

DOI: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-157-163

Функциональное состояние организма младших школьников при использовании электронных средств обучения

И.Э. Александрова¹, М.В. Айзятова^{1,2}¹ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, Москва, Россия²Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в СВАО города Москвы, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: дать физиолого-гигиеническое обоснование и регламентацию использования интерактивных панелей на уроках для обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой среде.

Материал и методы: для реализации цели были поставлены задачи: 1) сравнительный анализ влияния на функциональное состояние организма (ФСО) школьников использования интерактивных панелей (ИП) и традиционной доски; 2) анализ ФСО школьников после уроков с разной продолжительностью использования ИП. Проведена оценка ФСО школьников (умственная, зрительная работоспособность) на уроках с использованием ИП (экспериментальный класс, n=28) или традиционной меловой доски (контрольный класс, n=26). Применялся комплекс гигиенических, физиологических, а также статистических методов исследования.

Результаты исследования: на основании сравнительного анализа показателей умственной работоспособности (УР) двух классов установлено, что в динамике уроков с применением ИП среди первоклассников чаще регистрировалось явное и выраженное утомление ($p < 0,05$), снижалось количество просмотренных знаков в тестах. Интегральный показатель работоспособности классного коллектива более выраженно изменялся после уроков с применением ИП, отражая превалирование доли «неудовлетворительно» и «плохо» выполненных корректурных тестов над количеством «отличных» и «хороших». Указанный показатель в экспериментальном классе, будучи вдвое выше в начале учебного дня, к концу занятий становился в 2 раза ниже, чем в контрольном. Снижение параметров критической частоты слияния мельканий, свидетельствующее об ухудшении функционального состояния зрительного анализатора, было более выражено в экспериментальном классе ($p < 0,01$). Анализ средненедельных показателей УР также выявил, что обучающиеся контрольного класса делали меньше ошибок в тестах, у них значимо реже отмечались признаки явного и выраженного утомления.

Заключение: у школьников при нерегламентированном использовании ИП (по сравнению с контрольным классом, оснащенным традиционной меловой доской) чаще регистрируются неблагоприятные показатели умственной и зрительной работоспособности. Обосновано допустимое время применения ИП на уроке, превышение которого приводит к значимо более негативной динамике показателей ФСО детей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: профилактика, школьники, гигиенические регламенты, переутомление, интерактивные панели.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Александрова И.Э., Айзятова М.В. Функциональное состояние организма младших школьников при использовании электронных средств обучения. *РМЖ. Мать и дитя.* 2022;5(2):157–163. DOI: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-157-163.

Functional state of the body of elementary schoolchildren when using e-learning tools

I.E. Alexandrova¹, M.V. Ayzatova^{1,2}¹National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation²Moscow Center of Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Aim: to provide a physiological hygienic basis and regulation for using interactive panels (IP) in class to ensure safe learning in the digital environment.

Patients and Methods: the following goals were set: (1) to compare the effects of interactive panels versus school board on the functional state of the body (FSB) of schoolchildren; (2) to analyze FSB of schoolchildren after classes with various duration of IP use. FSB of schoolchildren (mental and visual performance) in classes with the use of IPs (experimental class, n=28) or a classic chalk board (control class, n=26) were compared. A complex of hygienic, physiological, and statistical methods was applied.

Results: based on a comparative analysis of mental capacity (MC) indicators of two classes, the tendency of lessons with the use of IPs showed the obvious and excessive fatigue more commonly registered among first-grade pupils ($p < 0.05$), and the number of characters viewed in tests was decreased. The integral performance indicator of the class team changed more significantly after lessons with the use of IPs, reflecting the prevalence of "unsatisfactory" and "poor" proportions of performed proofreading tests over the number of "excellent" and "good". The specified indicator in the experimental class, being twice as high at the beginning of the school day, became 2 times lower by the end of classes versus the control class. The decrease in the parameters of the critical flicker fusion frequency (CFFF), indicating a deterioration in the functional state of the visual system, was more noticeable in the experimental class ($p < 0.01$). The analysis of the average weekly MC indicators also revealed that the control class made fewer mistakes in the tests, they had significantly fewer signs of obvious and excessive fatigue.

Conclusion: schoolchildren with unregulated use of IPs (versus the control class equipped with the classic chalk board) commonly had adverse indicators of mental and visual performance. The permissible time for the use of IPs during the lesson was justified, the excess of which leads to a significantly more negative trend among children's FSB indicators.

KEYWORDS: prevention, schoolchildren, hygienic regulations, excessive fatigue, interactive panels.

FOR CITATION: Alexandrova I.E., Ayzatova M.V. Functional state of the body of elementary schoolchildren when using e-learning tools. *Russian Journal of Woman and Child Health*. 2022;5(2):157–163 (in Russ.). DOI: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-157-163.

ВВЕДЕНИЕ

Современное качественное школьное обучение невозможно без цифровой образовательной среды, использования электронных средств. Согласно Федеральному закону от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Об образовании в Российской Федерации» (вступ. в силу с 01.06.2021) и Федеральным государственным образовательным стандартам общего образования школы обязаны активно использовать информационно-коммуникационные технологии и средства электронного обучения; так, в Москве активно развивается проект «Московская электронная школа» [1].

Одна из важнейших задач Национального проекта РФ «Образование», стартовавшего в 2019 г., — это «создание к 2024 г. современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней». Наряду с преимуществами применения цифровых технологий в школе данный процесс сопряжен с возможными потенциальными рисками нарушения здоровья обучающихся, особенно младших классов, что обусловлено повышенной чувствительностью растущего организма к средовым факторам [2]. Это находит отражение в увеличении распространенности нарушений здоровья, что определяется длительным (на протяжении всего периода обучения) влиянием негативных факторов внутришкольной среды [3, 4].

Этиология многих функциональных нарушений связана с воздействием на детский организм цифровых устройств, электронных средств обучения. Показано, что длительность их использования связана как с нарушением зрения, осанки, сна, так и с отклонениями в психическом статусе ребенка, с формированием его когнитивных функций [5–10].

Ежедневное длительное пребывание у экрана и многозадачное использование гаджетов связано с нарушениями настроения, внимания, памяти, вербального интеллекта, академической успеваемостью, а также с импульсивностью. Данные нейроморфологических и нейрофизиологических исследований свидетельствуют, что при интенсивном использовании гаджетов происходят перестройки мозговых механизмов внимания и памяти, а у детей снижаются темпы созревания корковых зон, отвечающих за речь, внимание, эмоции, подкрепление и исполнительные функции [11–17]. Показана роль использования современных технологий, мобильных телефонов в формировании нарушений зрения, ухудшения умственной работоспособности (УР) у детей [18, 19].

Согласно данным современных исследований «электронные средства способствуют удержанию внимания обучающихся на экране монитора, повышению зрительной концентрации, тем самым существенно увеличивая длительность работы органа зрения. Характер взаимодействия с электронными устройствами отличается от традиционных учебных занятий и предполагает формирование особого динамического стереотипа и дополнительной мобилизации функциональных возможностей организма детей» [20]. В на-

учных публикациях по эргономике и зрению в связи с электронными устройствами в основном делается акцент на гигиенических аспектах зрительной работы [21].

Одними из самых распространенных цифровых средств обучения являются электронные доски, заменяющие традиционные меловые. Последнее поколение электронных досок — интерактивные панели (ИП) представляют собой большой сенсорный экран, способный реагировать на прикосновения пользователя, обрабатывать полученные команды и выводить на экран необходимые данные. Так, к началу 2020–2021 учебного года в рамках Национального проекта РФ «Образование» в школы страны поставлено почти 2000 интерактивных досок и панелей [22].

Широкое внедрение ИП в обучение школьников, начиная с младших классов, обуславливает необходимость изучения влияния их использования на организм детей.

Анализ комплекса факторов внутришкольной среды показал, что параметры микроклимата (температуры, относительной влажности воздуха) и аэроионного состава воздуха в классах с ИП имели более выраженную негативную динамику в течение учебного дня, чем в кабинетах с традиционной меловой доской [23].

В процессе изучения влияния использования ИП на самочувствие обучающихся выявлено повышенное утомление детей, негативное влияние яркого света от панели, повышение температуры воздуха. Среди основных жалоб детей отмечены: боль в области глаз, головная боль, ухудшение самочувствия и т. п. [24].

Некомфортность ряда параметров внутришкольной среды, обусловленная в том числе нерегулируемым применением ИП на уроках, способствует повышению рисков нарушения здоровья школьников и актуализирует поставленную в нашем исследовании **цель:** физиолого-гигиеническое обоснование и регламентация использования ИП на уроках для обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой среде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для реализации цели исследования решались следующие задачи:

- 1) изучение влияния использования ИП на функциональное состояние организма (ФСО) первоклассников в сравнении с показателями ФСО у первоклассников из контрольного класса, в котором на уроках использовалась традиционная учебная меловая доска;
- 2) сравнительный анализ параметров ФСО школьников после уроков с разной продолжительностью использования ИП, оцененной методом хронометражных наблюдений за учебной деятельностью на уроке.

В рамках работы проведены нерандомизированные контролируемые исследования с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС).

Критерии включения: обучение в 1-х классах общеобразовательных организаций, наличие письменного информированного согласия от родителей на проведение исследований. **Критерий невключения:** несоответствие критериям включения.

С целью оценки влияния уроков с использованием ИП на организм школьника была проведена серия исследований в двух 1-х классах: в одном на занятиях использовалась ИП (экспериментальный класс), а в другом — традиционная учебная меловая доска (контрольный класс).

Всего в исследовании приняли участие 54 школьника. По возрасту и полу группы детей из сравниваемых классов значимо не различались: в экспериментальном классе было 28 детей, в том числе 15 мальчиков и 13 девочек, средний возраст 7 лет 8 мес.; в контрольном классе — 26 детей, в том числе 14 мальчиков и 12 девочек, средний возраст 7 лет 9 мес.

В контрольном классе оценка психофизиологических показателей проводилась ежедневно на протяжении недели перед началом учебного дня и в конце учебного дня (после последнего урока), поскольку ИП на уроках не применялась.

В экспериментальном классе замеры проводились также ежедневно на протяжении учебной недели, но не только перед первым занятием и после последнего занятия в течение учебного дня, но также и по окончании каждого школьного урока с применением ИП.

Применялся комплекс гигиенических, физиологических, а также статистических методов исследования.

Влияние использования ИП на уроке на ФСО школьника оценивали путем сравнения дневной динамики (и средне-недельных значений) изучаемых показателей в двух классах. Анализ показателей ФСО ребенка после каждого урока в экспериментальном классе проводился для обоснования оптимально безопасного времени использования ИП.

Условия обучения, объем учебной нагрузки, расписание уроков в изучаемых классах были одинаковыми.

Исследования базировались на изучении УР, которая является интегральным показателем ФСО ребенка и имеет определяющее значение для учебной деятельности. Оценку УР проводили по результатам корректурного теста — дозированной по времени методике (С.М. Громбах, 1975), позволяющей получать информацию об основных параметрах, характеризующих УР: числе просмотренных знаков и количестве сделанных ошибок [25]. Соотношение данных показателей определяет продуктивность работы, и ей дается комплексная оценка: «отличная», «хорошая», «удовлетворительная», «плохая», «неудовлетворительная». Исходя из соотношения суммы «отличных» и «хороших» оценок к сумме «плохих» и «неудовлетворительных» вычисляется интегральный показатель работоспособности классного коллектива, его оптимальный уровень более 1,0 усл. ед. («удовлетворительные» оценки для расчета данного показателя не применяются).

Динамику функционального состояния центральной нервной системы оценивали с учетом характера индивидуальных сдвигов УР от начала к концу урока. Для анализа влияния организации обучения на УР школьников выбрали сдвиги, отражающие явное и выраженное утомление: когда наблюдается снижение (сохранение) числа просмотренных знаков при сохранении (возрастании) ошибок. За отсутствие изменений принимали колебания количества прослеженных знаков в пределах $\pm 5\%$ и количества ошибок

$\pm 0,5$ на 500 знаков от исходных величин. При оценке изменений, происходящих за урок и учебный день, учитывалось суммарное количество сдвигов, отражающих явное и выраженное утомление.

Изучение функционального состояния зрительного анализатора проведено с помощью показателя критической частоты слияния мельканий (КЧСМ), одновременно характеризующего и функциональное состояние коры головного мозга [26]. Изучение КЧСМ широко используется в физиолого-гигиенических исследованиях для диагностики умственного и зрительного утомления.

Для обоснования безопасной длительности использования ИП в течение всего периода исследования ФСО детей в классах с применением ИП параллельно у этих же детей проводились хронометражные наблюдения за организацией учебной деятельности: регистрировалась продолжительность использования ИП, которая изначально не была задана, а определялась планом педагога. Поскольку особенности работы с ИП не позволяют обосновать безопасные гигиенические регламенты непрерывной длительности ее применения на уроке, рассчитывали суммарное (за урок) время использования. В экспериментальном классе проведено сравнение изучаемых показателей детей после уроков с различной продолжительностью использования ИП.

Расчет размера выборки проведен по методике К.А. Отдельновой [27]. Результаты исследования подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению (критерий Колмогорова — Смирнова, показатели асимметрии и эксцесса). Для данных, объединенных в вариационные ряды, проводился расчет средних арифметических величин (M), средних ошибок средних арифметических (m). Для оценки значимости различий в нормально распределенных совокупностях рассчитывался t -критерий Стьюдента. Статистически значимыми различия показателей считались при $p < 0,05$. Статистическая значимость различий количественных показателей независимых групп определялась путем расчета критерия F (однофакторный дисперсионный анализ) с учетом поправки Бонферрони (при $p < 0,017$) при апостериорном сравнении групп [28]. Для связанных выборок (значений до и после урока) при сравнении средних показателей использовался парный t -критерий Стьюдента. Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 13.3 (разработчик — StatSoft. Inc).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате сравнительного анализа показателей УР двух классов установлено, что в динамике уроков среди первоклассников, обучающихся с применением ИП, чаще регистрировалось явное и выраженное утомление ($p < 0,05$), снижалось количество просмотренных знаков в тестах. Увеличение числа ошибок после урока отмечалось у обучающихся обеих групп (табл. 1).

Интегральный показатель работоспособности классного коллектива более выражено изменялся после уроков с применением ИП, отражая превалирование доли «неудовлетворительно» и «плохо» выполненных корректурных тестов над количеством «отличных» и «хороших». Указанный показатель, будучи в экспериментальном классе вдвое

Таблица 1. Дневная динамика показателей УР и КЧСМ у обучающихся 1-х классов с использованием и без использования ИП**Table 1.** Daily tendency of mental capacity (MC) and critical flicker fusion frequency (CFFF) in elementary schoolchildren with and without the use of interactive panel (IP)

Показатели ФСО обучающихся Schoolchildren's FSB indicators	Уроки с использованием ИП Lessons using the IP		Уроки без использования ИП Lessons without using the IP	
	До урока Before the lesson	После урока After the lesson	До урока Before the lesson	После урока After the lesson
Количество исследований / Number of studies	104	103	80	81
Количество просмотренных знаков (M±m) Number of characters viewed (M±m)	173,3±5,4	138,9±5,7***†	158,5±5,7	159,1±6,9**
Количество стандартизированных ошибок на 500 знаков (M±m) Number of standardized errors per 500 characters (M±m)	9,2±0,3	11,9±0,7**	8,68±0,33	12,3±0,39**
Интегральный показатель работоспособности, усл. ед. Integral performance indicator, c.u.	2,24	0,27	1,09	0,56
Количество сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, % Number of shifts in MC with obvious and excessive fatigue, %	-	62,7±4,8†	-	36,8±5,5
КЧСМ, Гц (M±m) / CFFF, Hz (M±m)	36,8±0,47	33,8±0,29***†	37,4±0,39	36,8±0,42**
Количество измерений / Number of dimensions	81	102	111	93

Примечание. * — $p < 0,01$; ** — $p < 0,001$ при внутригрупповом сравнении; † — $p < 0,01$ при межгрупповом сравнении.Note. * — $p < 0,01$; ** — $p < 0,001$ in intra-group comparison; † — $p < 0,01$ in inter-group comparison.**Таблица 2.** Средненедельные показатели УР и КЧСМ у обучающихся 1-х классов на уроках с использованием и без использования ИП**Table 2.** Average weekly indicators of mental capacity (MC) and critical flicker fusion frequency (CFFF) in elementary schoolchildren with and without the use of interactive panel (IP)

Показатели ФСО обучающихся Schoolchildren's FSB indicators	Уроки с использованием ИП Lessons using the IP	Уроки без использования ИП Lessons without using the IP
Количество исследований / Number of studies	207	161
Количество прослеженных знаков (M±m) / Number of characters viewed (M±m)	156,2±4,11	158,8±4,46
Количество стандартизированных ошибок на 500 знаков (M±m) Number of standardized errors per 500 characters (M±m)	11,8±0,24	10,4±0,25*
Интегральный показатель работоспособности, усл. ед. / Integral performance indicator, c.u.	0,81	0,76
Количество сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, % Number of shifts in MC with obvious and excessive fatigue, %	62,7±4,8	36,8±5,5*
КЧСМ, Гц (M±m) / CFFF, Hz (M±m)	35,3±0,2	37,1±0,15*
Количество измерений / Number of dimensions	183	204

Примечание. * — $p < 0,01$.Note. * — $p < 0,01$.

выше в начале учебного дня, к концу занятий становился в 2 раза ниже, чем в контрольном.

Снижение параметров КЧСМ, свидетельствующее об ухудшении функционального состояния зрительного анализатора, было статистически значимо более выражено в экспериментальном классе ($p < 0,01$).

Анализ средненедельных показателей УР также выявил, что обучающиеся контрольного класса делали меньше ошибок в тестах и у них значимо реже отмечались признаки явного и выраженного утомления (табл. 2).

Зрительная работоспособность первоклассников, обучающихся в классе с традиционными досками, была статистически значимо более устойчивой по сравнению со школьниками экспериментального класса (КЧСМ $37,1 \pm 0,15$ против $35,3 \pm 0,2$; $p < 0,01$).

Для обоснования безопасной длительности использования ИП проанализировали изменения показателей УР обучающихся после уроков с различной продолжительностью

применения ИП. По данным хронометражных наблюдений за организацией учебной деятельности было установлено, что суммарная продолжительность использования ИП на уроках составляла от 5 до 30 мин. В итоге все школьные уроки в зависимости от суммарного времени применения ИП были разделены на 3 группы: использование ИП не более 10 мин; использование ИП 11–20 мин; использование ИП 21–30 мин. Проведено сравнение показателей ФСО школьников в конце уроков с различной продолжительностью использования ИП (табл. 3).

На занятиях, где ИП суммарно использовалась более 10 мин, отмечали существенно менее благоприятные показатели УР: меньшее число просмотренных знаков, более низкие значения интегрального показателя УР, высокая доля детей с признаками явного и выраженного утомления. Параметры, характеризующие КЧСМ после уроков, на которых ИП использовалась более 10 мин, также свидетельствовали о большем зрительном напряжении.

Таблица 3. Показатели УР и КЧСМ обучающихся 1-х классов на уроках с различной продолжительностью использования ИП**Table 3.** Indicators of mental capacity (MC) and critical flicker fusion frequency (CFFF) during lessons with the different duration of interactive panel (IP) use

Показатели ФСО обучающихся Schoolchildren's FSB indicators	Суммарная продолжительность использования ИП, мин Total duration of using the IP, min			Значимость различий Significance of differences
	не более 10 not more than 10 (I)	11-20 (II)	21-30 (III)	
Количество исследований / Number of studies	125	49	25	-
Количество просмотренных знаков (M±m) Number of characters viewed (M±m)	162,7±5,2	140,2±7,6	123,8±10,3	p _{I-II} =0,016 p _{I-III} =0,204 p _{I-III} =0,001
Количество стандартизированных ошибок на 500 знаков (M±m) Number of standardized errors per 500 characters (M±m)	11,9±0,31	11,2±0,48	10,9±0,68	p _{I-II} =0,222 p _{I-III} =0,719 p _{I-III} =0,183
Интегральный показатель работоспособности, усл. ед. Integral performance indicator, c.u.	1,25	0,24	0,20	-
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, % Number of shifts in MC with obvious and excessive fatigue, %	39,1±7,2	63,7±7,1	63,6±10,3	p _{I-II} =0,016 p _{I-III} =0,053 p _{I-III} =0,993
КЧСМ, Гц (M±m) / CFFF, Hz (M±m) Количество измерений / Number of dimensions	34,9±0,2 108	33,6±0,32 42	33,4±0,25 42	p _{I-II} =0,0007 p _{I-III} =0,0000 p _{I-III} =0,623

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно результатам ряда исследований последних лет [3, 10, 18, 19] установлено, что обучение современных школьников сопровождается большим объемом и интенсивностью учебной деятельности, отмечается высокая длительность непрерывного использования учащимися электронных устройств в учебное и каникулярное время, что обуславливает необходимость введения гигиенического нормирования, в частности частоты и продолжительности применения электронных средств обучения.

Изучение влияния использования ИП (электронного средства обучения последнего поколения) в процессе урока на ФСО младших школьников показало, что при нерегламентированном применении ИП регистрировалась более негативная динамика показателей умственной и зрительной работоспособности первоклассников по сравнению с занятиями, на которых использовалась традиционная меловая доска.

Полученные результаты согласуются с данными проведенных ранее исследований, касающихся регламентации использования ноутбука, персонального компьютера, ИП проекторного типа [29]. Так, применение ИП, повышая мотивацию и работоспособность учащихся, при нерегламентированном использовании значительно повышает интенсификацию учебной деятельности, риск переутомления школьников, обуславливает появление ряда жалоб на нарушение самочувствия учащихся и педагогов. Имеются исследования, описывающие возникновение подобных жалоб у участников образовательного процесса при применении ИП [24]. Комплексный анализ динамики ФСО учащихся в зависимости от различной продолжительности применения электронных средств обучения на уроках позволил обосновать безопасные регламенты использования ИП проекторного типа, а также персонального компьютера с жидкокристаллическим монитором и ноутбука. Использование электронных средств свыше установлен-

ных регламентов обуславливало значимую негативную динамику тех или иных показателей ФСО ребенка [29].

При нормировании продолжительности применения ИП нами был использован аналогичный подход, позволивший установить для первоклассников предельное время применения ИП на уроке, превышение которого значимо уменьшало количество просмотренных знаков в тестах и увеличивало долю детей, имеющих «неблагоприятные» сдвиги в динамике УР, а также значимо ухудшало показатели КЧСМ. Это согласуется с научными работами, свидетельствующими о выраженном снижении КЧСМ при напряженной зрительной работе, в том числе при чтении с LCD-дисплея [20, 30].

Таким образом, применение ИП на уроке в 1-х классах свыше 10 мин, обуславливая более неблагоприятные показатели умственной и зрительной работоспособности детей, повышает риск возникновения у них переутомления и развития «школьных» болезней. Результаты исследования использованы при подготовке санитарно-гигиенических документов, регламентирующих режим работы организаций воспитания и обучения детей.

Исследования по обоснованию безопасной длительности использования ИП для учащихся других возрастных групп продолжаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для сохранения оптимального ФСО школьников, предотвращения развития переутомления и профилактики возникновения школьно-обусловленных заболеваний в условиях цифровой среды необходима строгая регламентация использования электронных средств обучения на уроках при соблюдении гигиенически оптимальных условий их эксплуатации, и в частности ИП. Организация медицинского обеспечения обучающихся должна включать и вопросы безопасного для здоровья использования цифровых средств, что определяет необходимость актуализации знаний школь-

ных медицинских работников (на этапе обучения в вузах, колледжах, при повышении профессиональной квалификации и т. п.) по данному направлению деятельности. Оптимальные условия и режим использования электронных средств обучения на основе физиолого-гигиенической оценки их влияния на ФСО детей — важнейшая составляющая формирования профилактической среды в современной школе.

Литература

1. Проект «Московская электронная школа». (Электронный ресурс.) URL: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> (дата обращения: 02.04.2022).
2. Кучма В.Р., Фисенко А.П. Медико-профилактические направления укрепления здоровья детей в рамках реализации Плана мероприятий Десятилетия детства до 2020 г. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2018;3:4–10.
3. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Захарова И.Н. и др. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста. Педиатрическая фармакология. 2017;14(1):7–23. DOI: 10.15690/pf.v14i1.1697.
4. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Особенности развития дозозологических изменений в психическом и физическом здоровье у учащихся поколения Z. Анализ риска здоровью. 2019;4:158–164. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17.
5. Hale L., Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep Med Rev.* 2015;21:50–58. DOI: 10.1016/j.smrv.2014.07.007.
6. Falbe J., Davidson K.K., Franckle R.L. et al. Sleep duration, restfulness, and screens in the sleep environment. *Pediatrics.* 2015;135(2):367–375. DOI: 10.1542/peds.2014-2306.
7. Touitou Y., Touitou D., Reinberg A. Disruption of adolescents' circadian clock: The vicious circle of media use, exposure to light at night, sleep loss and risk behaviors. *J Physiol Paris.* 2016;110(4 Pt B):467–479. DOI: 10.1016/j.jphysparis.2017.05.001.
8. Royant-Parola S., Legris S. Complex relationships between adolescents and their sleep (sleep patterns, use of new media, and impact on next day's activity). *J Dentofacial Anom Orthod.* 2018;21(1):102–108. DOI: 10.1051/odfen/2018040.
9. Foerster M., Henneke A., Chetty-Mhlanga S., Rössli M. Impact of Adolescents' Screen Time and Nocturnal Mobile Phone-Related Awakenings on Sleep and General Health Symptoms: A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;12(16):3158. DOI: 10.3390/ijerph16030518.
10. Скоблина Н.А., Попов В.И., Еремин А.Л. и др. Риски развития болезни глаза и его придаточного аппарата у обучающихся в условиях нарушения гигиенических правил использования электронных устройств. Гигиена и санитария. 2021;100(3):279–284. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-279-284.
11. Вятлева О.А. Влияние пользования смартфонами на самочувствие, когнитивные функции и морфофункциональное состояние центральной нервной системы у детей и подростков (обзор литературы). Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2020;1:4–11.
12. Uncapher M.R.K., Thieu M., Wagner A.D. Media multitasking and memory: differences in working memory and long-term memory. *Psychon Bull Rev.* 2016;23(2):483–490. DOI: 10.3758/s13423-015-0907-3.
13. Dong G., Potenza M.N. Short-term Internet-search practicing modulates brain activity during recollection. *Neuroscience.* 2016;335:82–90. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2016.08.028.
14. Brumby D.P., Cox A.L., Back J., Gould S.J. Recovering from an interruption: investigating speed-accuracy trade-offs in task resumption behavior. *J Exp Psychol Appl.* 2013;19(2):95–107. DOI: 10.1037/a0032696.
15. Peng M., Chen X., Zhao Q., Zhou Z. Attentional scope is reduced by Internet use: a behavior and ERP study. *PLoS One.* 2018;13(6):e0198543. DOI: 10.1371/journal.pone.0198543.
16. Liu X., Lin X., Zheng M. et al. Internet Search Alters Intra- and Inter-regional Synchronization in the Temporal Gyrus. *Front Psychol.* 2018;9:260. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00260.
17. Dong G., Li H., Potenza M.N. Short-Term Internet-Search Training Is Associated with Increased Fractional Anisotropy in the Superior Longitudinal Fasciculus in the Parietal Lobe. *Front Neurosci.* 2017;11:372. PMID: 28706473.
18. Долотова Н.В., Филькина О.М., Воробьева Е.А., Кочерова О.Ю. Влияние использования цифровых технологий в образовательном процессе на формирование нарушений зрения у детей. В кн.: Материалы XXIII Конгресса педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии». М., 2021.

19. Новикова И.И., Зубковская Н.А., Лобкис М.А., Кузьменко М.А. Мобильные телефоны в школе как фактор риска нарушений здоровья в условиях современной образовательной среды. В кн.: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью — 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты». Т. 1. Пермь; 2021:105–112.
20. Тахиди Х.П., Грачева М.А., Казакова А.А. и др. Роль современных информационных технологий в реализации образовательных программ для детей с нормальным состоянием зрительных функций и с офтальмопатологией. *Вестник РАМН.* 2020;75(2):144–153. DOI: 10.15690/vgramn1186.
21. Coles-Brennan C., Sulley A., Young G. Management of digital eye strain. *Clin Exp Optom.* 2019;102(1):18–29. DOI: 10.1111/cxo.12798.
22. Валагин А., Колесникова К., Мальков Д., Мерзляков Р. Ноутбуки и скоростной Интернет прописались в сельских школах. (Электронный ресурс.) URL: <https://rg.ru/2020/08/25/reg-sibfo/noutbuki-i-skorostnoj-internet-propisalis-v-selskih-shkolah.html> (дата обращения: 01.02.2022).
23. Айзятова М.В., Александрова И.Э., Мирская Н.Б. и др. Влияние использования интерактивных панелей в процессе учебных занятий на основные параметры внутришкольной среды. Здоровье населения и среда обитания — ЗНИСО. 2021;2(335):17–23. DOI: 10.35627/2219-5238/2021-335-2-15-21.
24. Степанова М.И., Березина Н.О., Поленова М.А., Александрова И.Э. Оценка самочувствия школьников на учебных занятиях с применением интерактивных панелей. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2020;(1):22–27.
25. Унифицированная методика гигиенического изучения организации условий и режима учебных занятий с использованием компьютеров. Методические рекомендации. Под ред. Сердюковской Г.Н. М.; 1987.
26. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике. Иваново: ООО «Нейрософт»; 2010.
27. Отдельнова К.А. Определение необходимого числа наблюдений в комплексных социально-гигиенических исследованиях. В кн.: Комплексные социально-гигиенические и клинико-социальные исследования. Под ред. Лисицына Ю.П. М.: 2 МОГМИ; 1980.
28. Гржибовский А.М. Анализ трех и более независимых групп количественных данных. Экология человека. 2008;3:50–58.
29. Степанова М.И., Александрова И.Э., Сазанюк З.И. и др. Гигиеническая регламентация использования электронных образовательных ресурсов в современной школе. Гигиена и санитария. 2015;94(7):64–68.
30. Kang Y.Y., Wang M.J., Lin R. Usability evaluation of e-books. *Displays.* 2009;30(2):49–52. DOI: 10.1016/j.displa.2008.12.002.

References

1. Project "Moscow Electronic School". (Electronic resource.) URL: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> (access date: 02.04.2022) (in Russ.).
2. Kuchma V.R., Fisenko A.P. Medical-preventional directions of strengthening the health of children within the framework of the implementation of the action plan for the decade of the childhood till 2020. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya.* 2018;3:4–10 (in Russ.).
3. Karkashadze G.A., Namazova-Baranova L.S., Zakharova I.N. et al. Syndrome of high academic loads in school-aged children and adolescents. *Pediatric pharmacology.* 2017;14(1):7–23 (in Russ.). DOI: 10.15690/pf.v14i1.1697.
4. Setko A.G., Bulychева E.V., Setko N.P. Peculiarities of prenatal changes in mental and physical health of students from generation Z. *Health Risk Analysis.* 2019;4:158–164 (in Russ.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17.
5. Hale L., Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep Med Rev.* 2015;21:50–58. DOI: 10.1016/j.smrv.2014.07.007.
6. Falbe J., Davidson K.K., Franckle R.L. et al. Sleep duration, restfulness, and screens in the sleep environment. *Pediatrics.* 2015;135(2):367–375. DOI: 10.1542/peds.2014-2306.
7. Touitou Y., Touitou D., Reinberg A. Disruption of adolescents' circadian clock: The vicious circle of media use, exposure to light at night, sleep loss and risk behaviors. *J Physiol Paris.* 2016;110(4 Pt B):467–479. DOI: 10.1016/j.jphysparis.2017.05.001.
8. Royant-Parola S., Legris S. Complex relationships between adolescents and their sleep (sleep patterns, use of new media, and impact on next day's activity). *J Dentofacial Anom Orthod.* 2018;21(1):102–108. DOI: 10.1051/odfen/2018040.
9. Foerster M., Henneke A., Chetty-Mhlanga S., Rössli M. Impact of Adolescents' Screen Time and Nocturnal Mobile Phone-Related Awakenings on Sleep and General Health Symptoms: A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;12(16):3158. DOI: 10.3390/ijerph16030518.

10. Skoblina N.A., Popov V.I., Eryomin A.L. et al. Risks of developing diseases of an eye and its adnexa in students in conditions of the violation of hygienic rules for the use of electronic devices. *Hygiene and sanitation*. 2021;100(3):279–284 (in Russ.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-279-284.
11. Vyatleva O.A. Influence of use of smartphones on well-being, cognitive functions and morphofunctional state of the central nervous system in children and adolescents (review). *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2020;1:4–11 (in Russ.).
12. Uncapher M.R.K., Thieu M., Wagner A.D. Media multitasking and memory: differences in working memory and long-term memory. *Psychon Bull Rev*. 2016;23(2):483–490. DOI: 10.3758/s13423-015-0907-3.
13. Dong G., Potenza M.N. Short-term Internet-search practicing modulates brain activity during recollection. *Neuroscience*. 2016;335:82–90. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2016.08.028.
14. Brumby D.P., Cox A.L., Back J., Gould S.J. Recovering from an interruption: investigating speed-accuracy trade-offs in task resumption behavior. *J Exp Psychol Appl*. 2013;19(2):95–107. DOI: 10.1037/a0032696.
15. Peng M., Chen X., Zhao Q., Zhou Z. Attentional scope is reduced by Internet use: a behavior and ERP study. *PLoS One*. 2018;13(6):e0198543. DOI: 10.1371/journal.pone.0198543.
16. Liu X., Lin X., Zheng M. et al. Internet Search Alters Intra- and Inter-regional Synchronization in the Temporal Gyrus. *Front Psychol*. 2018;9:260. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00260.
17. Dong G., Li H., Potenza M.N. Short-Term Internet-Search Training Is Associated with Increased Fractional Anisotropy in the Superior Longitudinal Fasciculus in the Parietal Lobe. *Front Neurosci*. 2017;11:372. PMID: 28706473.
18. Dolotova N.V., Fil'kina O.M., Vorob'yeva Ye.A., Kocherova O.Y. The impact of the use of digital technologies in the educational process on the formation of visual impairment in children. In: *Materials of the XXIII Congress of Pediatrics of Russia with international participation "Actual problems of pediatrics"*. M.; 2021.
19. Novikova I.I., Zubkovskaya N.A., Lobkis M.A., Kuz'menko M.A. Mobile phones at school as a risk factor for health problems in the modern educational environment. In: *Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation "Health Risk Analysis — 2021. External, social, medical and behavioral aspects"*. T. 1. Perm'; 2021:105–112 (in Russ.).
20. Tahchidi H.P., Gracheva M.A., Kazakova A.A. et al. The role of modern information technologies in the educational programs for children with normal visual functions and with ophthalmopathology. *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2020;75(2):144–153 (in Russ.). DOI: 10.15690/vramn1186.
21. Coles-Brennan C., Sulley A., Young G. Management of digital eye strain. *Clin Exp Optom*. 2019;102(1):18–29. DOI: 10.1111/cxo.12798.
22. Valagin A., Kolesnikova K., Mal'kov D., Merzlyakov R. Laptops and high-speed Internet are registered in rural schools. (Electronic resource.) URL: <https://rg.ru/2020/08/25/reg-sibfo/noutbuki-i-skorostnoj-internet-propisalis-v-selskih-shkolah.html> (access date: 01.02.2022) (in Russ.).
23. Azyyatova M.V., Aleksandrova I.E., Mirskaya N.B. et al. The impact of using interactive panels in the learning process on the main parameters of the indoor school environment. *Public health and life environment — PH&LE*. 2021;2(335):17–23 (in Russ.). DOI: 10.35627/2219-5238/2021-335-2-15-21.
24. Stepanova M.I., Berezina N.O., Polenova M.A., Alexandrova I.E. Assessing the well-being of schoolchildren in the classroom using interactive panels. *Problems of school and university medicine and health*. 2020;(1):22–27 (in Russ.).
25. Unified methodology for hygienic study of the organization of conditions and training sessions using computers. *Guidelines*. Serdyukovskaya G.N., ed. M.; 1987 (in Russ.).
26. Mantrova I.N. Methodological guide to psychophysiological and psychological diagnostics. Ivanovo: OOO "Neyrosoft"; 2010 (in Russ.).
27. Otdel'nova K.A. Determination of the required number of observations in complex socio-hygienic studies. In: *Comprehensive socio-hygienic and clinical and social research*. Lisitsyn Yu.P., eds. M.: 2 MOGMI; 1980 (in Russ.).
28. Grjibovsky A.M. Analysis of three and more independent groups of quantitative data. *Human ecology*. 2008;3:50–58 (in Russ.).
29. Stepanova M.I., Aleksandrova I.E., Sazanyuk Z.I. et al. Hygienic regulation of the use of electronic educational resources in the modern school. *Hygiene and sanitation*. 2015;94(7):64–68 (in Russ.).
30. Kang Y.Y., Wang M.J., Lin R. Usability evaluation of e-books. *Displays*. 2009;30(2):49–52. DOI: 10.1016/j.displa.2008.12.002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александрова Ирина Эрнстовна — д.м.н., заведующая лабораторией НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; 119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 1; ORCID iD 0000-0002-8664-1866.

Айзятова Марина Викторовна — соискатель НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; 119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 1; врач по общей гигиене отдела гигиены детей и подростков филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в СВАО города Москвы; 129327, Россия, Москва, ул. Летчика Бабушкина, д. 19/1; ORCID iD 0000-0003-0381-3253.

Контактная информация: Александрова Ирина Эрнстовна, e-mail: accialex@yandex.ru.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 28.02.2022.

Поступила после рецензирования 25.03.2022.

Принята в печать 19.04.2022.

ABOUT THE AUTHORS:

Irina E. Alexandrova — Dr. Sc. (Med.), Head of the Laboratory of the Research Institute of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, National Medical Research Center for Children's Health; 1 bldn. 2, Lomonosovsky Av., Moscow, 119991, Russian Federation; ORCID iD 0000-0002-8664-1866.

Marina V. Aizatova — candidate of the Research Institute of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, National Medical Research Center for Children's Health; 1 bldn. 2, Lomonosovsky Av., Moscow, 119991, Russian Federation; hygiene specialist of the Department of Hygiene of Children and Adolescents, Moscow Center of Hygiene and Epidemiology; 19/1 Letchika Babushkina str., Moscow, 129327, Russia Federation; ORCID iD 0000-0003-0381-3253.

Contact information: Irina E. Alexandrova, e-mail: accialex@yandex.ru.

Financial Disclosure: no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Received 28.02.2022.

Revised 25.03.2022.

Accepted 19.04.2022.