disorders: A large-scale cross-sectional study. *Psychology of Addictive Behaviors*, vol. 30, no. 2, p. 252. <http://dx.doi.org/10.1037/adb0000160> (In English)
- Bedford, R., Saez de Urabain, I. R., Cheung, C. H. et al. (2016) Toddlers' fine motor milestone achievement is associated with early touchscreen scrolling. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 1108. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01108> (In English)
- Bongard, M. M. (1967) *Problema uznvaniya [Pattern recognition]*. Moscow: Nauka Publ., 321 p. (In Russian)
- Cherenkova, L. V., Sokolov, L. V. (2016) Osobennosti invariantnogo opoznaniya zritel'nykh izobrazhenij u detej doskol'nogo vozrasta s tipichnym i atipichnym razvitiem [Features of the invariant recognition of visual images in preschool children with typical and atypical development]. *Fiziologiya cheloveka*, vol. 42, no. 3, pp. 74–81. <https://doi.org/10.7868/S0131164616010069> (In Russian)
- Chetvernina, M. I. (2010) Osobennosti chteniya elektronnykh tekstov [Features of reading of electronic texts]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika — Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Pedagogics*, no. 1, pp. 172–176. (In Russian)
- Cheung, C. H., Bedford, R., Saez de Urabain, I. R. et al. (2017) Daily touchscreen use in infants and toddlers is associated with reduced sleep and delayed sleep onset. *Scientific Reports*, vol. 7, article 46104. <https://doi.org/10.1038/srep46104> (In English)
- Condruz-Bacescu, M. (2019) The impact of digital technologies on learning. *Conference Proceedings of "eLearning and Software for Education"*, vol. 2, no. 15, pp. 57–63. (In English)
- Divan, H., Kheifets, L., Obel, C., Olsen, J. (2012) Cell phone use and behavioral problems in young children. *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 66, no. 6, pp. 524–529. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.2010.115402> (In English)

- Dudkin, K. N. (1985) *Zritel'noe vospriyatie i pamyat': informatsionnye protsessy i neyronnye mekhanizmy* [Visual perception and memory: Information processes and neural mechanisms]. Leningrad: Nauka Publ., 208 p. (In Russian)
- Grigorev, Yu. G. (2014) Printsipial'no novoe elektromagnitnoe zagryaznenie okruzhayushchej sredy i otsutstvie adekvatnoj normativnoj bazy — k otsenke riska (analiz sovremennykh otechestvennykh i zarubezhnykh dannykh) [Fundamentally new electromagnetic pollution and the lack of adequate regulatory framework — on the risk assessment (analysis of modern domestic and foreign data)]. *Gigiena i sanitariya — Hygiene and Sanitation*, vol. 93, no. 3, pp. 11–16. (In Russian)
- Huber, B., Yeates, M., Meyer, D. et al. (2018) The effects of screen media content on young children's executive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 170, pp. 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.01.006> (In English)
- Javed, Y., Samara, K. (2019) Impact of tablet PCs on learning outcomes in a classroom environment. *International Journal of Learning Technology*, vol. 14, no. 1, pp. 59–77. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2019.100613> (In English)
- Jones, P. R., Landin, A., McLean, M. Z. et al. (2019) Efficient visual information sampling develops late in childhood. *Journal of Experimental Psychology General*, vol. 1148, no. 7, pp. 1138–1152. <https://doi.org/10.1037/xge0000629> (In English)
- Kalinina, O. S., Shatalova, E. V. (2017) Vliyaniye komp'yutera na psikhicheskoe i fizicheskoe zdorov'e detej [Influence of the computer on the mental and physical health of children]. *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Kontsept" — Koncept. Scientific and Methodological Electronic Journal*, vol. 39, pp. 3416–3420. (In Russian)
- Kuchma, V. R., Teksheva, L. M., Vyatleva, O. A., Kurgansky, A. M. (2013) Fiziologo-gigienicheskaya otsenka vospriyatiya informatsii s elektronnoho ustrojstva dlya chteniya (ridera) [Physiological and hygienic assessment of perception of the information from electronic device for reading (reader)]. *Gigiena i sanitariya — Hygiene and Sanitation*, vol. 92, no. 1, pp. 22–26. (In Russian)
- Kuznetsova, T. G., Golubeva, I. Yu. (2014) Sravnitel'nyj analiz vybora po obraztsu u primatov [Comparative analysis of matching-to-sample results among primates]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12. Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika — Vestnik of Saint Petersburg State University. Series 12. Psychology. Sociology. Education*, no. 2, pp. 108–118. (In Russian)
- Lauricella, A. R., Pempek, T. A., Barr, R., Calvert, S. L. (2010) Contingent computer interactions for young children's object retrieval success. *Journal of Applied Developmental Psychology*, vol. 31, no. 5, pp. 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2010.06.002> (In English)
- Leushina, A. M. (1974) *Formirovanie elementarnykh matematicheskikh predstavlenij u detej doshkol'nogo vozrasta* [Formation of elementary mathematical concepts in preschool children]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 368 p. (In Russian)
- Lissak, G. (2018) Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, vol. 164, pp. 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015> (In English)
- Manganello, J. A., Taylor, C. A. (2009) Television exposure as a risk factor for aggressive behavior among 3-year-old children. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, vol. 163, no. 11, pp. 1037–1045. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.193> (In English)
- Morozova, L. V., Novikova, Yu. V. (2013) Osobennosti chteniya teksta s bumazhnykh i elektronnykh nositelej [Reading a text using paper and electronic media]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki — Arctic Environmental Research*, no. 1, pp. 81–88. (In Russian)
- Musejibova, T. A. (1970) Genezis otrazheniya prostranstva i prostranstvennykh orientatsij u detej doshkol'nogo vozrasta [Genesis of reflection of space and spatial orientations in preschool children]. *Doshkol'noe vospitanie*, no. 3, pp. 36–40. (In Russian)
- OESR: komp'yutery v shkolakh ne uluchshayut uspevaemosti [OECD: Computers in schools do not improve academic performance]. (2015) *BBC News*, 15 September. [Online]. Available at: https://www.bbc.com/russian/society/2015/09/150915_computers_school_performance (accessed 30.05.2021). (In Russian)
- Otchet OESR: shkol'niki, ikh navyki i informatsionnye tekhnologii [OECD Report: Students, their skills and information technology]. (2015) *Newtonew*, 13 October. [Online]. Available at: <https://newtonew.com/school/oecd-report-students-computers-learning> (accessed 13.07.2021). (In Russian)
- Semenova, N. V., Denisov, A. P., Denisova, O. A. et al. (2016) Vliyaniye elektromagnitnogo izlucheniya ot sotovykh telefonov na zdorov'e detej i podrostkov [Influence of electromagnetic radiation from cell phones on health of children and teenagers (review of literature)]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*, no. 6-4, pp. 701–705. (In Russian)
- Spitzer, M. (2013) *Antimozg. Tsifrovye tekhnologii i mozg* [Digital dementia: What we and our children are doing to our minds]. Moscow: AST Publ., 285 p. (In Russian)
- Tarasuik, J., Demaria, A., Kaufman, J. (2017) Transfer of problem solving skills from touchscreen to 3D model by 3- to 6-year-olds. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, article 1586. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01586> (In English)

- Vasilkovsky, S. A. (2020) Na puti k tsifre: obzor dokladov OESR, posvyaschennykh deyatel'nosti, razvitiyu i vliyaniyu onlajn-platform [Towards to digital: A review of OECD reports on the development and impact of online platforms]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsij: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika — International Organisations Research Journal*, vol. 15, no. 4, pp. 196–203. <https://www.doi.org/10.17323/1996-7845-2020-04-10> (In Russian)
- Volkow, N., Tomasi, D., Wang, G. et al. (2011) Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *Journal of the American Medical Association*, vol. 305, no. 8, pp. 808–813. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.186> (In English)
- Wang, F., Xie, H., Wang, Y. et al. (2016). Using touchscreen tablets to help young children learn to tell time. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 1800. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01800> (In English)
- Ward, A. F., Duke, K., Gneezy, A., Bos, M. W. (2017) Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, vol. 2, no. 2, pp. 140–154. <https://www.journals.uchicago.edu/toc/jacr/2017/2/2> (In English)
- Zimmermann, L., Moser, A., Lee, H. et al. (2017) The ghost in the touchscreen: Social scaffolds promote learning by toddlers. *Child Development*, vol. 88, no. 6, pp. 2013–2025. <https://doi.org/10.1111/cdev.12683> (In English)