



Кучма В.Р.^{1,2}, Лапонова Е.Д.¹, Платонов О.В.¹, Седова А.С.², Макарова А.Ю.¹,
Бирюкова Н.В.¹, Болдырева М.Г.², Тикашкина О.В.²

Физиолого-гигиеническая оценка использования в старшей школе технологий виртуальной реальности

¹ФГАОУ ВО «Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)», 119048, Москва, Россия;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Цифровая трансформация образования обуславливает внедрение в образовательный процесс перспективных технологий, к числу которых относятся и не имеющие в настоящее время гигиенической регламентации технологии виртуальной реальности (VR-технологии).

Цель исследования — физиолого-гигиеническая оценка использования электронных средств обучения, реализующих технологии виртуальной реальности, в рамках профильного образования обучающихся выпускных классов.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись 244 обучающихся 11-х классов. Было проведено анкетирование по вопросам использования различных электронных средств обучения (ЭСО). Для оценки влияния VR-технологий на функциональное состояние организма выполняли психофизиологические исследования РДО и КЧСМ, а также оценку умственной работоспособности обучающихся методом корректурных проб. Обследованы две группы школьников, проходящих обучение с применением VR: со временем непрерывного использования менее 30 мин и более 30 мин. Полученные результаты подвергались обработке с использованием методов описательной статистики.

Результаты. На занятиях 52,7% школьников используют ЭСО более двух часов в день, вне школы — 93,6%. Анализ жалоб позволил предположить развитие компьютерно-зрительного синдрома у 39,7% респондентов. Полученные результаты оценки функционального состояния нервной системы показали наличие изменений в процессах регуляции ЦНС у 42,7% школьников, занимающихся с использованием очков виртуальной реальности (VR-очков). Анализ показателей умственной работоспособности обучающихся выявил наличие изменений, характеризующих развитие высокой степени утомления, у 38,1% обучающихся.

Ограничения исследования. Ограничением исследования является его специфичность в отношении исследуемой образовательной организации, контингента обследуемых лиц, а также технических характеристик исследуемой модели VR-очков.

Заключение. Проведённое исследование показывает, что применение VR-очков в процессе обучения не вызывает функциональных нарушений со стороны ЦНС, зрительного анализатора и нервно-мышечного аппарата. Однако у некоторых школьников наблюдались изменения в процессах регуляции ЦНС и присутствовали маркёры высоких степеней утомления, что указывает на необходимость продолжения исследований.

Ключевые слова: состояние здоровья; обучающиеся; цифровая трансформация образования; VR-технологии

Соблюдение этических стандартов. Исследования проводились с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Было получено одобрение локального этического комитета ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (протокол № 23-22 от 17.11.2022 г.). От добровольцев было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Для цитирования: Кучма В.Р., Лапонова Е.Д., Платонов О.В., Седова А.С., Макарова А.Ю., Бирюкова Н.В., Болдырева М.Г., Тикашкина О.В. Физиолого-гигиеническая оценка использования в старшей школе технологий виртуальной реальности. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(5): 468–476. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-5-468-476> <https://elibrary.ru/ijqgvp>

Для корреспонденции: Платонов Олег Владимирович, ассистент каф. гигиены детей и подростков Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва. E-mail: platonov_o_v@staff.sechenov.ru

Участие авторов: Кучма В.Р. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Лапонова Е.Д. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Платонов О.В. — сбор материала и обработка данных, статистическая обработка, написание текста; Седова А.С. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Макарова А.Ю. — редактирование; Бирюкова Н.В. — сбор материала; Болдырева М.Г. — сбор материала и обработка данных, статистическая обработка; Тикашкина О.В. — сбор материала и обработка данных, статистическая обработка. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 15.03.2024 / Поступила после доработки: 05.04.2024 / Принята к печати: 09.04.2024 / Опубликовано: 17.06.2024

Vladislav R. Kuchma^{1,2}, Evgeniya D. Laponova¹, Oleg V. Platonov¹, Anna S. Sedova²,
Anna Yu. Makarova¹, Natalya V. Biryukova¹, Mariya G. Boldyreva², Olga V. Tikashkina²

Physiological and hygienic assessment of usage of virtual reality technologies in high school

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation;

²Institute for Complex Hygiene Problems of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Digital transformation of education leads to the introduction of promising digital technologies into the educational process, one of which is virtual reality (VR) technologies, which currently are not subject to hygienic regulations.

The purpose of the study is a physiological and hygienic assessment of the use of the electronic learning tools in the framework of specialized education in high school seniors.

Methods. The objects of the study were two hundred forty four 11th grade students. A survey was conducted on the use of various electronic learning tools (ELT). To assess the impact of VR technologies on the functional state of students there were conducted psychophysiological studies of response indicators to a moving object and of the critical frequency of merging flashes. Assessment of mental performance was realized with the method of proof-reading tests. Two groups of schoolchildren undergoing VR training were examined: with a continuous use time of less than 30 minutes and more than 30 minutes. The obtained results were statistically processed using descriptive statistics methods.

Results. 52.7% of schoolchildren use ELT for more than 2 hours a day in the classroom, 93.6% – outside school. The analysis of complaints suggested the development of computer vision syndrome in 39.7% of respondents. The obtained results of the assessment of the functional state of the central nervous system (CNS) showed the presence of changes in the processes of regulation of the CNS in 42.7% of schoolchildren engaged in using VR glasses. The analysis of the students' mental performance indicators showed the presence of changes characterizing the development of high degrees of fatigue in 38.1% of students.

Limitations. The limitation of the study is its specificity in relation to the educational institution under study, the contingent of the examined persons, as well as the technical characteristics of the VR glasses model under study.

Conclusion. The conducted research shows the use of VR glasses in the learning process to cause no functional disorders on the part of the CNS, visual analyzer, and neuromuscular apparatus. However, the presence of schoolchildren who have observed changes in the processes of regulation of the CNS, as well as changes characterizing the development of high degrees of fatigue, predetermine the need to continue research.

Keywords: health status; students; digital transformation of education; VR technologies

Compliance with ethical standards. The study was conducted in compliance with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association. The design of the study was approved by the Local independent ethical committee of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Protocol No. 23-22 of 11/17/2022). Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study.

For citation: Kuchma V.R., Laponova E.D., Sedova A.S., Platonov O.V., Makarova A.Yu., Biryukova N.V., Boldyreva M.G., Tikashkina O.V. Physiological and hygienic evaluation of usage of virtual reality technologies in high school. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2024; 103(5): 468–476. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-5-468-467> <https://elibrary.ru/ijqrvp> (In Russ.)

For correspondence: Oleg V. Platonov, assistant lecturer of department of hygiene for children and adolescents (school hygiene) of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation. E-mail: platonov_o_v@staff.sechenov.ru

Contribution: Kuchma V.R. – the concept and design of the study, editing; Laponova E.D. – the concept and design of the study, editing; Platonov O.V. – collection and processing of material, statistical processing, writing text; Sedova A.S. – the concept and design of the study, editing; Makarova A.Yu. – editing; Biryukova N.V. – collection and processing of material; Boldyreva M.G. – collection and processing of material, statistical processing; Tikashkina O.V. – collection and processing of material, statistical processing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: March 15, 2024 / Revised: April 5, 2024 / Accepted: April 9, 2024 / Published: June 17, 2024

Введение

В рамках Федерального проекта «Цифровая образовательная среда», направленного на повышение качества современного образования в Российской Федерации, обеспечивается реализация полномасштабной цифровой трансформации системы образования. Она предполагает системное изменение всех аспектов школьной деятельности, таких как содержание обучения, инструменты, методы и формы учебно-воспитательной работы, в сторону поэтапного внедрения цифровой образовательной среды (ЦОС) для всех уровней образования на территории нашей страны. Ключевыми задачами цифровой трансформации образования являются оснащение образовательных организаций компьютерным и мультимедийным оборудованием и доступом к высокоскоростному Интернету, разработка специального электронного образовательного контента, внедрение перспективных цифровых образовательных технологий, в том числе технологии виртуальной реальности (англ. virtual reality – VR), а также обеспечение безопасности цифровой

образовательной среды. Поскольку ЦОС оказывает существенное влияние на формирование здоровья школьников и является одним из ведущих факторов риска для здоровья обучающихся, специалисты в области медико-профилактического дела придают особое значение развитию и использованию новейших технологий в процессе обучения [1–6].

Виртуальная реальность вызывает интерес у многих исследователей, рассматривающих VR с самых разнообразных сторон, в том числе и с точки зрения интеграции этих технологий в структуру образования [7–13]. Авторы отмечают, что технологии виртуальной реальности при условии их грамотного внедрения в учебный процесс могут способствовать реализации принципа наглядности в обучении, повысить мотивацию обучающихся и разнообразить занятия путём моделирования различных ситуаций [7, 8]. Также исследователи обращают внимание на потенциальные проблемы при реализации данных технологий, связанные с трудностями при составлении учебного плана и организации занятий, отсутствием подходящего аппаратного и программного обеспечения [9], гиперинформатизацией обучающихся, а также

с неприятием данных технологий некоторыми представителями профессорско-преподавательского состава [10]. Итогом многих работ является лишь теоретическая оценка возможности внедрения данных электронных средств в процесс обучения и обсуждение их преимуществ и недостатков как инновационных элементов образовательной деятельности.

Проведённые исследования показали, что виртуальная среда потенциально может являться идеальной для обучения и моделирования разнообразных жизненных ситуаций. Отмечалось, что студенты, проходящие обучение с использованием VR-очков, показывали лучшие результаты по сравнению с теми, кто занимался с использованием традиционных средств. Аналогичные наблюдения были сделаны при обучении изобразительному искусству, анатомии, а также при использовании VR-очков для физической подготовки. Опросы показывали у студентов более высокий уровень мотивации к обучению с использованием VR [14–28]. В ходе некоторых исследований учащиеся проходили опрос о влиянии технологий виртуальной реальности на здоровье [23, 24]. Среди побочных эффектов после работы студенты отмечали головную боль, головокружение и сухость в глазах.

Отличительной особенностью виртуальной реальности является её способность к погружению человека в полностью смоделированную среду. Это обуславливает специфическое воздействие на ЦНС пользователя, заключающееся в необходимости быстрой адаптации механизмов восприятия действительности к новой визуальной среде. VR-очки могут обладать потенциальной опасностью для здоровья человека при долгосрочном использовании за счёт высокой зрительной нагрузки, которая может способствовать развитию утомления и появлению неприятных или болезненных ощущений в глазах. Высокий уровень зрительной нагрузки вызван тем, что дисплей, создающий зрительный эффект присутствия в виртуальной реальности, постоянно находится на малом расстоянии от зрительного анализатора. Эта особенность обуславливает невозможность соблюдения оптимальной зрительной дистанции и может способствовать развитию компьютерного зрительного синдрома (КЗС) [29]. На территории Российской Федерации существует около 140 детских технопарков «Кванториум», 69 из них реализуют обучение по направлению «Виртуальная и дополненная реальность» согласно программе для детей старшего школьного возраста [30]. В соответствии с целевыми показателями, определёнными Национальным проектом «Образование», к 2024 г. в каждом городе с населением более 60 тыс. человек будет функционировать минимум один детский технопарк.

Согласно ст. 28 п. 2 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1990 г. № 52-ФЗ, программы, методики и режимы воспитания и обучения допускаются к применению при наличии санитарно-эпидемиологических заключений, а использование технических, аудиовизуальных и иных средств воспитания и обучения должно осуществляться при условии их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям. Тем не менее влияние VR-устройств и технологий на функциональное состояние организма (ФСО) детей и подростков в процессе учебной и внеучебной деятельности изучено недостаточно и в научной литературе практически не рассматривается. При этом технологии виртуальной реальности уже применяются для обучения детей и подростков в общеобразовательных организациях и в системе дополнительного образования. Это обуславливает актуальность проведения гигиенической оценки использования VR-устройств в учебном процессе.

Цель исследования – физиолого-гигиеническая оценка использования новых электронных средств обучения (VR-очков) в профильном образовании обучающихся выпускных классов.

В рамках исследования решались следующие задачи:

- изучение функционального состояния центральной нервной системы и степени зрительного утомления обучающихся до и после работы с VR-устройствами;

- изучение показателей умственной работоспособности обучающихся в начале и конце занятий с применением VR-устройств;
- оценка использования школьниками различных электронных средств обучения (ЭСО).

Материалы и методы

Сбор материала и наблюдение проводились в течение 2022/2023 учебного года на базе предвуниверсария медицинского вуза. В исследовании принимали участие учащиеся 11-х классов ($n = 244$, юноши и девушки, группы здоровья I, II и III при условии отсутствия нарушений и болезней центральной нервной системы, зрительного анализатора и нервно-мышечного аппарата). Исследования проводились с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». От всех участников исследования были получены добровольные информированные согласия. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), протокол № 23–22 от 17.11.2022 г. Был произведён расчёт размера выборки. Согласно методу К.А. Отдельновой, минимальный размер выборки для исследований средней точности с уровнем значимости $p = 0,05$ составляет 100 человек.

Данные о применении ЭСО были получены с использованием анкеты, включающей вопросы международного опросника Health Behavior in School-Aged Children (HBSC), дополненной и модифицированной НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, включающей в себя 19 вопросов о частоте работы с ЭСО на занятиях и в домашних условиях, а также 12 вопросов, касающихся неприятных или болезненных ощущений после работы с ЭСО. По результатам ответов формировалась оценка потенциального риска развития компьютерно-зрительного синдрома. В онлайн-анкетировании приняли участие 78 обучающихся Ресурсного центра «Медицинский Сеченовский Предвуниверсарий» в возрасте от 15 до 17 лет.

Для гигиенической оценки влияния VR-очков на функциональное состояние организма обучающихся было проведено исследование, объектом которого являлись 96 обучающихся (74 девушки и 22 юноши) в возрасте от 15 до 17 лет. Во время занятий обучающиеся пользовались VR-очками Oculus Quest 2, соответствующими требованиям ТР ЕАЭС 037/2016 «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники», ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Согласно руководству пользователя, для данной модели VR-очков рекомендуемым временем непрерывного использования является 30 мин, что послужило основным критерием для разделения обучающихся на две подгруппы: группа 1 – до 30 мин непрерывного использования ($n = 64$, 39 девушек и 15 юношей); группа 2 – более 30 минут ($n = 32$, 25 девушек и 7 юношей).

Оценка степени влияния используемых VR-устройств на функциональное состояние центральной нервной системы обучающихся была проведена с помощью исследования реакции на движущийся объект (РДО). Оценка зрительного утомления проводилась методом измерения критической частоты слияния мельканий (КЧСМ). Обе методики были проведены с использованием аппаратно-программного комплекса «НС-ПсихоТест».

Изучение умственной работоспособности обучающихся выполняли методом корректурных проб. Он позволяет получать информацию о состоянии умственной работоспособности обучающихся, скорости и точности выполненной работы, что характеризует функциональное состояние ЦНС и организма в целом. Изучение умственной работоспособности обучающихся проводили в двух группах: контрольной ($n = 70$,

Таблица 1 / Table 1

Оценка использования ЭСО обучающимися разных групп
Assessment of students' use of various groups of electronic learning tools

Показатель / Indicator	Ответ / Response	Абс. / Abs.	%	95% CI
Использование различных ЭСО на занятиях Using various electronic learning tools (ELT) in classes	Интерактивные доски / Interactive boards	56	71.8	61.0–80.6
	Планшетные компьютеры / Tablet PC	34	43.6	33.1–54.6
	Смартфон / Smartphone	61	78.2	67.8–85.9
Использование различных ЭСО вне школы Using various ELT's outside of school	Компьютер / PC	24	30.8	21.6–41.7
	Ноутбук / Notebook	48	61.5	50.4–71.6
	Планшетные компьютеры / Tablet PC	39	50	39.2–60.1
	Смартфон / Smartphone	77	98.7	93.1–99.8
	Не используют / No use	0	0	0–0
Время использования ЭСО на занятиях The time of using ELT in the classroom	Менее двух часов в день / Less than 2 hours a day	35	47.3	36.6–58.2
	Более двух часов в день / More than 2 hours a day	39	52.7	41.8–63.4
Время использования ЭСО вне школы в учебные дни ELT's usage time outside school on weekdays	Менее двух часов в день / Less than 2 hours a day	5	6.4	2.8–14.1
	Более двух часов в день / More than 2 hours a day	73	93.6	85.9–97.2
Время использования ЭСО вне школы в выходные дни ELT's usage time outside of school on weekends	Менее двух часов в день / Less than 2 hours a day	12	15.4	9.0–25.0
	Более двух часов в день / More than 2 hours a day	66	84.6	75.0–91.0
Использование смартфона в транспорте Usage of smartphone in transport	Да / Yes	71	91.0	82.6–95.6
	Нет / No	7	9.0	4.4–17.4
Наличие жалоб при работе с ЭСО за последние 12 мес The presence of complaints when working with ELT in the last 12 months	Головные боли / Headaches	24	30.8	21.6–41.7
	Боли при движении глазных яблок Pain when moving the eyeballs	17	21.8	14.1–32.2
	Боли в области лба и глазниц Pain in the forehead and eye sockets	13	16.7	10.0–26.5
	Боли в области шеи и (или) спины Neck and/or back pain	25	32.0	22.8–43.0
	Усталость глаз / Eyes fatigue	44	56.4	45.4–66.9
	Покраснение глаз / Redness of the eyes	8	10.3	5.3–19.0
	Чувство жжения в глазах / Burning sensation in the eyes	17	21.8	14.1–32.2
	Ощущение песка в глазах The feeling of "sand" in eyes	6	7.7	3.6–15.8
	Двоение в глазах / Diplopia	6	7.7	3.6–15.8
	Появление быстрой утомляемости при чтении и письме The appearance of rapid fatigue when reading and writing	12	15.4	9.0–25.0
	Головокружение / Dizziness	3	3.9	1.3–10.7
	Отсутствие жалоб / Absence of complaints	24	30.8	21.6–41.7

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4, 6: 95% CI – 95%-й доверительный интервал.

Note. Here and in Tables 3, 4, 6: 95% CI is the 95% confidence interval.

64 девушки и 6 юношей в возрасте от 15 до 17 лет) и основной ($n = 128$, 102 девушки и 26 юношей в возрасте от 15 до 17 лет). В состав контрольной группы входили школьники, которые проходили обучение без использования VR-технологий. Получен интегральный показатель работоспособности: отношение работ, выполненных на уровне «хорошо» и «отлично», к работам, выполненным на уровне «неудовлетворительно» и «плохо». Оценка работ проводилась на основании данных о скорости и точности выполнения задания.

Занятия с применением VR-технологий проходили во втором полугодии (с февраля по апрель) на уроках анатомии один раз в неделю. В зависимости от расписания занятия могло проходить в любой день недели первым, вторым, третьим или четвертым уроком. Обучающиеся могли по своему желанию выбрать один из 28 комплектов VR-очков, запустить приложение, содержащее учебный материал (модель скелета человека и справочную информацию), и изучать

тему с его помощью. Работа проходила в свободном режиме, в позе стоя или сидя, обучающийся имел возможность делать перерывы в удобное для себя время, а также закончить работу с VR-очками по своему желанию. Среднее непрерывное время взаимодействия с VR-устройствами равнялось 20,4 мин (min – 2 мин, max – 38 мин). Школьники делали от 0 до 6 перерывов в работе (среднее значение – 1,4). Занятия проводились в технопарке – специальном помещении площадью 140 м², оборудованном персональными компьютерами, к которым по беспроводной сети подключаются VR-очки, настенными экранами для проецирования изображения, а также учебной мебелью (столы, стулья) в достаточном количестве. Длительность занятия равнялась 1,5 ч. Одновременно другая группа обучающихся в тех же условиях изучала данный материал с использованием традиционных методов.

Использовали метод парных сравнений с определением среднего значения, ошибки и установлением значимости

Таблица 2 / Table 2

Динамика показателей РДО у обучающихся до и после работы с VR-очками

Dynamics of reaction indicators to a moving object among students before and after working with VR glasses

Показатель Parameter	Основная группа Main group n = 96		Группа 1 Group 1 n = 64		Группа 2 Group 2 n = 32	
	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃
Число точных реакций (до) / The number of accurate responses (before)	14.50	11.00–17.00	15.00	11.75–17.00	14.00	10.75–16.25
Число точных реакций (после) / The number of accurate responses (after)	17.00	13.00–19.00	17.00	13.75–19.25	15.50	12.75–19.00
Число опережений (до) / The number of advances (before)	7.00	3.75–10.00	7.00	3.75–10.00	8.50	3.75–10.25
Число опережений (после) / The number of advances (after)	6.00	4.00–8.00	5.00	4.00–7.00	6.00	4.00–9.25
Число запаздываний (до) / The number of delays (before)	7.00	4.00–10.00	8.00	5.00–10.00	6.00	4.00–9.00
Число запаздываний (после) / The number of delays (after)	6.50	4.00–9.25	6.00	4.00–9.00	7.00	4.00–10.00
Среднее время реакции (до), мс / Average response time (before), ms	55.00	42.00–70.00	52.00	41.50–65.50	58.00	43.50–70.00
Среднее время реакции (после), мс / Average reaction time (after), ms	46.00	38.00–56.00	44.0	37.00–52.75	48.50	42.00–61.00

полученных физиологических сдвигов. Сравнение выполняли как по отношению к начальному уровню работоспособности обучающегося, так и между различными группами школьников. Исследования и опрос для определения субъективной оценки самочувствия проводили в начале и конце занятий.

Были сформированы компьютерные базы данных результатов исследований, статистическую обработку проводили с использованием Microsoft Excel 2010 и программы StatTech v.4.1.2. Количественные показатели оценивали по соответствию нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка (при числе обследуемых менее 50) или критерия Колмогорова – Смирнова (при числе обследуемых более 50). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывали с помощью средних арифметических величин (*M*) и стандартных отклонений (*SD*), границ 95%-го доверительного интервала (95% ДИ). Расчёт доверительных интервалов производился по методу Клоппера – Пирсона. При отсутствии нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (*Me*) и нижнего и верхнего квартилей (*Q₁–Q₃*).

Результаты

Онлайн-анкетирование показало следующие результаты (табл. 1): наиболее часто школьники на занятиях используют смартфон, затем – интерактивные доски и планшетные

компьютеры. При этом 52,7% учащихся используют ЭСО на занятиях более двух часов в день. Вне школы используют смартфон 98,7% респондентов (91% – в транспорте), 61,5% – ноутбуки, 50% – планшетные компьютеры и 30,8% – персональные компьютеры. Опрос показал, что все обучающиеся ежедневно используют какой-либо ЭСО. В учебные дни вне занятий 93,6% обучающихся используют ЭСО более двух часов в день. Какие-либо негативные изменения в состоянии здоровья при работе с ЭСО отмечали 69,2% респондентов. Наиболее частыми жалобами были усталость глаз (56,4%), боли в области шеи и (или) спины (32,1%) и головные боли (30,8%). Анализ жалоб позволил предположить развитие КЗС у 39,7% респондентов.

Исследование РДО показало тенденцию к увеличению количества точных реакций, снижение количества ошибок и среднего времени реакции во всех группах вне зависимости от превышения или соблюдения рекомендуемого времени работы с VR (табл. 2).

Повышение показателя устойчивости реакции отмечалось у 50% обучающихся, снижение – у 15,6%, остальные обследуемые не продемонстрировали динамики данного показателя. Изменения в процессах регуляции центральной нервной системы в течение занятия были отмечены у 42,7% обучающихся (табл. 3). При времени работы менее 30 мин у 51,7% детей было выражено торможение, а превышение рекомендованного времени использования VR-очков вызвало подобные изменения у 83,3% (табл. 4).

Таблица 3 / Table 3

Динамика показателей сбалансированности процессов ЦНС в ходе занятия с использованием VR-очков

Dynamics of indicators of the balance of the processes of the central nervous system during the lesson using VR glasses

Показатель Parameter	Основная группа / Main group n = 96			Группа 1 / Group 1 n = 64			Группа 2 / Group 2 n = 32		
	абс. / abs.	%	95% CI	абс. / abs.	%	95% CI	абс. / abs.	%	95% CI
Увеличение устойчивости реакции Increase in response stability	48	50.0	39.6–60.4	33	51.6	38.7–64.2	15	46.9	29.1–65.3
Уменьшение устойчивости реакции Decrease in response stability	15	15.6	9.0–24.5	10	15.6	7.8–26.9	5	15.6	5.3–32.8
Отсутствие изменений устойчивости реакции No changes in the stability of the response	33	34.4	25.0–44.8	21	32.8	21.6–45.7	12	37.5	21.1–56.3
Отсутствие изменений в процессах регуляции центральной нервной системы Absence of changes in the processes of regulation of the central nervous system	55	57.3	46.8–67.3	35	54.7	41.7–67.2	20	62.5	43.7–78.9
Наличие изменений в процессах регуляции центральной нервной системы The presence of changes in the processes of regulation of the central nervous system	41	42.7	32.7–53.2	29	45.3	32.8–58.3	12	37.5	21.1–56.3

Таблица 4 / Table 4

Направленность изменений в процессах регуляции ЦНС в ходе занятия с использованием VR-очков
The direction of changes in the processes of regulation of the central nervous system during the classes using VR glasses

Показатель Indicator	Основная группа / Main group n = 41			Группа 1 / Group 1 n = 29			Группа 2 / Group 2 n = 12		
	абс. / abs.	%	95% CI	абс. / abs.	%	95% CI	абс. / abs.	%	95% CI
Направленность изменений в процессах регуляции ЦНС в сторону возбуждения The direction of changes in the processes of regulation of the central nervous system towards excitement	16	39.0	24.2–55.5	14	48.3	29.4–67.5	2	16.7	2.1–48.4
Направленность изменений в процессах регуляции ЦНС в сторону торможения The direction of changes in the processes of regulation of the central nervous system towards retardation	25	61.0	44.5–75.8	15	51.7	32.5–70.6	10	83.3	51.6–97.9

Таблица 5 / Table 5

Динамика показателей КЧСМ у обучающихся до и после работы с VR-очками
Trend in indicators of the critical frequency of merging flashes among students before and after working with VR glasses

Показатель Indicator	Основная группа Main group n = 96		Группа 1 Group 1 n = 64		Группа 2 Group 2 n = 32	
	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3
Средняя частота (до), Гц / Average frequency (before), Hz	34	30–36	34	30–37	32	29–35
Средняя частота (после), Гц / Average frequency (after), Hz	34	31–36	34	32–36	33	31–36
Частота при возрастании (до), Гц / Increasing frequency (before), Hz	33	28–36	33	30–36	31	24–34
Частота при возрастании (после), Гц / Increasing frequency (after), Hz	32	29–34	33	30–35	31	28–34
Частота при убывании (до), Гц / Decreasing frequency (before), Hz	35	30–38	36	31–38	34	27–38
Частота при убывании (после), Гц / Decreasing frequency (after), Hz	35	31–38	35	32–37	37	32–41

Измерения критической частоты слияния мельканий показали отсутствие статистически значимых изменений средней частоты реакции за время проведения занятия во всех обследуемых группах (табл. 5).

После использования VR-очков 45,8% обучающихся отметили неблагоприятные изменения самочувствия. Наиболее частой жалобой было ощущение усталости и боли в глазах (табл. 6).

Анализ основных показателей умственной работоспособности в динамике занятия (табл. 7) показал стабильность функционирования центральной нервной систе-

мы обучающихся. В контрольной группе отмечен более высокий интегральный показатель работоспособности (ИПР) – 1,58 усл. ед., а изменения, свидетельствующие о развитии высоких степеней утомления, были обнаружены менее чем у трети респондентов (28,6%). В основной группе ИПР составил 0,91 усл. ед., а распространённость изменений, свидетельствующих о высокой степени учебного утомления, составила 38,1%, что превышало показатель контрольной группы на 9,5%. В первой обследуемой группе аналогичный показатель составлял 36,8%, во второй – 40%.

Таблица 6 / Table 6

Распространённость неблагоприятных изменений самочувствия школьников после обучения с применением VR-очков
The prevalence of adverse changes in the well-being of schoolchildren after learning with the use of VR glasses

Жалобы / Complaints	Абс. / Abs.	%	95% CI
Общее утомление / General fatigue	5	11.4	3.8–24.6
Головная боль / Headache	10	22.7	11.5–37.8
Тяжесть в голове / Heaviness in the head	7	15.9	6.6–30.1
Головокружение / Dizziness	7	15.9	6.6–30.1
Боли в области глаз / Pain in the eyes area	22	50.0	34.6–65.4
Напряжение глаз / Eyes strain	2	4.5	0.6–15.5
Усталость глаз / Eyes fatigue	22	50.0	34.6–65.4
Покраснение глаз / Redness of the eyes	7	15.9	6.6–30.1
Чувство жжения в глазах / Burning sensation in the eyes	5	11.4	3.8–24.6
Отсутствие неблагоприятных изменений самочувствия No adverse changes in health	52	54.2	43.7–64.4

Таблица 7 / Table 7

Динамика основных показателей умственной работоспособности обучающихся в зависимости от времени использования VR-очков
The trend in main indicators of mental performance among students depending on the time of use of VR glasses

Показатель Indicator	Контрольная группа Control group	Основная группа Main group	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2
Число детей / Number of children	70	128	78	50
Интегральный показатель работоспособности (ИПР, усл. ед.) Integral indicator of performance (IPI, c.u.)	1.58	0.91	0.89	0.94
Доля детей с изменениями, характеризующими развитие явного и выраженного утомления, % The proportion of children with changes characterizing the development of obvious and pronounced fatigue, %	28.6 ± 7.6	38.1 ± 6.1	36.8 ± 7.8	40.0 ± 9.8

Обсуждение

Результаты проведённого исследования показали высокую распространённость использования школьниками ЭСО как в учебном процессе, так и вне его. Используют ЭСО более двух часов в день 93,6% респондентов, что может являться одним из факторов развития функциональных отклонений и патологических состояний. Предъявляемые жалобы указывают на возможность развития компьютерно-зрительного синдрома у 39,7% респондентов, что превышает аналогичный показатель (30,7%) в период самоизоляции и дистанционного обучения, характерной чертой которого был повышенный уровень использования ЭСО [31].

Полученные результаты оценки функционального состояния организма обучающихся позволяют отметить у большинства школьников стабильность функционирования центральной нервной системы, зрительного анализатора и нервно-мышечного аппарата при использовании в образовательном процессе VR-очков. Наличие изменений процессов регуляции ЦНС отмечено у 42,7% обследуемых, однако направленность этих изменений в сторону торможения у 51,7% обучающихся, а также увеличение этого значения до 83,3% при превышении времени рекомендуемого времени работы свидетельствуют о потенциальном риске негативного влияния используемых VR-устройств на функциональное состояние организма школьников. Оценка динамики показателей умственной работоспособности показала, что изменения, характеризующие развитие явного и выраженного утомления, в большей степени развивались в группе обучающихся, которые использовали VR-очки

в учебном процессе. Снижение ИПР в основной группе по сравнению с контрольной также может свидетельствовать о более активном развитии утомления при работе с VR-очками.

Ограничения исследования. Настоящее исследование было проведено в одной образовательной организации и объектом стали исключительно ученики 11-х классов, изучавшие анатомию; в учебном процессе использовались только очки модели Oculus Quest 2 с определёнными техническими характеристиками.

Заключение

В ходе исследования установлено, что школьники активно используют разнообразные электронные средства обучения, в том числе те, применение которых в учебном процессе не регламентируется ввиду отсутствия данных о воздействии на функциональное состояние организма и здоровье (VR-очки). Применение VR-очков в процессе обучения в соответствии с технической инструкцией не вызывает функциональных нарушений со стороны ЦНС, зрительного анализатора и нервно-мышечного аппарата. Однако изменения в процессах регуляции ЦНС у 42,7% школьников, а также развитие высоких степеней утомления (38,1%) говорят о том, что использование VR-очков может нести определённые риски для здоровья обучающихся. Необходимо продолжать исследования, направленные на физиолого-гигиеническую оценку использования VR-очков в образовательном процессе при изучении других учебных дисциплин, с различной нагрузкой и продолжительностью использования.

Литература

(п.п. 14–28 см. References)

- Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Шишарина Н.В., Подлинцев О.Л. Гигиеническая оценка инновационных образовательных технологий в начальной школе. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(3): 288–93. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-288-293> <https://elibrary.ru/clijhv>
- Степанова М.И., Березина Н.О., Лашнева И.П., Шумкова Т.В. Гигиеническая оценка инновационной педагогической системы начального обучения. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНисО*. 2018; (8): 44–6. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-305-8-44-46> <https://elibrary.ru/xxhlch>
- Кучма В.Р. Гигиеническая безопасность гиперинформатизации жизнедеятельности детей. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1059–63. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063> <https://elibrary.ru/yobwvs>
- Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Степанова М.И., Храмов П.И., Александрова И.Э., Соколова С.Б. Научные основы и технологии обеспечения гигиенической безопасности детей в «цифровой школе». *Гигиена и санитария*. 2019; 98(12): 1385–91. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1385-1391> <https://elibrary.ru/spgzfl>
- Александрова И.Э. Гигиенические принципы и технология обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой образовательной среде. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (3): 23–33. <https://elibrary.ru/zbuubf>
- Кучма В.Р., Саньков С.В., Барсукова Н.К. Гигиеническая оценка шрифтового оформления электронных текстов, предъявляемых на ноутбуке. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(12): 1402–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1402-1407> <https://elibrary.ru/ttkuim>
- Нуртдинова Л.Р. Образовательная среда виртуальной реальности как средство развития коммуникативной компетенции студентов при обучении иностранному языку. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2017; (1): 57–65. <https://elibrary.ru/yorlhv>
- Лабзина П.Г., Гуреев М.В., Жабин М.Е., Новалов Е.И. Принципы обучения профессионально ориентированному иностранному языку в виртуальной реальности. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2017; (4): 79–89. <https://elibrary.ru/ynejej>
- Нуртдинова Л.Р., Гуреев М.В., Крутская С.В. Принципы проектирования виртуальных сред в образовательном пространстве и психологические особенности их восприятия обучающимися. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2018; (1): 123–30. <https://elibrary.ru/lazodb>
- Васичкина О.Н. Виртуальная реальность в преподавании: проблемы и их решение. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; (4–3): 43–5. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.039> <https://elibrary.ru/xrnhiq>

Original article

11. Иоселиани А.Д. Виртуальная реальность и инновационная среда образования. *Манускрипт*. 2021; 14(1): 122–5. <https://doi.org/10.30853/mns200608> <https://elibrary.ru/nrpufo>
12. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании. *Наука и школа*. 2018; (4): 108–17. <https://elibrary.ru/vadpba>
13. Бажуров А.Е., Петрова О.А. Виртуальная реальность в образовании. В кн.: *Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. Том 3*. Красноярск; 2019: 633–5. <https://elibrary.ru/tviikt>
29. Захарова М.А., Оганезова Ж.Г. Современные подходы к терапии компьютерного зрительного синдрома. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2018; 18(1): 50–4. <https://elibrary.ru/ntjxov>
30. Открытый набор данных «Перечень детских технопарков» Минпросвещения России. Доступно: <https://opendata.edu.gov.ru/opendata/7710539135-DT>
31. Кучма В.Р., Седова А.С., Соколова С.Б., Рапопорт И.К., Степанова М.И., Лапонова Е.Д. и др. Пандемия COVID-19 в России: медико-социальные проблемы цифровой образовательной среды. *Национальное здравоохранение*. 2021; 2(1): 21–31. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2021.2.1.21-31> <https://elibrary.ru/jjshvo>

References

1. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Shisharina N.V., Podlityaev O.L. Hygienic evaluation of innovative educational technologies in primary school. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(3): 288–93. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-288-293> <https://elibrary.ru/clijhv> (in Russian)
2. Stepanova M.I., Berezina N.O., Lashneva I.P., Shumkova T.V. Hygienic assessment of innovative pedagogical system of the primary education. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2018; (8): 44–6. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-305-8-44-46> <https://elibrary.ru/xhhlch> (in Russian)
3. Kuchma V.R. The minimization of the impact of information and communication technologies on the health and well-being of children. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1059–63. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063> <https://elibrary.ru/yobwvs> (in Russian)
4. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Stepanova M.I., Khramtsov P.I., Aleksandrova I.E., Sokolova S.B. Scientific bases and technologies of security hygienic safety of children in the “digital school”. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(12): 1385–91. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1385-1391> <https://elibrary.ru/spgzfl> (in Russian)
5. Aleksandrova I.E. Hygienic principles and technology to ensure safety for health of pupils conditions of training in a digital educational environment. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (3): 23–33. <https://elibrary.ru/zbuubf> (in Russian)
6. Kuchma V.R., San'kov S.V., Barsukova N.K. Hygienic evaluation of the font design of electronic texts presented on a laptop. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(12): 1402–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1402-1407> <https://elibrary.ru/tkkuim> (in Russian)
7. Nurtidinova L.R. Educational environment of virtual reality as a means of developing the communicative competence in teaching a foreign language. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskie nauki*. 2017; (1): 57–65. <https://elibrary.ru/yorlhv> (in Russian)
8. Labzina P.G., Gureev M.V., Zhabin M.E., Novalov E.I. Principles of teaching professionally-oriented foreign language in virtual reality. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskie nauki*. 2017; (4): 79–89. <https://elibrary.ru/yejej> (in Russian)
9. Nurtidinova L.R., Gureev M.V., Krutskaya S.V. Principles of designing virtual environments in the educational system and psychological features of their perception by students. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskie nauki*. 2018; (1): 123–30. <https://elibrary.ru/lazodb> (in Russian)
10. Vazhchikina O.N. Virtual reality in education: problems and solutions. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2022; (4-3): 43–5. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.039> <https://elibrary.ru/xrnhq> (in Russian)
11. Ioseliani A.D. Virtual reality and innovative educational environment. *Manuskript*. 2021; 14(1): 122–5. <https://doi.org/10.30853/mns200608> <https://elibrary.ru/nrpufo> (in Russian)
12. Uvarov A.Yu. Virtual reality technologies in education. *Nauka i shkola*. 2018; (4): 108–17. <https://elibrary.ru/vadpba> (in Russian)
13. Bayurov A.E., Petrova O.A. Virtual reality in education. In: *Current Problems of Aviation and Cosmonautics. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Day of Cosmonautics. Volume 3 [Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavtiki. Sbornik materialov V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi Dnyu kosmonavtiki. Tom 3]*. Krasnoyarsk; 2019: 633–5. <https://elibrary.ru/tviikt> (in Russian)
14. Rojas-Sánchez M.A., Palos-Sánchez P.R., Folgado-Fernández J.A. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Educ. Inf. Technol. (Dordr.)*. 2023; 28(1): 155–92. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5>
15. Hamad A., Jia B. How virtual reality technology has changed our lives: an overview of the current and potential applications and limitations. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19(18): 11278. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811278>
16. Rong Q., Lian Q., Tang T. Research on the influence of AI and VR technology for students' concentration and creativity. *Front. Psychol*. 2022; 13: 767689. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.767689>
17. Wang N., Abdul Rahman M.N., Lim B.H. Teaching and curriculum of the preschool physical education major direction in colleges and universities under virtual reality technology. *Comput. Intell. Neurosci*. 2022; 2022: 3250986. <https://doi.org/10.1155/2022/3250986>
18. Bui I., Bhattacharya A., Wong S.H., Singh H.R., Agarwal A. Role of three-dimensional visualization modalities in medical education. *Front. Pediatr*. 2021; 9: 760363. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.760363>
19. Zhao G., Fan M., Yuan Y., Zhao F., Huang H. The comparison of teaching efficiency between virtual reality and traditional education in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Transl. Med*. 2021; 9(3): 252. <https://doi.org/10.21037/atm-20-2785>
20. Behmadi S., Asadi F., Okhovati M., Ershad Sarabi R. Virtual reality-based medical education versus lecture-based method in teaching start triage lessons in emergency medical students: Virtual reality in medical education. *J. Adv. Med. Educ. Prof*. 2022; 10(1): 48–53. <https://doi.org/10.30476/JAMP.2021.89269.1370>
21. Walter S., Speidel R., Hann A., Leitner J., Jerg-Bretzke L., Kropp P., et al. Skepticism towards advancing VR technology – student acceptance of VR as a teaching and assessment tool in medicine. *GMS J. Med. Educ*. 2021; 38(6): Doc100. <https://doi.org/10.3205/zma001496>
22. Sutherland J., Belec J., Sheikh A., Chepelev L., Althobaiti W., Chow B.J.W., et al. Applying modern virtual and augmented reality technologies to medical images and models. *J. Digit. Imaging*. 2019; 32(1): 38–53. <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0122-7>
23. Alharbi Y., Al-Mansour M., Al-Saffar R., Garman A., Alraddadi A. Three-dimensional virtual reality as an innovative teaching and learning tool for human anatomy courses in medical education: a mixed methods study. *Cureus*. 2020; 12(2): e7085. <https://doi.org/10.7759/cureus.7085>
24. Kolla S., Elgawly M., Gaughan J.P., Goldman E. Medical student perception of a virtual reality training module for anatomy education. *Med. Sci. Educ*. 2020; 30(3): 1201–10. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-00993-2>
25. Wu Q., Wang Y., Lu L., Chen Y., Long H., Wang J. Virtual simulation in undergraduate medical education: a scoping review of recent practice. *Front. Med. (Lausanne)*. 2022; 9: 855403. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.855403>
26. Bogomolova K., Hierck B.P., Looijen A.E.M., Pilon J.N.M., Putter H., Wainman B., et al. Stereoscopic three-dimensional visualisation technology in anatomy learning: A meta-analysis. *Med. Educ*. 2021; 55(3): 317–27. <https://doi.org/10.1111/medu.14352>
27. Jiang H., Vimalasvaran S., Wang J.K., Lim K.B., Mogali S.R., Car L.T. Virtual reality in medical students' education: scoping review. *JMIR Med. Educ*. 2022; 8(1): e34860. <https://doi.org/10.2196/34860>
28. Baniasadi T., Ayyoubzadeh S.M., Mohammadzadeh N. Challenges and practical considerations in applying virtual reality in medical education and treatment. *Oman Med. J*. 2020; 35(3): e125. <https://doi.org/10.5001/omj.2020.43>
29. Zakharova M.A., Oganезова Zh.G. Modern approaches to the therapy of computer visual syndrome. *RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2018; 18(1): 50–4. <https://elibrary.ru/ntjxov> (in Russian)
30. Open data set «List of children's technoparks» of the Ministry of Education of Russia. Available at: <https://opendata.edu.gov.ru/opendata/7710539135-DT> (in Russian)
31. Kuchma V.R., Sedova A.S., Sokolova S.B., Rapoport I.K., Stepanova M.I., Laponova E.D., et al. COVID-19 pandemic in Russia: medical and social problems of the digital educational environment. *Natsional'noe zdoravookhranenie*. 2021; 2(1): 21–31. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2021.2.1.21-31> <https://elibrary.ru/jjshvo> (in Russian)

Информация об авторах

Кучма Владислав Ремирович, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, зав. каф. гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва, Россия; научный руководитель Института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНПЦ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-1410-5546>

Лапонова Евгения Дмитриевна, доктор мед. наук, профессор каф. гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2989>

Платонов Олег Владимирович, ассистент каф. гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-2138-2282>

Седова Анна Сергеевна, канд. мед. наук, зав. отд. гигиены детей, подростков и молодёжи Института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0079-240X>

Макарова Анна Юрьевна, канд. мед. наук, доцент каф. гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0178-0574>

Бирюкова Наталья Викторовна, канд. пед. наук, директор Ресурсного центра «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий» ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9560-2802>

Болдырева Мария Георгиевна, мл. науч. сотр. отд. гигиены детей, подростков и молодёжи Института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0009-0006-7446-1004>

Тикашкина Ольга Владимировна, мл. науч. сотр. отд. гигиены детей, подростков и молодёжи Института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0635-075X>

Information about the authors

Vladislav R. Kuchma, MD, PhD, DSci., professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Children and Adolescents Hygiene of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation; scientific supervisor of the Institute for Complex Problems of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1410-5546>

Evgeniya D. Laponova, MD, PhD, DSci., professor of the Department of hygiene for children and adolescents (school hygiene) of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2989>

Oleg V. Platonov, assistant lecturer of department of hygiene for children and adolescents (school hygiene) I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-2138-2282>

Anna S. Sedova, MD, PhD, Department of Hygiene of Children, Adolescents, and Youth Department of the Institute for Complex Hygiene Problems of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0079-240X>

Anna Yu. Makarova, MD, PhD, Associate Professor of the Department of hygiene for children and adolescents (school hygiene) of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0178-0574>

Natalya V. Biryukova, MD, PhD, Director of the Resource Center “Medical Sechenov Pre-University Department” of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119048, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9560-2802>

Mariya G. Boldyreva, junior researcher of the Department of Hygiene of Children, Adolescents, and Youth of the Institute for Complex Problems of Hygiene of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation <https://orcid.org/0009-0006-7446-1004>

Olga V. Tikashkina, junior researcher of the Department of Hygiene of Children, Adolescents, and Youth of the Institute for Complex Hygiene Problems of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-0635-075X>