© Айзятлова М.В., Александрова И.Э., Мирская Н.Б., Исакова Н.В., Вершинина М.Г., Фисенко А.П., 2021
УДК 613.955

Влияние использования интерактивных панелей в процессе учебных занятий на основные параметры внутришкольной среды

М.В. Айзятлова¹, И.Э. Александрова¹, Н.Б. Мирская¹, Н.В. Исакова²,
М.Г. Вершинина¹, А.П. Фисенко¹

¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Ломоносовский проспект, д. 2, стр. 1, г. Москва, 119296, Российская Федерация

²Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в СВАО города Москвы Роспотребнадзора, ул. Летчика Бабушкина, д. 19/1, г. Москва, 129327, Российская Федерация

Резюме: *Введение.* Активное внедрение электронных средств обучения в образовательные организации обуславливает возникновение новых рисков здоровью школьников. Создание современной и безопасной цифровой образовательной среды предполагает постоянное мониторингирование условий и режимов использования новых электронных средств, арсенал которых быстро меняется. *Целью* настоящей работы являлась гигиеническая оценка факторов внутришкольной среды, обусловленных использованием интерактивных панелей (ИП) – электронного средства обучения последнего поколения. *Материалы и методы.* Изучены параметры электромагнитного излучения, микроклимата (температура и относительная влажность воздуха), уровни искусственной освещенности, химический состав воздушной среды, аэроионный состав воздуха в течение учебного дня в классах, где применялась ИП, в сравнении с кабинетами, оборудованными традиционными меловыми досками. Измерения проводились в соответствии с утвержденными методиками лабораторно-инструментальных исследований. Полученные результаты оценивались на соответствие требованиям санитарных правил и норм. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью параметрических методов статистического анализа. *Результаты и выводы.* Показатели микроклимата и аэроионного состава воздуха в классах с ИП имели более выраженную негативную динамику в течение учебного дня. Результаты исследования подтверждают необходимость пристального внимания гигиенистов к проблеме использования новых электронных средств обучения, в частности интерактивной панели, продолжения исследований по изучаемому направлению (определение гигиенических регламентов использования ИП на уроках и т. п.) для профилактики переутомления и рисков нарушения здоровья школьников.

Ключевые слова: интерактивная панель, риски здоровью, школьники, гигиеническая безопасность, внутришкольная среда.

Для цитирования: Айзятлова М.В., Александрова И.Э., Мирская Н.Б., Исакова Н.В., Вершинина М.Г., Фисенко А.П. Влияние использования интерактивных панелей в процессе учебных занятий на основные параметры внутришкольной среды // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 2 (335). С. 15–21. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-335-2-15-21>

Информация об авторах:

✉ Айзятлова Марина Викторовна, соискатель НИИ Гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ Здоровья детей» Минздрава России; e-mail: 9855123020@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0381-3253>.

Александрова Ирина Эрнстовна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; e-mail: accialex@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8664-1866>.

Мирская Наталья Борисовна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; e-mail: n.mirskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0457-4795>.

Исакова Наталья Валерьевна, заместитель главного врача Филиала ФБУЗ ЦГиЭ в СВАО г. Москвы Роспотребнадзора; e-mail: fbuzsvao@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7798-1853>.

Вершинина Марина Германовна, руководитель НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; e-mail: labckb@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-5231>.

Фисенко Андрей Петрович, директор ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; e-mail: info@nczd.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8586-7946>.

The Impact of Using Interactive Panels in the Learning Process on the Main Parameters of the Indoor School Environment

M.V. Ayzyatova,¹ I.E. Aleksandrova,¹ N.B. Mirskaya,¹ N.V. Isakova,² M.G. Vershinina,¹ A.P. Fisenko¹

¹National Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health, Bldg 1, 2 Lomonosovsky Avenue, Moscow, 119991, Russian Federation

²Center for Hygiene and Epidemiology in Moscow, North-Eastern Administrative District, 19/1 Letchika Babushkina Street, Moscow, 129327, Russian Federation

Summary. *Introduction:* Active introduction of electronic learning tools in educational institutions poses new health risks to school-age children. Creating a modern and secure digital educational environment requires constant monitoring of the conditions and modes of use of new electronic tools, the diversity of which is changing rapidly. The *purpose* of this work was to assess certain parameters of indoor school environment influenced by the use of interactive panels (IPs), an e-learning tool of the latest generation. *Materials and methods:* We studied the parameters of electromagnetic radiation, microclimate (air temperature and relative humidity), artificial lighting levels, chemical composition of indoor air, concentrations of positive and negative air ions during the school day in classrooms with and without interactive panels. The measurements were carried out in accordance with the approved methods of laboratory and instrumental research, and the results were then assessed for compliance with current sanitary rules and regulations. Statistical processing of the results was carried out using parametric methods of statistical analysis. *Results and conclusion:* Indices of the microclimate and air ions in IP-equipped classrooms demonstrated a more pronounced negative dynamics during the school day. Our findings indicate the need for hygienists to pay close attention to the problem of using new electronic teaching aids and interactive panels in particular, to continue research in the area under study in order to elaborate hygienic regulations for applying IPs in the classroom and to prevent overwork and health risks to school-age children.

Keywords: interactive panel, health risks, schoolchildren, hygienic safety, indoor school environment.

For citation: Ayzyatova MV, Aleksandrova IE, Mirskaya NB, Isakova NV, Vershinina MG, Fisenko AP. The impact of using interactive panels in the learning process on the main parameters of the indoor school environment. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (2(335)):15–21. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-335-2-15-21>

Author information:

✉ Marina V. Ayzyatova, aspirant, Research Institute of Hygiene and Health Protection in Children and Adolescents, National

Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health; e-mail: 9855123020@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0381-3253>.

Irina E. **Aleksandrova**, D.M.Sc., Chief Researcher, Research Institute of Hygiene and Health Protection in Children and Adolescents, National Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health; e-mail: accialex@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8664-1866>.

Nataliya B. **Mirskaya**, D.M.Sc., Chief Researcher, Research Institute of Hygiene and Health Protection in Children and Adolescents, National Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health; e-mail: n.mirskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0457-4795>.

Natalya V. **Isakova**, Deputy Chief Doctor, Center for Hygiene and Epidemiology in Moscow, North-Eastern Administrative District, Moscow; e-mail: fbuzsvao@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7798-1853>.

Marina G. **Vershinina**, Head of the Research Institute of Hygiene and Health Protection in Children and Adolescents, National Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health; e-mail: labckb@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-5231>.

Andrey P. **Fisenko**, Director, National Medical Research Center of Children's Health of the Russian Ministry of Health; e-mail: info@nczd.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8586-7946>.

Введение. В условиях развития информационных средств и технологий, обеспечивающих достижение качественно нового уровня образования, идет активное внедрение различных электронных средств в процесс обучения школьников. Согласно федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации»¹ и федеральным государственным образовательным стандартам общего образования общеобразовательным учреждениям вменено в обязанность активное использование средств информационно-коммуникационных технологий, электронного обучения. Заявлено о государственном приоритетном проекте «Цифровая школа». В Москве активно развивается проект «Московская электронная школа» [1, 2].

Происходит изменение традиционной внутришкольной среды за счет привлечения технических средств и технологий со слабоизученным или неизученным влиянием на самочувствие, функциональное состояние организма и показатели здоровья пользователей.

В Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»² отмечается, что к 2024 году в сфере образования необходимо обеспечить создание современной и безопасной цифровой образовательной среды. Об этом же свидетельствует мнение профессионального сообщества гигиенистов детства, педиатров³.

Массовое применение подрастающим поколением электронных средств как для обучения, так и для других целей обусловило целый ряд исследований по определению влияния использования различных девайсов, длительности «экранного времени» и т. п. на те или иные показатели здоровья и самочувствия детей [3–13].

Постоянное обновление арсенала электронных средств обучения определяет необходимость физиолого-гигиенического обоснования их безопасного для здоровья школьников и педагогов использования.

Последнее поколение электронных досок — это интерактивные панели, которые представляют

собой большой сенсорный экран, способный реагировать на прикосновения пользователя, обрабатывать полученные команды и выводить на экран необходимые данные. Учебный процесс с использованием интерактивной панели предусматривает непосредственный контакт с поверхностью ИП в течение урока как учителя, так и ученика при ответе у доски.

Разработанные и утвержденные на сегодняшний день медико-профилактические мероприятия в рамках санитарно-эпидемиологических правил и норм для образовательных организаций не учитывают особенностей влияния использования интерактивных панелей на основные параметры внутришкольной среды, вносящих, в свою очередь, значимый вклад в изменчивость показателей здоровья школьников.

Цель исследования — оценить санитарно-гигиенические факторы среды учебных помещений, оборудованных интерактивными панелями.

Материалы и методы. Изучен комплекс факторов школьной среды: уровни искусственной освещенности, параметры микроклимата, аэрионного, санитарно-химического состава воздуха в 194 учебных кабинетах, из которых 97 были оборудованы интерактивными панелями (марки Irbis, Clevertouch 77gr, NetWork) и 97 имели традиционные меловые доски. Все установленные интерактивные панели имели сертификаты, подтверждающие их соответствие требованиям Технических регламентов Таможенного союза^{4,5} и Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)⁶. Обследованные учебные помещения, как экспериментальные (с ИП), так и контрольные (без ИП), были идентичны по площади (от 49,8 м² до 53,4 м²), по наполняемости классов (22–25 обучающихся), по установленной учебной мебели и учебным пособиям, по материалам, использовавшимся в отделке помещений (все материалы имеют гигиенические сертификаты и сертификаты соответствия и разрешены для использования на территории РФ). Обследуемые классы оборудованы естественной канальной

¹ Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

² Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (с изменениями на 21.07.2020).

³ Декларация «О праве детей на здоровье в цифровой образовательной среде». Декларация VI национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2018; 4:53–55.

⁴ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» (с изменениями на 9 декабря 2011 года).

⁵ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

⁶ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 8 декабря 2020 года).

системой вентиляции; для проветривания использовались фрамуги и окна с поворотным механизмом, находящиеся в исправном состоянии. При проведении лабораторно-инструментальных исследований в течение учебного дня сквозное проветривание проводилось каждую перемену, влажная уборка — перед первым уроком и после пятого урока.

Замеры проводились в трех контрольных точках (на рабочем месте учителя, на учебном месте за первой партой среднего ряда и в месте нахождения учащегося у интерактивной панели при ответе у доски) три раза в течение учебного дня (перед началом первого урока, в конце третьего урока и в конце пятого урока) на трех высотах 0,1 м, 0,6 м и 1,5 м от поверхности пола. Замеры параметров микроклимата (температура и относительная влажность воздуха) проведены в теплый период года, характеризующий среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ при выключенном централизованном отоплении в зданиях.

Лабораторно-инструментальные исследования проводились с использованием утвержденных методических указаний и государственных стандартов.

Полученные результаты оценивались на соответствие требованиям утвержденных санитарных правил и норм с учетом расширенной неопределенности измерений, рассчитанной согласно требованиям государственных стандартов. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью параметрических методов статистического анализа.

Результаты. Оценка факторов внутришкольной среды лежит в основе определения санитарно-эпидемиологического благополучия образовательного учреждения и рисков здоровью учащихся, в частности при применении новых электронных средств обучения [14, 15].

Санитарно-гигиеническое исследование воздуха включало оценку концентраций этилацетата, бутилацетата, этенилбензола, формальдегида и фенола в классах с традиционной меловой доской и с ИП. Концентрации определяемых веществ в воздухе всех обследуемых помещений не имели достоверных различий, и не превышали нормируемых величин и соответствовали требованиям гигиенических нормативов и санитарных правил. Максимальная разовая концентрация составила для этилацетата менее $0,05\text{ мг/м}^3$ при норме не более $0,1\text{ мг/м}^3$; для бутилацетата — менее $0,05\text{ мг/м}^3$ при норме не более $0,1\text{ мг/м}^3$; для этенилбензола — менее $0,001\text{ мг/м}^3$ при норме не более $0,04\text{ мг/м}^3$; формальдегида — менее $0,01\text{ мг/м}^3$ при норме не более $0,01\text{ мг/м}^3$; фенола (гидроксibenзола) — менее $0,01\text{ мг/м}^3$ при норме не более $0,01\text{ мг/м}^3$.

Оптимальный уровень освещенности — фактор, имеющий значительный потенциал в профилактике нарушений зрения, снижения умственной работоспособности, утомления [16–19]. Источниками системы общего искусственного освещения в обследованных учебных помещениях были как люминесцентные, так и светодиодные светильники. В одном помещении не использовались источники света различной природы излучения. Все традиционные меловые доски были оборудованы дополнительным местным освещением. Уровень искусственной

освещенности соответствовал требованиям санитарных правил во всех обследованных классах. В учебных кабинетах, оборудованных люминесцентными светильниками, уровень искусственной освещенности составил (486 ± 55) лк при норме не менее 300 лк; в учебных кабинетах со светодиодными светильниками уровень искусственной освещенности составил 720 ± 40 лк при аналогичной норме.

Известно, что электромагнитные поля могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм ребенка школьного возраста, в том числе на развитие нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем [20]. Замеры интенсивности электромагнитных полей от работающей ИП проводились при включенной системе общего освещения. Исследованы напряженность электрического поля в диапазоне 5 Гц — 2 кГц, напряженность электрического поля в диапазоне 2–400 кГц, плотность магнитного потока в диапазоне 5 Гц — 2 кГц, плотность магнитного потока в диапазоне 2–400 кГц, напряженность электростатического поля. Результаты лабораторно-инструментальных исследований соответствовали требованиям санитарных правил и норм как для учебных помещений, так и для рабочих мест: напряженность электрического поля в диапазоне 5 Гц — 2 кГц составила (14 ± 4) В/м при норме не более 25 В/м; напряженность электрического поля в диапазоне 2–400 кГц составила $(1,5 \pm 0,3)$ В/м при норме не более 2,5 В/м; плотность магнитного потока в диапазоне 5 Гц — 2 кГц составила (150 ± 30) нТл при норме не более 250 нТл; плотность магнитного потока в диапазоне 2–400 кГц составила (8 ± 2) нТл при норме не более 25 нТл; напряженность электростатического поля составила $(0,5 \pm 0,1)$ кВ/м при норме не более 15 кВ/м.

Поддержание оптимального микроклимата в учебных помещениях обеспечивает нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и способствует профилактике заболеваемости и улучшению работоспособности учащихся [15, 21].

Оценены параметры микроклимата (температуры и относительной влажности воздуха) в учебных кабинетах с интерактивными панелями в сравнении с классами с традиционной меловой доской в динамике учебного дня. Результаты лабораторно-инструментальных исследований представлены на рис. 1 и рис. 2. Перед проведением замеров параметров микроклимата в учебных классах проводилась влажная уборка.

Повышение температуры и снижение относительной влажности воздуха выявили в течение учебного дня во всех обследуемых классах. Однако в классах, оборудованных ИП, негативная динамика указанных показателей проявлялась в большей степени: температура воздуха к пятому уроку была на $1,0\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ выше, чем в кабинетах с меловой доской; показатели относительной влажности воздуха от первого к пятому уроку изменялись с $(54,8 \pm 9,3)\%$ до $(31,7 \pm 2,6)\%$, ($t = 2,0$; $p < 0,05$), становясь ниже нормируемых величин (против $(54,4 \pm 10,2)\%$ до $(41,9 \pm 2,1)\%$ в классах с обычной доской ($t = 2,0$; $p < 0,05$), в которых эти показатели оставались в пределах гигиенической нормы).

Рис. 1. Изменение температуры воздуха в учебных кабинетах в течение учебного дня (°C)
Fig. 1. Fluctuations in air temperature in classrooms during the school day (°C)

Рис. 2. Изменение относительной влажности воздуха в учебных кабинетах в течение учебного дня (%)
Fig. 2. Fluctuations in relative humidity in classrooms during the school day (%)

Это, по нашему мнению, объясняется более значительным нагреванием и высушиванием воздуха учебных помещений с работающими электронными устройствами, в частности интерактивной панелью.

Для подтверждения вышеуказанной гипотезы в качестве эксперимента в динамике дня в 18 классах с работающей ИП и 18 контрольных учебных кабинетах в отсутствие детей были проведены инструментальные исследования параметров микроклимата при выключенном централизованном отоплении без предварительной влажной уборки и проветривания помещения. Результаты данного исследования показали: температура к концу учебного дня в экспериментальных классах повышалась (в виде тенденции) в большей степени (на 5,2 °C), чем в контрольных (на 3,2 °C), а снижение относительной влажности воздуха при работающей ИП было более значимо (на 11,6 %), чем в классах с традиционной доской (на 4,9 %), ($t = 1,97$; $p < 0,05$).

Одним из важных показателей качества воздуха помещений является аэроионный состав, который характеризуется объемными концентрациями аэроионов определенных групп электрических подвижностей и определенного знака заряда. В помещениях происходит снижение концентраций легких аэроионов в силу увеличения механизма их стока на заряженные поверхности и осаждения на аэрозольные частицы. Аэроионный состав оказывает влияние на самочувствие человека, воздействуя практически на все жизненно важные системы через органы дыхания. Как известно, при нехватке в воздухе отрицательных аэроионов ухудшаются процессы концентрации внимания, замедляется мыслительная деятельность, возможны ощущения слабости, головокружения. В учебных помещениях с большим количеством отрицательно заряженных аэроионов происходит уменьшение количества микроорганизмов, снижается концентрация пыли в воздухе, нейтрализуются некоторые

газы, устраняются электростатические заряды с поверхностей оборудования.

Неоптимальное соотношение аэроионов в воздухе помещений обуславливает снижение защитных сил организма человека, недомогание, вялость, усталость, потерю аппетита, головную боль, бессонницу, ослабление памяти [22–25]. Доказано, что излучение компьютеров приводит к снижению числа аэроионов и их влияния на бактериальный фон в помещении [26, 27]. Соответственно, влияние ИП — «большого компьютера» — характеризовалось значительным снижением аэроионов. Замеры аэроионного состава воздуха проведены в динамике учебного дня: до начала занятий, после третьего и после пятого уроков — в классах, оборудованных ИП и традиционной меловой доской. Отделка всех обследованных учебных кабинетов была идентична и содержала синтетические материалы. Проветривание помещений осуществлялось согласно требованиям санитарного законодательства. Результаты лабораторно-инструментальных исследований

аэроионного состава воздуха приведены на рис. 3 и рис. 4.

В течение учебного дня во всех учебных помещениях наблюдалось снижение концентрации как положительных ($p+$), так и отрицательных ($p-$) аэроионов. Причем в классах с ИП темп снижения был более выражен: концентрация ($p+$) менялась с 940 ± 80 ион/см³ до менее 100 ион/см³ ($t = 2,0$; $p < 0,05$); а концентрация ($p-$) — с (1250 ± 95) ион/см³ до (210 ± 20) ион/см³ ($t = 2,0$; $p < 0,05$). Соответственно коэффициент униполярности, отражающий соотношение концентраций аэроионов положительной и отрицательной полярности, уменьшался с 0,75 до менее 0,3. И уже в середине учебного дня результаты измерения не соответствовали требованиям действующих санитарных правил и норм. В то время как в кабинетах с традиционной доской концентрация аэроионов положительной полярности менялась от начала к концу учебного дня с (980 ± 90) ион/см³ до (390 ± 70) ион/см³ ($t = 2,0$; $p < 0,05$); аэроионов отрицательной полярности — с (1280 ± 115) ион/см³

Рис. 3. Изменение концентрации аэроионов положительной полярности в учебных кабинетах в течение учебного дня (ион/см³)
Fig. 3. Changes in the concentration of positive air ions in classrooms during the school day (ions/cm³)

Рис. 4. Изменение концентрации аэроионов отрицательной полярности в учебных кабинетах в течение учебного дня (ион/см³)
Fig. 4. Changes in the concentration of negative air ions in classrooms during the school day (ions/cm³)

до 630 ± 55 ион/см³ ($t = 2,0$; $p < 0,05$); коэффициент униполярности — с 0,75 до 0,62. Указанные параметры находились в диапазоне нормируемых значений.

Согласно полученным данным некомфортность ряда параметров внутришкольной среды, обусловленная в том числе нерегламентируемым применением ИП на уроках, способствует повышению рисков нарушения здоровья школьников.

Так, проведенное ранее изучение влияния ИП на самочувствие участников образовательного процесса — учащихся и педагогов — на основе анкетирования последних выявило, что после использования ИП каждый пятый педагог испытывает головную боль и боли в области глаз, у каждого шестого появляется расплывчатость изображения [28]. По мнению почти половины опрошенных, использование ИП на уроках сопровождается повышением утомления учащихся, негативным влиянием на самочувствие обучающихся яркого света от ИП, повышения температуры воздуха. Среди основных жалоб учащихся, по мнению педагогов, можно выделить: боль в области глаз, головную боль, ухудшение самочувствия и т. п. Более трети педагогов считают, что работа с ИП вызывает более выраженное зрительное напряжение, чем с традиционной доской. Эти данные согласуются с результатами изучения показателей самочувствия учащихся средних классов на занятиях с использованием ИП [29].

Оптимизация параметров внутришкольной среды при использовании ИП, определение гигиенических регламентов ее применения на уроках будет способствовать профилактике переутомления и рисков нарушения здоровья школьников в условиях цифровой среды.

Выводы

1. Исследованные концентрации вредных веществ в воздухе учебных помещений, а также уровни электромагнитных полей и искусственного освещения на учебных местах находились в пределах нормируемых значений и соответствовали санитарным правилам и нормам.

2. Показатели микроклимата и аэроионного состава воздуха в классах с интерактивными панелями имели более выраженную негативную динамику в течение учебного дня, чем в кабинетах с традиционной меловой доской, что обуславливает необходимость использования мер по оптимизации воздушной среды помещений (увлажнение, ионизация воздуха и т. п.).

3. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости продолжения изучения состояния внутришкольной среды для научного обоснования гигиенических принципов организации обучения при использовании ИП.

Информация о вкладе авторов: М.В. Айзятowa, Н.В. Исакова — получение экспериментальных данных для анализа; М.В. Айзятowa, И.Э. Александрова — анализ полученных данных, написание текста рукописи; Н.Б. Мирская — обзор публикаций по теме статьи; М.Г. Вершинина, А.П. Фисенко — разработка концепции и дизайна исследования.

Финансирование: работа не имела спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение правил биоэтики. Все родители учеников обследованных классов подписали информированное согласие.

Список литературы (пп. 3–13, 19, 23, 24, 26, 27 см. References)

1. Проект «Московская электронная школа». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> Дата обращения: 27.06.2020.
2. Александрова И.Э. Технология обеспечения безопасной для здоровья школьников организации обучения в цифровой образовательной среде: гигиеническая оптимизация урока и расписания // Школьные технологии. 2019. № 2. С. 45–52.
14. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И., Сафонкина С.Г. и др. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях // Анализ риска здоровью. 2014. № 1. С. 65–73.
15. Булычева Е.В. Гигиеническая характеристика факторов внутришкольной среды образовательных учреждений инновационного типа // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 16 (135). С. 248–250.
16. Чижик А.С., Пономарева И.А. Освещенность как фактор среды, воздействующий на умственную и физическую работоспособность участников образовательного процесса // Психолого-педагогические и физиологические аспекты построения физкультурно-оздоровительных программ и обеспечения их безопасности: сборник материалов научно-практической конференции, посвященной дням Российской науки и старту XXII зимних Олимпийских игр в г. Сочи. Ростов-на-Дону. 2014. С. 213–215.
17. Вагин Г.Я., Маслеева О.В., Пачурин Г.В. и др. Влияние качества питающего напряжения на параметры искусственного освещения рабочего места // Фундаментальные исследования. Технические науки. 2014. № 3-2. С. 247–252.
18. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Свет энергосберегающих и светодиодных ламп // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 6. С. 81–84.
20. Лаптиева Л.Н., Крикало И.Н. Проблемы электромагнитной безопасности в школьном возрасте // Вестник Мозырского государственного педагогического университета им. И.П. Шамякина. 2015. № 2 (46). С. 33–39.
21. Минько В.А., Ильина Г.Г., Дивиченко И.В. Анализ состояния микроклимата в учебных аудиториях БГТУ им. В.Г. Шухова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 83–88.
22. Захарченко М.П., Бовтюшко В.Г., Хавинсон В.Х. и др. Ионизация воздушной среды и здоровье. СПб.: Нордмедиздат, 2002. 200 с.
25. Симонова И.Н. Исследование аэроионного состава воздуха в учебных помещениях вуза // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2017. № 2 (9). С. 208–211.
28. Степанова М.И., Березина Н.О., Александрова И.Э. и др. Использование интерактивных панелей на уроках в школе и их влияние на самочувствие пользователей. В кн.: «Человек. Здоровье. Окружающая среда». Материалы республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной гигиеническим аспектам первичной медицинской профилактики заболеваний. Минск БелМАПО. 2019. С. 263–268.
29. Степанова М.И., Березина Н.О., Поленова М.А. и др. Оценка самочувствия школьников на учебных занятиях с применением интерактивных панелей // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2020. № 1. С. 22–27.

References

1. *Moscow Electronic School Project*. Available at: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/>. Accessed: 27 June 2020. (In Russian).

2. Aleksandrova IE. [Technology to ensure safe for the health of students organization of training in the digital educational environment: hygienic optimization of the lesson and schedule.] *Shkol'nye Tekhnologii*. 2019; (2):45-52. (In Russian).
3. Barr N, Pennycook G, Stolz JA, *et al.* The brain in your pocket: evidence that smartphones are used to supplant thinking. *Comput Human Behav*. 2015; 48:473-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.029>
4. Chang A-M, Aeschbach D, Duffy JF, *et al.* Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *PNAS*. 2015; 112(4):1232-1237. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>
5. Falbe J, Davidson KK, Franckle RL, *et al.* Sleep duration, restfulness, and screens in the sleep environment. *Pediatrics*. 2015; 135(2):e367-e375. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2014-2306>
6. Firth J, Torous J, Stubbs B, *et al.* The "online brain": how the Internet may be changing our cognition. *World Psychiatry*. 2019; 18(2):119-129. DOI: <https://doi.org/10.1002/wps.20617>
7. Foerster M, Henneke A, Chetty-Mhlanga S, *et al.* 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; 16(3), 518. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16030518>
8. Gindrat A-D, Chytrir M, Balerna M, *et al.* Use-dependent cortical processing from fingertips in touchscreen phone users. *Curr Biol*. 2015; 25(1):109-116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.11.026>
9. Do YK, Shin E, Bautista MA, *et al.* The associations between self-reported sleep duration and adolescent health outcomes: What is the role of time spent on Internet use? *Sleep Med*. 2013; 14(2):195-200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2012.09.004>
10. Hadar A, Hadas I, Lazarovits A, *et al.* Answering the missed call: Initial exploration of cognitive and electrophysiological changes associated with smartphone use and abuse. *PloS One*. 2017; 12(7):e0180094. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180094>
11. 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: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.07.007>
12. Kelleci M. The effects of Internet use, cell phones and computer games on mental health of children and adolescents. *TAF Prev Med Bull*. 2008; 7(3):253-256.
13. Kühn S, Gallinat J. Brains online: structural and functional correlates of habitual Internet use. *Addict Biol*. 2015; 20(2):415-422. DOI: <https://doi.org/10.1111/adb.12128>
14. Kuchma VR, Shubochkina EI, Safonkina SG, *et al.* Sanitary and epidemiological safety and risk to health of children and teenagers during education. *Health Risk Analysis*. 2014; (1):65-73. (In Russian).
15. Bulicheva EV. The hygienic characteristic of factors of the intraschool environment, educational institutions of innovative type. *Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2011; (16(135)):248-250. (In Russian).
16. Chizhik AS, Ponomareva IA. Illumination as an environmental factor affecting mental and physical performance of participants in the educational process. In: *Psychological, pedagogical and physiological aspects of building fitness programs and ensuring their safety: Proceedings of the scientific and practical conference dedicated to the days of Russian science and the start of the XXII Winter Olympic Games in Sochi*. Rostov-on-Don: Yuzhnyi Federal'nyi Universitet Publ., 2014. Pp. 213-215. (In Russian).
17. Vagin GY, Masleeva OV, Pachurin GV, *et al.* Influence on quality supply options artificial lighting workplace. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2014; (3-2):247-252. (In Russian).
18. Deynego VN, Kaptsov VA. Energy saving and LED lamp lighting and human health. *Gigiena i Sanitariya*. 2013; 92(6):81-84. (In Russian).
19. Goel N, Terman M, Terman JS, *et al.* Controlled trial of bright light and negative air ions for chronic depression. *Psychol Med*. 2005; 35(7):945-955. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0033291705005027>
20. Laptieva LN, Krikalo IN. [Problems of electromagnetic safety in school age.] *Vestnik Mozyrskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta im I.P. Shamyakina*. 2015; (2(46)):33-39. (In Russian).
21. Min'ko VA, Il'ina GG, Divichenko IV. [Analysis of the microclimate in the classrooms of BSTU named after V.G. Shukhov.] *Vestnik Belgorodskogo Gosudarstvennogo Tekhnologicheskogo Universiteta im V.G. Shukhova*. 2009; (3):83-88. (In Russian).
22. Zakharchenko MP, Bovtyushko VG, Khavinson VH, *et al.* [Air ionization and health.] Saint Petersburg: Nordmedizdat Publ., 2002. 200 p. (In Russian).
23. Blackball K, Appleton S, Cates CJ. Ionisers for chronic asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012; 9:CD002986. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002986.pub2>
24. Iwama H. Negative air ions created by water shearing improve erythrocyte deformability and aerobic metabolism. *Indoor Air*. 2004; 14(4):293-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00254.x>
25. Simonova IN. [The study of ion composition in air of educational premises of the university.] *Obrazovanie i Nauka v Sovremennom Mire. Innovatsii*. 2017; (2(9)):208-211. (In Russian).
26. Meschke S, Smith BD, Yost M, *et al.* The effect of surface charge, negative and bipolar ionization on the deposition of airborne bacteria. *J Appl Microbiol*. 2009; 106(4):1133-1139. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.04078.x>
27. Nakane H, Asami O, Yamada Y, *et al.* Effect of negative air ions on computer operation, anxiety and salivary chromogranin A-like immunoreactivity. *Int J Psychophysiol*. 2002; 46(1):85-89. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(02\)00067-3](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(02)00067-3)
28. Stepanova MI, Berezina NO, Aleksandrova IE, *et al.* [The use of interactive panels at school lessons and their effect on the wellbeing of users.] In: *Man. Health. Environment: Proceedings of the republican scientific and practical conference with international participation dedicated to hygienic aspects of primary medical disease prevention*. Minsk: BelMAPO Publ., 2019. Pp. 263-268. (In Russian).
29. Stepanova MI, Berezina NO, Polenova MA, *et al.* Assessment of students' well-being in training sessions using interactive panels. *Voprosy Shkol'noi i Universitetskoi Meditsiny i Zdorov'ya*. 2020; (1):22-27. (In Russian).