

На правах рукописи

АЛЕКСАНДРОВА
Ирина Эрнстовна

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО
ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ**

14.02.01 – Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Москва - 2018

Работа выполнена в НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Федерального государственного автономного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

Научный консультант:

Доктор медицинских наук, профессор **Степанова Марина Исааковна**

Официальные оппоненты:

Доктор медицинских наук, профессор **Богомолова Елена Сергеевна**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой гигиены

Доктор медицинских наук, доцент **Сазонова Ольга Викторовна**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков

Доктор медицинских наук, доцент **Устинова Ольга Юрьевна**
Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, заместитель директора по клинической работе

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « » 20 года в 14.00 часов на заседании Диссертационного совета Д 208.072.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 117997, г. Москва, ул.Островитянова, д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский университет имени Н.И. Пирогова» МЗ РФ по адресу: 117997, г. Москва, ул.Островитянова, д.1.
и на сайте www.rsmu.ru

Автореферат разослан « » 2018 года.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук

Бокарева Наталия Андреевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Показатели здоровья современных школьников, проводящих в условиях образовательных организациях не менее трети суток, имеют отчетливые негативные тенденции [Онищенко Г. Г., 2012; Сухарева Л. М., Баранова-Намазова Л. С., Рапопорт И. К., Звезда И. В., 2013; Богомолова Е. С., Шапошникова М. В., Бадеева Т. В с соавт., 2014; Баранов А. А., Кучма В. Р., Сухарева Л. М., 2014; Каркашадзе Г. А., Намазова-Баранова Л. С., Захарова И. Н. с соавт., 2017; Бекетова О. А., Рубцов С. А., 2017; Сетко Н. П., Апрелев А. Е., Булычева Е. В., Ясин И. А., 2017; Кучма В. Р., Милушкина О. Ю., Скоблина Н. А., 2018; Meilstrup С., Nielsen L., 2013; Edraki M., Parvizi N., Montaseri S., Pourahmad S., 2017; и др.]. К моменту завершения основного общего образования у учащихся отмечаются «наиболее высокие уровни функциональных нарушений и хронических нервно-психических расстройств, заболеваний системы пищеварения, а также функциональных отклонений и болезней органа зрения, костно-мышечной системы» [Рапопорт И. К., 2017; Кучма В. Р., 2017; и др.].

Известно, что вклад комплекса факторов внутришкольной среды в изменчивость показателей здоровья учащихся значителен [Сухарев А. Г., 2009; Ефимцева М. В., 2007; Игнатова Л. Ф., 2007; Мыльникова И. В., 2016; Зорина И. Г., 2017; Крига А. С., Бойко М. Н., Турбинский В. В., 2017; Сетко Н. П., Сетко А. Г., 2017; Елисеева Ю. В., Дубровина Е. А., Елисеев Ю. Ю., Истомин А. В., 2017; Gorodzinsky A. Y., Hainsworth K. R., Weisman S. J., 2011; Sekhar, D. L., Beiler, J. S., Schaefer, E. W., et al., 2016; Marx R., Tanner-Smith E. E., Davison C. M. et al., 2017; Tollit, M., Politis, J., Knight, S., 2018; и др.]. Из указанного комплекса наибольшую факторную нагрузку несут показатели, связанные с организацией образовательного процесса (объем учебной нагрузки, продолжительность учебного дня, учебной недели, организация перемен, урока, учебного расписания и т.п.) [Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Степанова М. И., 2009; Гозак С. В., Елизарова Е. Т., Парац А. Н., 2014; Суворова А. В., Якубова И. Ш., Иванова Н. П., 2014; Зайцева Н. В., Устинова О. Ю., Лужецкий К. П. с соавт., 2017; Filce, H. G., La Vergne L., 2015 и др.], при том, что эти факторы являются наиболее управляемыми и их оптимизация не требует особых материальных затрат. Вместе с тем, по данным Роспотребнадзора за последние годы максимальный рост нарушений гигиенических

требований в общеобразовательных школах выявлен именно в организации процесса обучения [Молдованов В. В., Сафонкина С. Г., 2014; Рябенко Т. П., 2015; Сафонкина С. Г., 2016; и др.].

Согласно Закону РФ «Об образовании в РФ» и Федеральным государственным образовательным стандартам общего образования, наряду с обеспечением безопасных условий обучения общеобразовательным учреждениям вменена обязанность активного использования средств информационно-коммуникационных технологий, электронного обучения.

В соответствии с Приказом Минобрнауки России от 30 марта 2016 г. № 336 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования», все учебные помещения школ должны быть оснащены мультимедийными комплектами (компьютер/ноутбук – проектор – интерактивная доска/экран) и подключены к мобильному Интернету. В образовательном процессе активно применяются электронные учебники. В 2018 году в соответствии с Постановлением Правительства Москвы (№844-ПП от 08.11.2017) «О грантах за вклад в развитие проекта «Московская электронная школа» началась массовая разработка электронных образовательных материалов для использования в процессе учебной деятельности.

Эти средства принципиально меняют характер учебной деятельности школьников, способствуют повышению эффективности образования, открывают практически безграничные возможности для доступа к информации, ее визуализации.

Массовое применение цифровых технологий в образовательном процессе способствует формированию, так называемой, интегрированной цифровой среды, которая характеризуется наряду с насыщением образовательной среды цифровым оборудованием созданием единого открытого информационно-образовательного пространства школы и свободного доступа к образовательным ресурсам, в котором происходит формирование у учащихся качеств и умений XXI века, таких, как медиаграмотность, умение мыслить глобально, способность к решению креативных задач. Отмечаются высокая активность, повышенный интерес и вовлеченность школьников за счет интерактивности, геймификации процесса образования. Визуальная стимуляция способствует произвольному запоминанию учащихся, выработке навыков и компетенций на основе мгновенной обратной связи [Долян Е. И., 2013;

Кондаков А. М., 2013, 2016; Укенов Н. К., Чугунова А. А., 2015; Коверина Д. И., 2017, Степанов С. Ю., Рябова И. В., Соболевская Т. А. с соавт., 2017; Кондаков А. М., Вавилова А. А., Григорьев С. Г. с соавт., 2018; и др.]

Вместе с тем, новая цифровая образовательная среда характеризуется целым комплексом факторов, обладающих потенциально негативным эффектом воздействия на развитие и здоровье детей [Платонова А. Г., Польша Н. С., Яцковская Н. Я. с соавт., 2015; Кучма В. Р., 2016, Левинский Х. Х., Грекова Н. А., Арбузов И. В., Полянская Ю. Н., 2017; и др.], среди которых - интенсификация умственной деятельности учащихся в условиях дефицита учебного времени, высокие зрительные нагрузки.

Степень разработанности темы исследования

В гигиене детства на протяжении десятилетий проводились исследования, касающиеся изучения процесса обучения в школе, нормирования трудности учебных занятий, их утомительности, построения урока и учебного расписания, использования технических средств обучения [Усищева Ц. Л., 1977, Громбах С. М., 1985; Агарков В. И., 1987, Глушкова Е. К., 1983; Степанова М. И., 1984–2003, Федорцева М. Б., 2007; Гребняк Н. П., Щудро С. А., 2010; Поленова М. А., 2013; Кучма В. Р., Степанова М. И., Текшева Л. М., 2013; Польша Н. С., 2013, Титова Ю. В., Транковская Л. В., Шепарев А. А. с соавт., 2014; Ткачук Е. А., 2015, Ефимова Н. В., Мыльникова И. В., Барсем М. И., Нехудова С. Б., 2016; Lai H.-R., Chou W.-L., 2015; Sundaravadhanan G., Selvarajan H. G., McPherson V., 2017; и др.]

Происходящие в школьном образовании перемены: активная интеграция в учебный процесс различных электронных средств обучения, изменения характера учебной деятельности и содержания школьных предметов, появление новых учебных дисциплин в сочетании с неблагоприятными показателями здоровья школьников требуют нового осмысления проблемы гигиенической оптимизации обучения [Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Храмов П. И., 2016; Кучма В. Р., 2017; и др.]

Решение проблем управления здоровьем обучающихся в условиях современной цифровой среды диктует необходимость выявления причинно-следственных связей между значимыми факторами школьной среды и показателями функционального состояния организма и здоровья на основе системного подхода и количественного измерения риска [Богомолова Е. С., Кузмичев Ю. Г., Писарева А. Н., 2017; Суворова

А. В., Якубова И. Ш., Масленникова М. М., 2017, Пахтусова Е. А., 2017; Зайцева Н. В., Устинова О. Ю., Лужецкий К. П. с соавт., 2017; и др.].

Остаются нерешенными вопросы изучения комплексного воздействия организации современного урока и учебного расписания на функциональное состояние организма учащихся. Отсутствуют единые гигиенические принципы их построения и оценки в условиях цифровой образовательной среды, востребованные в работе, как самой школы, так и в деятельности органов Роспотребнадзора как части системы управления санитарно-эпидемиологическим благополучием учащихся в образовательных организациях.

Все это обуславливает актуальность разработки и обоснования современных подходов к обеспечению гигиенической безопасности жизнедеятельности детей в процессе обучения, предусматривающих, в том числе, физиолого-гигиеническую оценку влияния на организм детей использования современных электронных средств обучения.

Цель исследования – научное обоснование системы гигиенических принципов организации обучения школьников в условиях цифровой образовательной среды, способствующих обеспечению и сохранению устойчивого уровня и благоприятной динамики функционального состояния их организма, умственной работоспособности.

Задачи исследования

1. Оценить влияние использования различных электронных средств обучения (компьютеров с жидкокристаллическим монитором, ноутбуков, интерактивных досок) на функциональное состояние организма учащихся и научно обосновать регламенты их безопасного использования.

2. Обосновать гигиенически рациональную организацию урока с использованием электронных средств обучения; разработать метод гигиенической оценки урока в условиях цифровой среды.

3. Провести анализ информационной значимости показателей, формирующих утомительность урока, разработать новые шкалы трудности учебных предметов для гигиенически рационального построения учебного расписания; создать алгоритм гигиенической оценки учебного расписания в школе (электронный методический комплекс).

4. Оценить взаимосвязи между показателями организации учебного процесса (урока, учебного расписания) в условиях цифровой образовательной среды и показателями функционального состояния организма учащихся с определением приоритетных рисков формирования неблагоприятной динамики их умственной работоспособности в процессе обучения.

5. Обосновать гигиенические принципы организации учебного процесса в школе как научную основу технологии обеспечения безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде.

Научная новизна и теоретическая значимость работы

1. Выявлены особенности влияния учебных занятий с использованием современных электронных образовательных средств (компьютеров с жидкокристаллическим монитором, ноутбуков, интерактивных досок) на функциональное состояние организма учащихся.

2. Установлены качественные и количественные характеристики связи между показателями функционального состояния организма школьников и показателями организации образовательного процесса (урок и учебное расписание); с использованием метода множественной регрессии построена математическая модель изменчивости показателей умственной работоспособности учащихся в зависимости от изменчивости показателей, характеризующих образовательный процесс.

3. Научно обоснованы приоритетные риски формирования неблагоприятной динамики умственной работоспособности в процессе обучения школьников в зависимости от показателей организации образовательного процесса.

4. С использованием методов многомерного факторного анализа установлена информационная значимость показателей, формирующих утомительность урока.

5. Научно обоснована система гигиенических принципов и технология обеспечения безопасных условий обучения для оптимизации современного образовательного процесса в школьной цифровой среде, реализация которых будет способствовать поддержанию оптимального функционального состояния организма и высокого уровня умственной работоспособности учащихся, профилактике школьно-обусловленных заболеваний.

Практическая значимость работы

Научно обоснованы гигиенические регламенты и рекомендации, направленные на поддержание оптимального уровня работоспособности, функционального состояния организма учащихся, предотвращение переутомления и других, негативных для здоровья последствий обучения в условиях цифровой образовательной среды.

Для составления гигиенически рационального учебного расписания обоснованы новые шкалы трудности учебных предметов.

Для оптимизации проведения социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля образовательного процесса в школе научно обоснован электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания; разработан метод оценки гигиенической рациональности урока.

Результаты работы использованы при подготовке пакета документов, предназначенных для органов Роспотребнадзора, образовательных учреждений и учреждений высшего образования.

Внедрение в практику гигиенических принципов организации современного учебного процесса и технологии обеспечения безопасных условий обучения на фоне активного использования цифровых образовательных средств создаст предпосылки для оптимизации функционального состояния организма учащихся, сохранения высокого уровня их умственной работоспособности и профилактики нарушений здоровья.

Методология и методы исследования. В рамках работы проведены нерандомизированные контролируемые исследования с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). Исследования выполнены в условиях естественного гигиенического эксперимента. Для изучения влияния обучения в цифровой образовательной среде на функциональное состояние организма школьников применялся комплекс гигиенических, физиологических, психофизиологических, социологических, а также статистических методов исследования.

Положения, выносимые на защиту.

1. Обучение в условиях цифровой среды сопровождается неоднозначным влиянием на ФСО школьников: использование ЭСО в пределах возрастных регламентов способствует улучшению умственной работоспособности, оптимизации функции зрительного анализатора, эмоционального состояния, повышает мотивацию к обучению;

превышение временных регламентов использования ЭСО и интенсификация учебной деятельности обуславливает негативную динамику ФСО учащихся.

2. Формирование утомления школьников в условиях цифровой образовательной среды в значительной степени определяется комплексом факторов, включающих: нерациональные с гигиенических позиций использование ЭСО, организацию урока и построение школьного расписания.

3. Обучение в условиях гигиенически нерациональной организации учебного процесса (высокая интенсификация учебной деятельности; частая смена ее видов; школьное расписание, построенное без учета шкалы трудности учебных предметов и динамики умственной работоспособности учащихся) повышает более чем в 2 раза риск распространенности явного и выраженного утомления школьников.

4. Созданию безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде будет способствовать реализация обоснованных гигиенических принципов организации учебного процесса.

Степень достоверности результатов. Научные положения и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, базируются на репрезентативном количестве исследований свыше 2500 школьников в условиях естественно-гигиенического эксперимента, включающем физиологические и социологические методы; более 2000 гигиенических исследований показателей, характеризующих условия и организацию учебного процесса, и их влияние на ФСО учащихся. Результаты работы подвергнуты адекватному статистическому анализу (методы вариационной статистики, методы оценки достоверности результатов, факторный, кластерный анализ, корреляционно-регрессионный анализ, определение относительного риска по правилам доказательной медицины).

Внедрение результатов исследования. Материалы исследования использованы при разработке следующих документов:

1) СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях» (Изменение № 3 от 24.11.2015);

2) «Школы здоровья в России: принципы и организация работы. Мониторинг развития и эффективность: пособие / под ред. В. Р. Кучмы. М.: Просвещение, 2012»;

3) «Гигиенические требования к организации занятий с использованием средств информационно-коммуникационных технологий (методические рекомендации: Гигиена детей и подростков. Сборник нормативно-методических документов / под ред. член-корр. РАМН В. Р. Кучмы. М.: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН, 2013»;

4) «Системная диагностика санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся: руководство / под ред. В. Р. Кучмы. М.: ФГБНУ НЦЗД, 2014. 304 с.» (Руководство депонировано и зарегистрировано в Российском авторском обществе 22.01.2014 № 014-003081);

5) Федеральные рекомендации по оказанию медицинской помощи обучающимся «Контроль за соблюдением санитарно-гигиенических требований к условиям и организации занятий с использованием электронных средств обучения в образовательных организациях» (ФР РОШУМЗ – 31-2016. Утверждены Профильной комиссией Минздрава России 10.10.2015, протокол № 6 и на V Конгрессе РОШУМЗ 10.10.2016).

6) База данных «Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания». Авторы: Александрова И. Э., Степанова М. И., Курганский А. М. Свидетельство о государственной регистрации № 2017621265 от 01.11.2017.

Результаты исследования включены в учебный процесс кафедры гигиены детей и подростков педиатрического факультета ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (протокол № 3 от 28.02.2018).

Материалы исследования использованы при разработке практических занятий для студентов лечебного и педиатрического факультетов ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова (протокол №02/02 от 28.02.2018).

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: III Всероссийском конгрессе с международным участием по школьной и университетской медицине (Россия, Москва, 25–27.02.2012); XI съезде гигиенистов и санитарных врачей «Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ» (Россия, Москва, 29–30.03.2012); 4-м Европейском Конгрессе Школ, содействующих здоровью «Равенство, образование и

здоровье» (Дания, Оденсе, 7–9.10.2013); Межрегиональном семинаре-совещании «Школа – территория современного образования и формирования здоровья (Россия, Москва 26.02.2014); IV Всероссийском конгрессе с международным участием по школьной и университетской медицине (Россия, С.-Петербург, 15–16.05.2014); III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новой школе – здоровые дети» (Россия, Воронеж, 23–25.10.2014.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся в образовательных организациях: проблемы, пути решения и технологии обеспечения» (Россия, Москва, 24–25.11.2015); IV международной научно-практической конференции «С новыми образовательными технологиями к новым образовательным результатам: международный опыт и лучшие российские практики (Строим школу XXI века: мобильное образование в мобильном мире)» (Россия, Москва, 14–15.04.2016); научно-практической конференции «Актуальные вопросы школьной медицины в Арктическом регионе» (Россия, Новый Уренгой, 26.02.2016); научно-практической конференции «Инновации в области профилактической медицины и здоровьесберегающей педагогики в современных условиях подготовки детей и подростков к трудовой деятельности» (Россия, Архангельск, 25–28.06.2016); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность», посвященной 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (Россия, Москва, 9–10.11.2016); V Национальном конгрессе по школьной и университетской медицине с международным участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи (Россия, Москва, 10–11 октября 2016); межрегиональной научно-практической конференции «Безопасная образовательная среда в современной школе» (Россия, Москва, 23.03.16); XVIII съезде педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии» (Россия, Москва, 17–19 февраля 2017); Межрегиональной научно-практической конференции «Здоровьеформирующая среда в современной школе» (Москва, 31 октября 2017 г.); на 19-м Конгрессе EUSUHM «Mind the gap! Building bridges to health for all young people» (Belgium, Leven, 6–8.09.2017).

Личный вклад автора. Автор является исполнителем научно-исследовательской темы, в рамках которой выполнено настоящее исследование. Автор лично определила цель и задачи исследования, методические подходы к их выполнению, принимала участие в естественно-гигиеническом эксперименте в составе бригады в сборе первичных материалов. Автором проведено формирование баз данных, статистическая обработка материалов исследования, анализ полученных результатов, написана и оформлена рукопись.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.02.01 – Гигиена. Полученные результаты соответствуют области исследования специальности, конкретно пунктам 1 и 4.

Публикации. По материалам исследования опубликовано 26 научных работ, в том числе 17 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций, получено 1 свидетельство о государственной регистрации объектов интеллектуальной собственности базы данных.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 198 страницах машинописного текста, включает введение, аналитический обзор литературы, главу по организации работы, объему и методам исследования, 4 главы результатов собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, приложения. Список литературы состоит из 254 отечественных и 53 иностранных источников. Работа иллюстрирована 41 таблицей, 20 рисунками, содержит 4 приложения.

Содержание работы

Организация, методы и объем исследования

В основу работы положены материалы комплексных исследований по изучению влияния школьного обучения с использованием цифровых средств на функциональное состояние организма, самочувствие и учебную мотивацию свыше 4600 учащихся 1–9-х классов общеобразовательных учреждений городов Москвы, Нижнего Новгорода, Сыктывкара, Чебоксары, Иваново, Смоленска.

Для выполнения поставленных в работе задач исследования проводились непосредственно на уроках, где использовались электронные средства обучения (ЭСО),

а также на традиционных занятиях (без использования ЭСО - контроль) в динамике учебного дня и недели.

Динамика функционального состояния ЦНС учащихся оценивалась с помощью корректурной пробы (Громбах С. М., 1975), психофизиологических методик: простая зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и реакции на движущийся объект (РДО). Для характеристики функционального состояния зрительного анализатора изучали аккомодационную деятельность глаза, критическую частоту слияния мельканий (световых) – КЧСМ. Оценка эмоционального состояния детей проводилась по методике цветописи. (Лутошкин А. Н., 1977). На основе данных хронометражных исследований определяли уровень интенсификации учебной работы – показатель плотности урока. В работе использовался как индивидуальный, так и групповой хронометраж учебной деятельности учащихся, а также фотохронометраж (фоторегистрация) положения тела (в т. ч. расстояния по линии взора от глаз до поверхности экрана монитора – «зрительной дистанции»). Для решения поставленных задач были разработаны и использованы: анкета для педагогов и учащихся по оценке влияния применения интерактивных досок на уроке на самочувствие и жалобы; анкета для педагогов для оценки гигиенической адекватности построения школьного урока; анкета для учащихся для изучения трудности учебных предметов условиях цифровой среды. Для установления степени соответствия вопросов анкет изучаемым темам была проведена их валидизация и подтверждена их надежность.

В учебных помещениях перед началом исследования были выполнены замеры искусственной освещенности на рабочих местах учащихся, поверхности учебных досок (традиционных, интерактивных), параметров микроклимата (температура и влажность воздуха) в учебных помещениях. Статистическая обработка полученных материалов проведена с использованием параметрических и непараметрических методов анализа: в т. ч. множественного регрессионного анализа, факторного, кластерного анализа. Относительный риск – вероятность появления определенного исхода в функциональном состоянии организма школьников в зависимости от фактора учебной среды - определяли по правилам доказательной медицины с использованием четырехпольных таблиц сопряженности. Формирование и обработка баз данных осуществлялась в программах Excel 2010, SPSS Statistics, 2010 (version 19). Объем выполненных исследований представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Объем и методы исследований

| <i>Методы</i> | <i>Объем</i> |
|--|--|
| 1. Количество учащихся 1- 9-х классов | 2757 |
| 2. Количество корректурных тестов | 7376 |
| 3. Оценка эмоционального состояния (исследований) | 7376 |
| 4. Измерение КЧСМ (исследований) (прибор «Свето-тест») | 6135 |
| 5. Психофизиологическая диагностика с использованием диагностического оборудования «Нейрософт»: – ПЗМР (исследований) – РДО (исследований) | 209 209 |
| 6. Измерение объема аккомодации (исследований) | 4900 |
| 7. Хронометраж учебной деятельности (уроки) | 256 |
| 8. Хронометраж рабочей позы учащегося (фотохронометраж) (исследований) | 75 |
| 9. Анкетирование педагогов по оценке влияния ИД на самочувствие | 145 |
| 10. Анкетирование учащихся по оценке влияния ИД на самочувствие | 194 |
| 11. Анкетирование учащихся для определения трудности учебных предметов | 1879 |
| 12. Анкетирование педагогов для выявления гигиенической рациональности организации урока | 310 |
| 13. Гигиеническая оценка учебного расписания – недельного – дневного | 561 2805 |
| 14. Гигиеническая оценка организации урока | 460 |
| 15. Гигиеническая оценка световой среды (прибор «ТКА-ПКМ»/02) | 50 |
| 16. Гигиеническая оценка микроклимата учебных помещений (прибор «ТКА - ПКМ» - 20) | 50 |
| 16. Статистическая обработка данных (базы данных, графики, таблицы) – используемое программное обеспечение | Excel 2010, SPSS Statistics 19, 2010 |

Исследование проводилось по трем направлениям. Дизайн исследования (общий и по направлениям) представлен на Рисунках 1 – 4.



Рисунок 1 – Дизайн исследования (общий)



Рисунок 2 – Дизайн I направления исследования



Рисунок 3 – Дизайн II направления исследования



Рисунок 4 – Дизайн III направления исследования

Результаты исследования

В рамках первого направления исследования на основе комплексной оценки условий обучения; самочувствия и параметров функционального состояния организма 2552 учащихся 1–9-х классов проведено обоснование гигиенических регламентов использования наиболее распространенных электронных средств обучения: интерактивная доска проекционного типа, компьютер с жидкокристаллическим монитором, ноутбук. ЭСО имели разрешительные документы для использования в образовательных учреждениях для детей.

Обучение школьников проводилось в первую смену. Недельная образовательная нагрузка соответствовала гигиеническим требованиям.

Перед началом исследований в учебных помещениях, где они проводились, были скорректированы в соответствии с требованиями санитарных правил: расстановка учебной мебели и ее соответствие ростовым показателям учащихся, углы видимости интерактивной доски. Показатели световой среды учебных помещений полностью соответствовали действующим гигиеническим требованиям, показатели микроклимата (температура и влажность воздуха) в 95,0% случаев. В числе единичных нарушений регистрировали: превышение оптимальной температуры (более 24°C) и снижение относительной влажности воздуха в классе (менее 40%).

Интерактивные доски, ставшие неотъемлемой частью современного образовательного процесса, представляют собой большой сенсорный экран, подсоединенный к компьютеру, изображение с которого передает на доску проектор. Установлено, что применение в учебном процессе интерактивной доски эмоционально активизирует деятельность ЦНС школьников, что выражается в повышении их умственной работоспособности и учебной мотивации. Это подтверждается данными анкетирования педагогов и учащихся. По мнению 89,0% педагогов, использование на уроке интерактивной доски повышает учебную мотивацию учащихся. Большинство школьников (82,5%±3,5) ответили, что с применением ИД урок становится более интересным, понятным, наглядным.

Сравнительный анализ показал более благоприятное воздействие таких уроков с применением ИД на ФСО учащихся начальных классов. Например, в 1-2-х классах распространенность изменений УР, отражающих явное и выраженное утомление, была значимо больше после уроков без использования ИД (43,3%), чем с использованием ИД

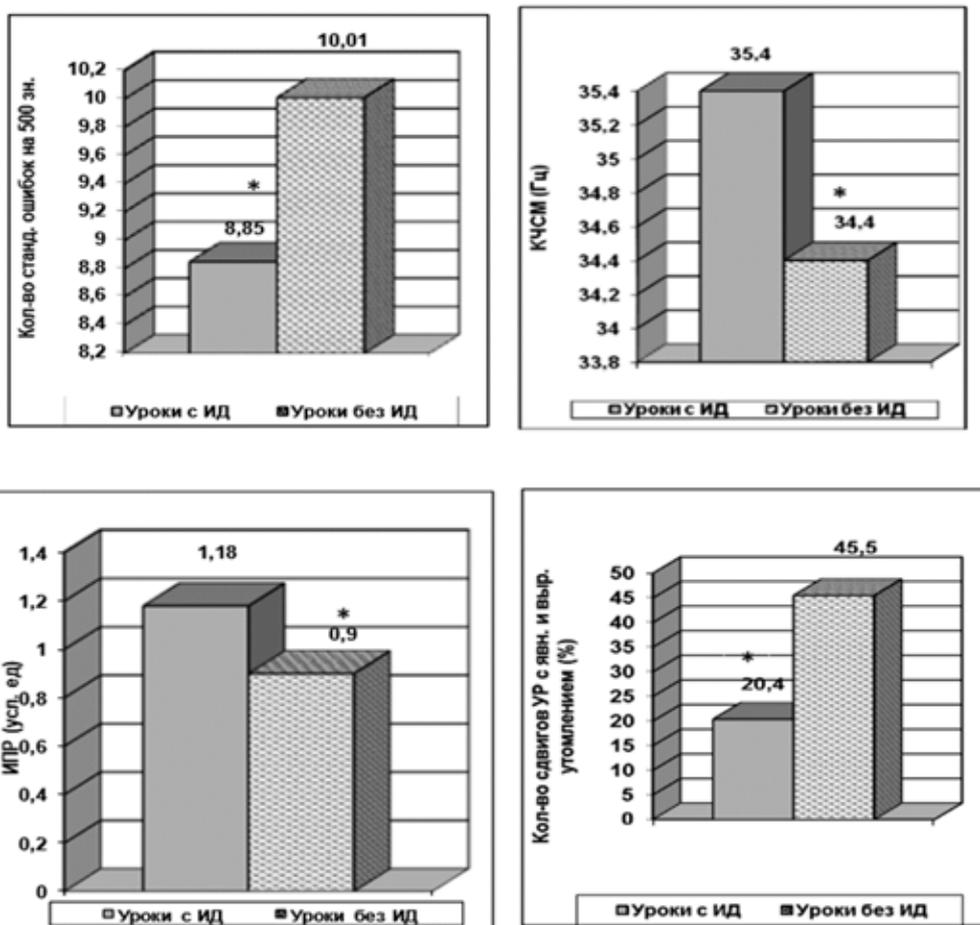
(26,9%), в конце которых у учащихся регистрировали и меньшее число дискомфортных эмоциональных состояний, лучшие показатели КЧСМ и больший объем выполненной работы ($p < 0,001$) (Таблица 2).

Таблица 2 - Показатели ФСО учащихся 1-2-х классов после уроков с использованием и без использования ИД

| Показатели ФСО учащихся | Уроки с использованием ИД | Уроки без использования ИД |
|---|---------------------------|----------------------------|
| N | 276 | 181 |
| Кол-во просмотренных знаков, (M±m) | 159,2±2,9 | 141,3±3,4** |
| Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., (M±m) | 6,9±0,16 | 6,65±0,19 |
| ИПР, усл. ед. | 1,74 | 0,63 |
| Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %, M±m | 26,9±2,7 | 43,3±3,6** |
| Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, % M±m | 26,6±2,8 | 37,4±3,5* |
| КЧСМ, Гц, M±m | 36,7±0,3 | 34,3±0,3** |
| Кол-во измерений | 100 | 92 |

Примечание – * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$.

У учащихся средних классов показатели УР, КЧСМ на уроках с применением ИД в динамике учебного дня значимо не менялись, выявлена невысокая распространенность случаев явного и выраженного утомления (26,4%), что говорит об отсутствии напряжения функционального состояния ЦНС. При сравнении показателей ФСО учащихся после уроков с использованием и без использования ИД мы получили более благоприятные реакции организма учащихся в ответ на учебную деятельность, подкрепленную применением ИД. На уроках с использованием ИД учащиеся 3-4 классов имеют значимо лучшие показатели, характеризующие умственную работоспособность, состояние зрительного анализатора (КЧСМ) (Рисунок 5).



Примечание – * – различия значимы при $p < 0,05$.

Рисунок 5- Показатели ФСО учащихся 3-4-х классов на уроках с использованием и без использования ИД

В отличие от традиционной организации занятия физиологическая стоимость уроков при использовании ИД была ниже, что обусловлено активизирующим ее влиянием на ЦНС, повышением учебной мотивации и работоспособности учащихся. Полученные данные согласуются с результатами научных исследований по оценке влияния технических средств обучения «первого поколения» (диапроекторов, магнитофонов, телевизоров и др.) на ФСО учащихся [Глушкова Е. К., 1983].

Являясь фактором, оптимизирующим учебный процесс, интерактивная доска при нерегламентированном ее использовании может значительно повышать интенсификацию учебной деятельности, риск развития переутомления школьников, что обуславливает появление и ряда жалоб на самочувствие учащихся и педагогов. Более половины ($55,0 \pm 2,8\%$) опрошенных педагогов указали, что использование ИД вызывает у них более выраженное (по сравнению с традиционными уроками) снижение зрительной и умственной работоспособности, $18,3 \pm 2,7\%$ респондентов отмечали

симптомы зрительного утомления у своих воспитанников. При этом часть опрошенных учащихся жаловалась на усталость глаз ($9,5 \pm 2,1\%$), усталость спины, шеи ($5,7 \pm 1,6\%$), яркий свет от доски или проектора ($12,2 \pm 2,3\%$), высокое расположение доски и необходимость запрокидывать голову ($17,0 \pm 2,7\%$).

Ускорение темпа работы, увеличение информационной и зрительной нагрузки и вероятности развития выраженного утомления, обуславливают необходимость гигиенической регламентации применения ИД на уроке. Особенности использования ИД не позволяют обосновать регламенты непрерывной длительности ее использования на учебном занятии, в связи с чем была выполнена регламентация суммарного времени ее применения.

У школьников 1-2-х классов ФС зрительного анализатора существенно изменялось только после уроков с суммарной продолжительностью использования ИД 30 мин: значимо ухудшались показатели, отражающие зрительную работоспособность (КЧСМ ($p < 0,05$), объем аккомодации ($p < 0,01$), а частота явного и выраженного утомления превышала популяционный уровень (35%). После уроков с меньшей продолжительностью применения ИД (15–25 мин) ухудшения ФСО учащихся не отмечалось.

Анализ влияния уроков с различной длительностью использования ИД на функциональное состояние организма учащихся 3-4-х классов выявил снижение функциональных возможностей после занятий, где доска применялась свыше 30 минут: уменьшалось число просмотренных знаков в корректурных тестах ($p < 0,05$), количество ошибок увеличивалось с 5,73–6,6 до 7,49 ($p < 0,01$), снижался ИПР; 43,5% детей заканчивали урок с признаками явного и выраженного утомления; ухудшалась зрительная работоспособность (показатели КЧСМ снижались с 37,2 до 36,2 Гц; $p < 0,05$) (Таблица 3).

В начальных классах в течение учебного дня ИД, как правило, использовалась не более чем на трех уроках. Дневная динамика показателей ФСО учащихся при использовании ИД в большинстве случаев свидетельствует об отсутствии отличий (а по величине ИПР и распространенности явного и выраженного утомления – имеют лучшие значения) по сравнению с аналогичными показателями в те дни, когда ИД на уроках не использовалась.

Таблица 3 – Показатели ФСО и учебной деятельности учащихся 3-4-х классов на уроках с различной суммарной продолжительностью использования ИД

| Показатели | Суммарная продолжительность использования ИД в минутах | | | | | Урок без ИД (VI) | Значимость различий (P) |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| | 15 (I) | 20 (II) | 25 (III) | 30 (IV) | Более 30 (V) | | |
| Кол-во исследований | 369 | 144 | 94 | 80 | 78 | 171 | |
| Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$ | 208,0 \pm 3,8 | 210,5 \pm 6,5 | 212,7 \pm 7,1 | 209,6 \pm 7,7 | 189,8 \pm 7,6 | 209,4 \pm 5,7 | |
| Кол-во стандартизированных ошибок на 500 знаков, $M \pm m$ | 6,50 \pm 0,18 | 6,60 \pm 0,21 | 5,84 \pm 0,25 | 5,72 \pm 0,27 | 7,40 \pm 0,31 | 5,02 \pm 0,17 | $P_{IV-V} < 0,05$ |
| ИПР, усл. ед. | 1,26 | 1,2 | 1,17 | 1,19 | 0,79 | 1,38 | |
| Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, % | 34,8 \pm 3,2 | 35,3 \pm 4,7 | 32,5 \pm 5,2 | 33,3 \pm 5,3 | 43,5 \pm 5,6 | 29,2 \pm 4,4 | $P_{V-VI} < 0,05$ |
| Кол-во ДЭС, % | 22,4 \pm 2,2 | 26,3 \pm 3,7 | 26,1 \pm 4,5 | 27,5 \pm 4,9 | 32,3 \pm 5,3 | 20,5 \pm 3,2 | |
| КЧСМ, $M \pm m$, Гц | 37,7 \pm 0,13 | 37,5 \pm 0,21 | 37,5 \pm 0,28 | 37,2 \pm 0,32 | 36,2 \pm 0,29 | 37,4 \pm 0,2 | $P_{IV-V} < 0,05$ |
| Кол-во измерений | 470 | 160 | 75 | 63 | 57 | 116 | |

Учитывая вышеизложенное, безопасная продолжительность применения ИД в течение учебного дня составляет: в 1-2-х классах – не более 1 часа 20 минут; в 3-4-х классах – 1 часа 30 минут.

Показатели УР на уроках с применением ИД у учащихся средних классов практически не изменялись от начала к концу учебного дня. При использовании ИД более двух часов в течение учебного дня получены однонаправленные изменения сложной сенсомоторной реакции на движущийся объект (РДО), выражающиеся в снижении скорости и точности реагирования и ухудшении сбалансированности нервных процессов: от начала к концу занятий статистически значимо уменьшалась доля школьников с уравновешенным состоянием нервных процессов с 43,0 \pm 13,2% до 0 ($p < 0,01$); увеличивалось количество учащихся с преобладанием процессов возбуждения с 22,0 \pm 9,8% до 67,0 \pm 6,90% ($p < 0,001$) и с преобладанием силы торможения – с 36,0 \pm 11,3% до 71,0 \pm 10,6% ($p < 0,05$) (Таблица 4).

Таблица 4 - Динамика показателей РДО у школьников 7–8-х классов в зависимости от длительности использования ИД на уроках

| Кол-во иссл. п | Суммарная продолжительность использования ИД в течение учебного дня (мин) | Показатели РДО | | | | | | Р |
|----------------|---|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|
| | | Преобладание силы возбуждения, % | | Преобладание силы торможения, % | | Уравновешенность нервных процессов, % | | |
| | | До занятий (I) | После занятий (II) | До занятий (III) | После занятий (IV) | До занятий (V) | После занятий (VI) | |
| 17 | 63,0 | 44,0±12,0 | 38,0±11,4 | 44,0±12,0 | 39,0±11,4 | 11,0±7,6 | 25,0±10,5 | |
| 12 | 88,0 | 17,0±9,1 | 33,0±11,4 | 83,0±10,8 | 50,0±14,4 | – | 17,0±9,1 | |
| 18 | 115,0 | 36,0±11,3 | 29,0±10,6 | 36,0±11,3 | 71,0±10,6 | 27,0±10,6 | 0 | $P_{III-IV} < 0,05$ |
| 18 | 124,0 | 22,0 ±9,8 | 67,0 ±6,9 | 56,0±11,6 | 33,0±11,1 | 22,0±9,8 | 0 | $P_{I-II} < 0,001$ |
| 14 | 143,0 | 43,0±13,2 | 71,0±10,6 | 14,0±9,2 | 29,0±12,1 | 43,0±13,2 | 0 | $P_{IV-V} < 0,01$ |

Это свидетельствует как об активизирующем, возбуждающем, так и утомительном влиянии учебных занятий с ИД на ФС ЦНС организма ребенка. Учитывая тот факт, что в течение учебного дня ИД использовали не более чем на 4 уроках, можно заключить, что среднее за урок суммарное время применения электронной доски составило 30 минут.

Таким образом, безопасная суммарная продолжительность использования интерактивной доски на уроках в средних классах – не более 30 минут. Соответственно общая продолжительность ее применения в течение учебного дня – не должна превышать 2 часов.

На современном уроке широко используются такие электронные средства обучения как персональный компьютер, ноутбук.

В зависимости от продолжительности работы за компьютером с ЖК-монитором в ходе исследований получена различная динамика показателей ФСО школьников, что послужило основой гигиенической регламентации его непрерывного использования на уроке.

Изучение показателей умственной работоспособности учащихся 1-2-х классов на уроках с использованием ПК в течение 15–20 минут выявило некоторое ее ухудшение, что обусловлено значительной интенсификацией учебной работы (92,0%) и высокой частотой смен видов учебной деятельности (больше 7), вместе с тем величина

интегрального коэффициента работоспособности превышала характерную (1,0 усл.ед.) для школьной популяции (1,7 усл. ед. и 1,3 усл. ед.). При непрерывном использовании ПК более 20 минут (при относительно оптимальных показателях плотности урока 79,0–80,0% и частоте смен видов учебной деятельности – б) снижение умственной работоспособности ($p < 0,05$) связано с тем, что такая непрерывная продолжительность работы за ПК превышает функциональные возможности детей этого возраста. Полученные результаты свидетельствуют о том, что степень утомительности уроков с использованием ЭСО в значительной степени зависит не только от длительности их использования, но и от организации урока, прежде всего, от степени интенсификации учебной деятельности учащихся.

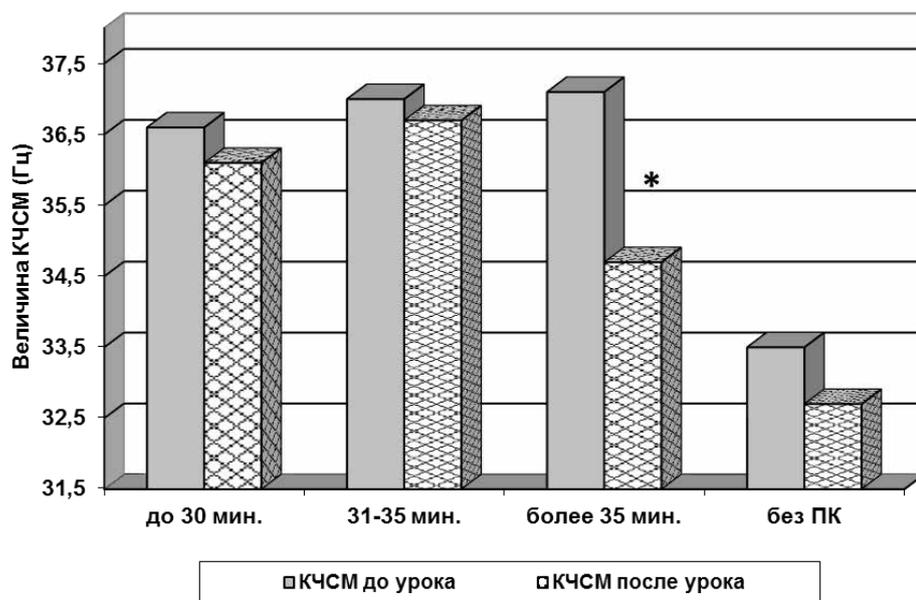
У учащихся 3-4-х классов непрерывные занятия за ПК более 25 минут приводили к снижению УР (уменьшение количества просмотренных знаков с 242,6 до 214,5; увеличение ошибок – с 3,0 до 8,5); к существенному ухудшению зрительной работоспособности (КЧСМ: с 35,8 Гц до 33,0 Гц ($p < 0,01$), уменьшению показателя объема аккомодации с 9,6 до 9,4 дптр) .

У учащихся 5-6-х классов в динамике 30-минутной длительности работы за ПК в сочетании с высокой интенсивностью учебной деятельности (95,0%) регистрировали снижение качественных и количественных показателей УР ($p < 0,05$) на фоне стабильных в динамике урока показателей зрительной работоспособности. При увеличении непрерывной продолжительности занятий с ПК свыше 30 минут на фоне плотности урока 80% показатели УР и объема аккомодации зрительного анализатора оставались стабильными, но происходило значимое ухудшение показателей, характеризующих центральное звено зрительного анализатора – КЧСМ (34,9 Гц против 36,8 Гц, $p < 0,01$). У этих же учащихся после уроков без использования ПК при плотности урока – 80% подобных изменений не выявлено (Таблица 5).

Таблица 5 – Динамика показателей ФСО и характеристика учебной деятельности учащихся 5-6-х классов в зависимости от продолжительности работы за ПК

| Показатели | Непрерывная продолжительность работы за ПК | | | | | | Уроки без ПК | | Значимость различий (P) |
|---|--|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------------|--|
| | До 25 минут | | 25–30 мин | | более 30 минут | | до урока (VII) | после урока (VIII) | |
| | до урока (I) | после урока (II) | до урока (III) | после урока (IV) | до урока (V) | после урока (VI) | | | |
| Кол-во исследований | 40 | 40 | 178 | 181 | 108 | 108 | 26 | 26 | |
| Число просмотренных знаков, M±m | 374,8±14,1 | 317,6±12,7 | 336,2±6,1 | 299,0±5,4 | 318,0±7,2 | 321,5±7,6 | 314,5±18,2 | 293,6±16,8 | P _{I-II} < 0,05 P _{III-IV} < 0,05 |
| Число стандартизированных ошибок, M±m | 4,7±0,34 | 8,34±0,46 | 4,8±0,17 | 7,19±0,20 | 6,62±0,25 | 7,41±0,26 | 6,42±0,5 | 6,37±0,5 | P _{I-II} < 0,05 P _{III-IV} < 0,05 |
| Кол-во сдвигов работоспособности с явным и выраженным утомлением, % | | 63,2±7,1 | | 47,4±3,8 | | 33,3±4,5 | | 19,2±7,7 | P _{II-VIII} < 0,01 P _{IV-VIII} < 0,01 |
| КЧСМ, Гц | 36,1±0,38 | 36,3±0,34 | 37,1±0,32 | 36,5±0,29 | 36,8± 0,52 | 34,9±0,30 | 34,2±0,41 | 33,7±0,59 | P _{V-VI} < 0,01 |
| ОА, дптр | 10,6±0,24 | 11,23±0,2 | 9,77±0,27 | 10,16±0,2 | 9,57±0,13 | 9,48±0,32 | 10,88±0,3 | 11,92±0,3 | |
| КУ% | | -5,7 | | -4,4 | | + 0,9 | | -9,6 | |
| Плотность урока, % | 95 | | 92–95 | | 75–80 | | 80 | | |
| Кол-во смен видов деятельности на уроке | 9 | | 8-9 | | 6-7 | | 7 | | |

Установлено, что у подростков 7–9-х классов уроки, на которых ПК непрерывно использовался не более 30 минут, не вызывали значимых изменений в показателях УР, КЧСМ и ОА. Однако увеличение продолжительности работы за ПК свыше 35 минут приводило к значимому снижению значений КЧСМ после уроков по сравнению с доурочными значениями (34,7 Гц против 37,1 Гц; $p < 0,01$) (Рисунок 6).



Примечание – * – различия значимы при $p < 0,05$.

Рисунок 6 – Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора учащихся 7–9-х классов в зависимости от продолжительности занятий за ПК

После аналогичных уроков, но без использования ПК, значения КЧСМ у подростков существенно не изменялись по сравнению с началом урока.

Проведенные исследования позволили обосновать регламенты безопасной работы за ПК с ЖК-монитором для учащихся разного возраста.

Таким образом, непрерывная длительность использования ПК с ЖК-монитором на уроке для учащихся 1-2-х классов – не должна превышать 20 минут; для учащихся 3-4-х классов – не более 25 минут; для учащихся 5-6-х классов – не более 30 мин; для учащихся 7–9-х классов – не более 35 минут при соблюдении условий, регламентируемых санитарным законодательством (требования к организации урока, рабочего места учащегося, показателям микроклимата, освещенности и др.).

Наряду с ПК в общеобразовательных учреждениях, особенно в начальных классах, используют ноутбуки. Применение НБ не требует специальных помещений и может осуществляться в закрепленном за классом учебном помещении, где мебель подобрана в соответствии с длиной тела учащихся. Вместе с тем конструктивные

особенности ноутбуков (НБ), когда монитор и клавиатура жестко скреплены между собой, создают определенные трудности для поддержания оптимальной рабочей позы и зрительной дистанции между монитором и глазами младшего школьника.

Серия исследований, выполненных для определения безопасных регламентов использования НБ, показала, что наиболее высокий уровень УР учащихся 1-2-х классов регистрировали при работе за НБ продолжительностью 15 мин. и 20 мин. При увеличении времени работы с НБ до 25 минут и более уровень УР значительно снижался (128,9 знаков против 138,5; $P < 0,05$ и 9,74 ошибок против 8,06; $P < 0,01$); величина КЧСМ была ниже, чем на уроке с меньшей продолжительностью занятий с НБ ($p < 0,05$).

У учащихся 3-4-х классов непрерывные занятия с НБ до 25 мин. не вызывали изменения уровня УР, а увеличение длительности этой работы до 30 минут и более приводило к снижению функциональных возможностей: интегральный показатель УР снижался до с 1,16 до 0,54–0,75 усл. ед., значительно снижался показатель КЧСМ ($p < 0,05$). Значительный процент детей, заканчивающих уроки с признаками сильного и выраженного утомления (42,0%), обусловлен повышенной интенсификацией учебного труда (88,7–89,5%), что и вызывало снижение сопротивляемости развитию утомления. Причем по влиянию на ФСО учащихся уроки с длительностью применения НБ не более 25 минут были аналогичны традиционным урокам (без использования НБ). На уроках с более продолжительным использованием НБ (25 минут и более) интенсивность учебной деятельности была в пределах ее оптимальных величин (65,0–65,2%), однако это не способствовало снижению утомления учащихся: более половины учащихся заканчивали уроки с признаками переутомления, что уже обусловлено тем, что такая длительность превышает функциональные возможности детей этой возрастной группы.

Учитывая конструктивные особенности НБ, была проведена серия исследований для отслеживания изменений позы школьников при работе за ноутбуком. Использование метода фотохронометража положения тела (в т. ч. расстояния от глаз до поверхности монитора) через определенные фиксированные промежутки времени позволило установить, что лишь у 30% учащихся 2–4-х классов изначально расстояние от глаз до экрана (зрительная дистанция) соответствовало оптимальному – не менее 50 см. В процессе работы зрительная дистанция постепенно сокращалась на 5–10 см:

после 10 минут работы с НБ лишь 13,4% обследуемых школьников сохранили оптимальную зрительную дистанцию.

Таким образом, при работе с НБ большинство школьников не соблюдают физиологически оптимальную рабочую позу, что является дополнительным фактором риска развития нарушений зрения и костно-мышечной системы.

Поскольку использование ноутбуков у учащихся начальных классов не обеспечивает возможность соблюдения благоприятной рабочей позы, для профилактики этих нарушений целесообразно использовать выносную (дополнительную) клавиатуру. При соблюдении оптимального уровня интенсификации учебной работы (60–80%) и условий в учебных помещениях, рекомендуемых санитарным законодательством, безопасная непрерывная продолжительность использования НБ на уроках в 1-2-х классах составляет не более 20 мин., в 3-4-х классах – не более 25 минут.

Современная практика школьного обучения нередко предполагает одновременное применение нескольких электронных средств обучения на уроке, что, как показали наши исследования, существенно увеличивает объем предъявляемой школьнику информации, повышает интенсивность учебной деятельности. Уроки с использованием двух видов ЭСО (ИД и ноутбука) оказались более утомительны для младших школьников, чем уроки с использованием одного вида ЭСО или уроки без их использования, о чем свидетельствует динамика показателей УР. Так, учащиеся на уроках, где использовали ИД и НБ, значительно меньше просматривали знаков ($p < 0,01$), делая при этом больше ошибок: 8,96 против 6,7 (на уроках с НБ) и 6,02 (на уроках без ЭСО) ($p < 0,01$) (Таблица 6).

Изучение ФС центрального звена зрительного анализатора также выявило более высокие значения КЧСМ после традиционных уроков по сравнению с уроками, где использовали 2 вида ЭСО (37,5 Гц против 36,9 Гц, $p < 0,01$). Интенсификация учебной работы при использовании двух видов ЭСО достигала 92,3%. При использовании одного ЭСО она была несколько ниже, хотя тоже достаточно высока – 90,7%. Плотность уроков без применения ЭСО не превышала оптимальные значения и составляла 71,2%.

Таблица 6 – Показатели ФСО и учебной деятельности учащихся 2–4-х классов после уроков с использованием ЭСО и после традиционных уроков

| ПОКАЗАТЕЛИ | Уроки с ИД и НБ (I) | Уроки с НБ (II) | Уроки без ЭСО (III) | P |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|---|
| Кол-во исследований | 311 | 322 | 487 | |
| Кол-во прослеженных знаков, $M \pm m$ | 180,9 \pm 2,7 | 191,0 \pm 6,2 | 203,3 \pm 2,5 | $P_{I-II} < 0,01$ |
| Кол-во стандартизированных ошибок (на 500 зн.), $M \pm m$ | 8,96 \pm 0,17 | 6,7 \pm 0,30 | 6,02 \pm 0,11 | $P_{I-II} < 0,01$ $P_{I-III} < 0,01$ |
| Интегральный показатель работоспособности, усл. ед. | 0,68 | 1,0 | 1,02 | |
| Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, % | 47,3 \pm 2,8 | 42,0 \pm 2,5 | 41,3 \pm 2,2 | |
| КЧСМ, Гц | 36,9 \pm 0,19 | 37,6 \pm 0,15 | 37,5 \pm 0,14 | $P_{I-II} < 0,01$ $P_{I-III} < 0,01$ |
| Кол-во измерений показателей КЧСМ | 245 | 459 | 394 | |
| Плотность урока, % | 92,3 | 90,7 | 71,2 | |

Учитывая эти данные, не рекомендуется одновременное использование на одном уроке более двух видов ЭСО. В тех случаях, когда это необходимо, продолжительность (непрерывная и суммарная) применения каждого из двух видов ЭСО должна быть уменьшена относительно регламентов, обоснованных для применения одного ЭСО на уроке.

В отличие от традиционных уроков цифровая образовательная среда более активно мобилизует все основные каналы восприятия новой информации – визуальный, слуховой и моторный. Обучающий эффект современных уроков усилен звуковой иллюстрацией, музыкальным сопровождением, анимированными и звуковыми эффектами. При общей положительной оценке влияния современных уроков на развитие когнитивных психофизиологических функций школьников сами педагоги отмечают увеличение информационной нагрузки, интенсивность смены видов деятельности учащихся [Степанов С. Ю., Рябова И. В., 2018 и др.]

Вторым направлением нашего исследования являлось обоснование гигиенически оптимальной структуры урока в новых условиях с активным использованием электронных средств обучения.

Утомительность уроков с использованием электронных средств обучения обусловлена не только продолжительностью их использования, но и организацией этих уроков: интенсификацией учебной работы, числом смен видов учебной деятельности,

наличием комплекса физических упражнений для снятия общего утомления и офтальмотренажа.

Для обоснования оптимальной с гигиенических позиций структуры урока необходимо установление связи между его показателями и ФСО учащихся.

В рамках понятия доказательной медицины оценили силу связи между гигиеническими показателями организации уроков (интенсификация учебной работы, число смен видов учебной деятельности) и показателями УР школьников 5–9-х классов на этих уроках (Таблица 7).

Таблица 7 – Относительный риск (причинно-следственные связи) возникновения переутомления у учащихся 5–9-х классов в зависимости от особенностей организации урока (плотность урока, количество смен видов учебной деятельности)

| Показатели УР школьника (исход) | Показатели организации урока (фактор) | RR | ДИ* | EF, % | Se | Sp |
|--|---|------|-----------|-------|------|------|
| Неблагоприятные сдвиги показателей умственной работоспособности в динамике учебного дня, отражающие явное и выраженное утомление | Высокая плотность урока (более 90%) | 3,34 | 2,47–4,49 | 57,3 | 0,46 | 0,94 |
| | Частые смены видов учебной деятельности (более 7) | 2,5 | 1,4–3,2 | 41,1 | 0,96 | 0,37 |

Примечание: * $p < 0,05$; RR – относительный риск, ДИ – доверительный интервал, EF – этиологическая составляющая, Se – чувствительность метода, Sp – специфичность метода.

Установили, что значимый относительный риск (RR) увеличения распространенности явного и выраженного утомления у учащихся при организации урока с показателем плотности, превышающей 90%, составляет 3,34; при частоте смен видов учебной деятельности более 7 – риск составляет 2,5. Определены следующие физиологически обоснованные показатели гигиенически рациональной организации урока: плотность урока – не более 80% (для начальной школы), не более 90% (для средней школы); количество смен видов учебной деятельности – не более 7 (при непрерывной продолжительности каждого вида учебной деятельности – не более 7–10 минут).

Выполненные исследования подтвердили эффективность использования офтальмотренажа и физкультминуток, содержащих упражнения для снятия общего утомления, на уроках с использованием ЭСО. Показатели работоспособности учащихся на уроках с наличием профилактических мероприятий отличались большей устойчивостью. Интегральный показатель работоспособности у младших школьников к концу урока снижался незначительно, а после урока без ПМ его величина снижалась

почти в 4 раза (с 2,19 до 0,58 усл. ед) по сравнению с исходной. У учащихся среднего школьного возраста после уроков с проведением ПМ интегральный показатель умственной работоспособности даже несколько увеличивался (с 0,95 до 1,25 усл. ед), тогда как уроки без использования ПМ вызывали выраженное утомление более чем у трети школьников (35,7%). При этом ИПР снижался у них (с 1,51 до 0,96 усл. ед). Соответственно снижению работоспособности после уроков без реализации профилактических мероприятий у учащихся и младших, и средних классов ухудшалось функциональное состояние ЦНС и зрительного анализатора: значительно уменьшалась величина КЧСМ (24,6 против 26,5 Гц, $p < 0,05$ и 27,6 против 31,5 Гц, $p < 0,05$ соответственно), что свидетельствует о развитии общего и зрительного утомления.

Организация учебной деятельности на уроках имеет принципиально важное значение в формировании утомления учащихся. В этой связи объективная информация о степени гигиенической рациональности организации учебного процесса на уроке необходима для своевременной ее коррекции. Однако существующие методические подходы ее оценки трудоемки. Нами разработан метод, который упрощает процедуру гигиенической оценки урока в условиях цифровой среды. Он заключается в присвоении баллов учебному занятию по следующим позициям: интенсивность учебной работы (плотность урока), длительность непрерывного и суммарного использования ЭСО, количество смен видов учебной деятельности; наличие комплекса профилактических мероприятий. Использование этого метода позволяет выявить риски возникновения переутомления учащихся и необходимость гигиенической оптимизации организации урока. Информативность метода подтверждена расчетами величин показателя качества теста (0,6), что характеризует его как достаточно чувствительный и специфичный.

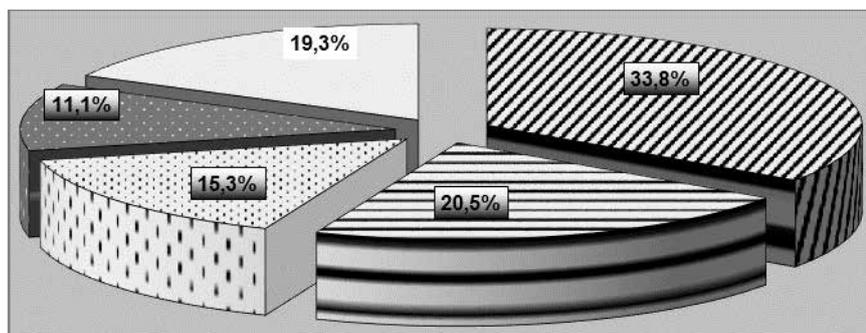
Апробация этого метода на 310 уроков в условиях активного использования цифровых средств обучения позволила определить «слабые», с гигиенических позиций, места в их организации для дальнейшей ее коррекции и оптимизации с целью профилактики развития выраженного утомления учащихся. Разработанный экспресс-метод гигиенической оценки урока может быть использован не только в деятельности органов Роспотребнадзора при проведении санитарно-гигиенического обследования общеобразовательных организаций, но и администрацией, педагогами, медицинскими

работниками школ в качестве самоаудита учебного процесса с целью снижения его утомительности.

На современном этапе основной структурной единицей образовательного процесса остается урок, встроенный в систему учебного расписания.

В основе гигиенически рационально составленного учебного расписания лежит представление о степени утомительности школьных предметов [Громбах С. М., 1978; Степанова М. И., 1984; Попова Н. М., Сапожникова Г. М., 1988; Гребняк Н.П., Щудро С.А., 2010; Ефимова Н.В. с соавт., 2016] и особенностях дневной и недельной динамики работоспособности школьников. Реализация новых Федеральных государственных образовательных стандартов, внесших изменения в содержание учебных предметов, активное использование цифровых средств обучения актуализировали третье направление нашего исследования – выявление факторов, определяющих утомительность современного урока и обновление шкал трудности учебных предметов для построения гигиенически рационального школьного расписания.

Для выявления степени взаимосвязи характеристик утомительности современного урока данные анкетирования школьников 1–9-х классов относительно трудности, сложности учебных дисциплин были подвергнуты многомерному факторному анализу. В результате анализа подтверждена многокомпонентность понятия утомительность урока в условиях цифровой среды. Выделили 4 значимых фактора, формирующих утомительность урока и составляющих 80,6% общей дисперсии (Рисунок 7). Методом логической интерпретации объяснили полученные факторы: собственно трудность учебного предмета, оцененная респондентами в баллах (сложность, объем, новизна); состояние организма ребенка (возрастно-половые особенности, способности и наклонности, эмоциональный настрой); условия обучения, характерные для определенного города, школы, класса. Установлено, что вклад фактора «трудность учебных предметов» в утомительность урока - наибольший (33,8%), что подтверждает его важность в изучаемой проблеме и обуславливает необходимость учета при формировании школьного расписания.



- Трудность учебных предметов
- Возрастно-половые особенности учащихся
- Условия обучения
- Индивидуальные склонности и способности учащихся
- Прочие факторы

Рисунок 7 – Факторы, формирующие утомительность урока

Разработаны новые шкалы трудности учебных предметов (для каждой возрастной группы учащихся 1-9-х классов) и алгоритм гигиенической оценки расписания (с электронной версией), использование которых позволит не только гигиенически рационально сформировать учебное расписание, но и выявить необходимость его оптимизации для профилактики переутомления учащихся.

Изучение с помощью разработанного алгоритма гигиенической рациональности более 500 недельных учебных расписаний в школах г. Москвы установило, что нерационально оно составлено у 39,2% классных коллективов. В ходе оценки 2805 дневных расписаний несоответствие дневной динамики показателю трудности учебных предметов физиологической кривой УР в динамике дня было выявлено в 59,2% случаев.

С позиций доказательной медицины рассчитали величины относительного риска частоты возникновения неблагоприятных сдвигов УР на фоне нерационального (с позиций трудности учебных предметов) учебного расписания. Установили, что обучение в условиях гигиенически нерационального недельного расписания уроков повышает риск увеличения распространенности явного и выраженного утомления школьников более чем в 2 раза. Значимый относительный риск возникновения

переутомления школьников на фоне нерационального дневного расписания составляет 2,64 (Таблица 8).

Таблица 8 – Относительный риск (причинно-следственные связи) возникновения явного и выраженного утомления учащихся 5–9-х классов в зависимости от гигиенической рациональности школьного расписания

| Показатель УР школьника (исход) | Фактор учебного процесса | RR | ДИ | EF | Se | Sp |
|--|--|-------|-----------|------|-------|-------|
| Неблагоприятные сдвиги показателей умственной работоспособности в динамике учебного дня, отражающие выраженное утомление | 1. Несоответствие «кривой трудности» учебных предметов недельной динамике умственной работоспособности | 2,13* | 1,04–3,22 | 30,7 | 0,835 | 0,421 |
| | 2. Несоответствие «кривой трудности» учебных предметов дневной динамике умственной работоспособности | 2,64* | 2,13–3,27 | 53,3 | 0,295 | 0,968 |

Примечание –* – $p < 0,05$; RR – относительный риск; ДИ – доверительный интервал; EF – этиологическая составляющая; Se –чувствительность метода, Sp – специфичность метода.

Для профилактики возросших рисков развития переутомления школьников в условиях цифровой образовательной среды необходимо иметь возможность управления рядом факторов учебного процесса. Это обусловило потребность в выявлении зависимости частоты возникновения случаев выраженного утомления учащихся от показателей организации урока и учебного расписания с целью прогнозирования таких функциональных состояний в динамике учебного дня. С помощью множественного регрессионного анализа разработана математическая модель зависимости показателей выраженного утомления учащихся от основных показателей урока (плотность, продолжительность использования ЭСО) и характеристик школьного расписания (Уравнение 1).

$$Y = -0,138 + 0,202 \times \text{Пл} + 0,415 \times \text{ЭСО} + 0,44 \times \text{Расп} \pm 0,3, \quad (1)$$

где Y – количество неблагоприятных сдвигов УР у школьников в течение учебного дня (зависимая переменная).

Независимые переменные:

Пл – плотность урока – количество времени урока, затраченного непосредственно на учебную деятельность;

ЭСО – время использования электронных средств обучения на уроке (интерактивная доска, стационарный компьютер, ноутбук);

Расп – степень гигиенической рациональности дневного учебного расписания;

-0,138 – константа, показывающая значение зависимой переменной в случае, когда все независимые равны нулю;

0,3 – член ошибки (стандартная ошибка оценки).

Полученная регрессионная модель, объясняющая более половины (54%) изменчивости зависимой переменной, показала, что повышение плотности урока выше 90% сопровождается увеличением числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление учащихся в конце учебного дня, на 0,202 единицы; использование ЭСО на уроке сверх установленных гигиенических регламентов обуславливает увеличение доли неблагоприятных сдвигов УР учащихся на 0,415 единиц; гигиенически нерационально (без учета трудности учебных предметов) составленное дневное расписание способствует повышению числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,440 единиц.

Установлено, что по степени влияния на развитие выраженного утомления учащихся в процессе обучения факторы учебного процесса располагаются следующим образом: гигиеническая нерациональность расписания в течение учебного дня, продолжительность использования ЭСО на уроке и плотность урока. Эти показатели могут служить индикаторами развития переутомления школьников при гигиенической оценке образовательного процесса в школе.

Комплексный анализ полученных результатов исследования позволил сформулировать следующие гигиенические принципы организации обучения в условиях цифровой образовательной среды:

1. Принцип социально-биологической сбалансированности
2. Принцип комплексности
3. Принцип дифференцированности
4. Принцип динамичности

Организация обучения в условиях цифровой образовательной среды с учетом вышеобоснованных гигиенических принципов должна гарантировать ее соответствие возрастным и функциональным возможностям учащихся; поддержание высокого уровня умственной работоспособности и профилактику выраженного утомления в процессе обучения.

Данные гигиенические принципы мы рассматривали в качестве научной основы технологии обеспечения безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде включающей:

- 1) обеспечение комплекса мер по соблюдению безопасных условий среды в помещениях, где организован учебный процесс с использованием электронных средств

обучения (нормативные показатели микроклимата, электромагнитных полей, благоприятные условия зрительной работы, физиологически оптимальной осанки школьников и др.);

2) соблюдение гигиенически обоснованных возрастных регламентов непрерывной и суммарной продолжительности использования ЭСО в учебном процессе;

3) рациональная с гигиенических позиций организация уроков. Мониторинг организации учебной деятельности с помощью разработанного экспресс-метода «Гигиеническая оценка урока в общеобразовательном учреждении в условиях цифровой образовательной среды»;

4) составление расписания уроков с использованием новых шкал трудности учебных предметов и учетом дневной и недельной динамики УР учащихся. Применение электронного методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания;

5) формирование и повышение компетенций всех участников образовательного процесса (педагогов, учащихся, родителей) по вопросам безопасного использования электронных средств обучения (Рисунок 8).

Материалы работы нашли отражение в следующих документах:

– СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях» (Изменение № 3 от 24.11.2015);

– методические рекомендации «Гигиенические требования к организации занятий с использованием средств информационно-коммуникационных технологий: Гигиена детей и подростков». Сборник нормативно-методических документов / под ред. член-корр. РАМН В. Р. Кучмы. М.: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН, 2013;

– руководство «Системная гигиеническая диагностика санитарно-эпидемиологического благополучия учащихся» / под. ред. В. Р. Кучмы. М.: ФГБНУ НЦЗД, 2014. 304 с.;



Рисунок 8 – Технология обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой образовательной среде

– федеральные рекомендации «Контроль за соблюдением санитарно-гигиенических условий и организации занятий с использованием ЭСО в образовательных организациях» ФР РОШУМЗ-31-2016. Утверждены Профильной комиссией МЗ России по школьной медицине и гигиене детей и подростков 10.10.2016. Протокол № 6;

– База данных «Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания». Авторы: Александрова И. Э., Степанова М. И., Курганский А. М. Свидетельство о государственной регистрации № 2017621265 от 01.11.2017.

Представленные гигиенические рекомендации по оптимизации организации обучения в условиях цифровой среды предназначены для осуществления надзорных мероприятий органами Роспотребнадзора, а также для администрации, медицинских работников и педагогов общеобразовательных учреждений и родителей.

Таким образом, организация образовательного пространства, построение учебного процесса с помощью технологии обеспечения безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде будет способствовать профилактике выраженного утомления в процессе обучения и, в конечном счете, профилактике возникновения школьно-обусловленных заболеваний учащихся.

Выводы

1. Обучение в условиях цифровой среды характеризуется неоднозначным (разнонаправленным) воздействием на функциональное состояние организма учащихся. Позитивное влияние использования ЭСО выражается в повышении уровня умственной работоспособности школьников (интегральный показатель на уроке с ЭСО – 1,43 против 0,36 усл.ед. без их использования), оптимизации функции зрительного анализатора (величина критической частоты слияния световых мельканий на уроке с ЭСО - 36,5 против 34,5 Гц без их использования); эмоциональной активизации деятельности ЦНС (более 80,0% школьников предпочитают уроки с использованием ИД, для 38,3% - урок становится более интересным). Негативное воздействие обусловлено интенсификацией учебной деятельности, увеличением объема информации и приводит к ухудшению функционального состояния организма учащихся (снижение УР, величины КЧСМ, объема аккомодации цилиарной мышцы глаза), что позволяет рассматривать ЭСО как значимый фактор риска развития переутомления школьников.

2. Научно обоснованы дифференцированные по возрасту регламенты безопасного использования различных ЭСО в процессе обучения, соблюдение которых позволит предотвратить ухудшение функционального состояния организма и риск развития переутомления учащихся.

Выполнение регламентов должно сочетаться с соблюдением нормативных показателей светового режима, микроклимата в учебных помещениях и других требований, предусмотренных санитарным законодательством.

3. Установлено, что уроки в начальной школе с одновременным использованием двух видов ЭСО (интерактивная доска, ноутбук) значительно повышают интенсификацию учебной работы и сопровождаются более выраженным утомлением младших школьников, чем уроки без использования ЭСО и уроки с применением одного вида ЭСО (интегральный показатель работоспособности: 0,68 усл. ед. против 1,0 усл. ед. и 1,02 усл. ед.; КЧСМ: 36,9 Гц против 37,6 Гц и 37,5 Гц; $p < 0,01$).

4. Показано, что негативное влияние использования ЭСО на функциональное состояние организма учащихся определяется не только продолжительностью их использования, но и степенью интенсификации учебной деятельности. При повышении интенсификации учебной деятельности на уроках с применением ЭСО более 80% в начальных и более 90% в средних классах неблагоприятные сдвиги УР регистрируются даже при соблюдении регламентов их непрерывного использования.

5. Установлен значимый относительный риск увеличения распространенности явного и выраженного утомления учащихся средних классов: при интенсификации учебной деятельности на уроке, превышающей 90% - более чем в 3 раза, а при частоте ее смен более 7 – в 2,5 раза.

Для оптимизации гигиенической оценки урока в условиях цифровой образовательной среды разработан экспресс-метод, апробация которого показала, что, лишь $14,0 \pm 1,9\%$ уроков соответствуют гигиеническим требованиям.

6. Установлен вклад факторов, определяющих утомительность урока в условиях цифровой среды. Выделили 4 значимых фактора, формирующих утомительность урока и составляющих 80,6% общей дисперсии: трудность учебного предмета (сложность, объем); особенности учащихся (возраст, пол, учебная мотивация, предпочтения учебных предметов); условия обучения, наклонности и способности ребенка. Вклад фактора «трудность учебного предмета» в общую дисперсию наибольший – 33,8%, что

свидетельствует о его приоритетном влиянии на формирование учебного утомления школьников.

7. Для составления гигиенически рационального расписания в 1–9-х классах разработаны новые шкалы трудности учебных предметов, учитывающие инновации современного образования, в том числе использование ЭСО. Создан электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания, применение которого снижает трудоемкость процедуры гигиенической оценки расписания. Он может быть рекомендован и в качестве инструмента для самоаудита учебного процесса в школе.

8. Гигиеническая оценка расписаний уроков с использованием электронного методического комплекса в общеобразовательных школах показала, что почти в 40% случаев оно составлено нерационально ($33,5 \pm 3,0\%$ в начальных классах и в $43,2 \pm 2,7\%$ – средних). При обучении на фоне расписаний занятий, не учитывающих функциональные возможности организма учащихся, значимый относительный риск увеличения распространенности явного и выраженного утомления школьников составляет 2,64 и 2,13 (соответственно для дневного и недельного расписаний).

9. Установлена зависимость развития выраженного утомления учащихся от показателей организации обучения (длительность применения ЭСО и интенсивность учебной деятельности на уроке, способ чередования учебных предметов в школьном расписании), которые могут служить индикаторами риска развития переутомления школьников при гигиенической оценке образовательного процесса в школе.

10. Результаты комплексных исследований позволили обосновать систему гигиенических принципов организации обучения в условиях цифровой среды:

а) принцип *социально-биологической сбалансированности*: максимальное использование положительного влияния электронных средств обучения на функциональное состояние организма и мотивацию учащихся при максимальном ограничении неблагоприятного влияния ЭСО.

б) принцип *комплексности*:

– учет влияния на организм школьника как собственно ЭСО, так и организации учебного процесса (интенсификация и число смен видов учебной деятельности, наличие физкультминуток и офтальмотренажа); условий использования ЭСО;

- приоритет использования на уроках в начальных классах одного вида ЭСО;
 - учет суммарного воздействия использования ЭСО на функциональное состояние организма учащихся за учебный день;
 - проведение комплекса профилактических мероприятий, касающихся организации учебной работы, средовых и эргономических условий использования в учебном помещении;
- в) принцип *дифференцированности* – использование ЭСО с учетом возрастных функциональных возможностей детей (продолжительность использования, выбор электронного средства);
- г) принцип *динамичности* – обновление парка электронных средств обучения и содержания школьных дисциплин диктует необходимость своевременного пересмотра гигиенических регламентов их использования и шкал трудности учебных предметов.

Соблюдение указанных принципов будет способствовать формированию профилактической среды в школе в условиях активного использования цифровых средств обучения.

11. Гигиенические принципы организации учебного процесса явились научной основой технологии обеспечения безопасных условий обучения школьников в цифровой образовательной среде, включающей следующие мероприятия:

- соблюдение регламентов непрерывной и суммарной продолжительности использования ЭСО в учебном процессе;
- гигиенически рациональная организация урока и учебного расписания;
- обеспечение благоприятных условий зрительной работы, физиологически оптимальной позы школьников, нормативных показателей микроклимата, электромагнитных полей в учебном помещении;
- формирование и повышение компетенций всех участников образовательного процесса (педагогов, учащихся, родителей) по вопросам безопасного использования электронных средств обучения.

Практические рекомендации

Полученные в работе результаты позволили представить практические рекомендации по обеспечению гигиенической безопасности использования ЭСО в процессе обучения школьников.

1. Обоснованные в работе регламенты применения электронных средств обучения (интерактивная доска, персональный компьютер с жидкокристаллическим монитором, ноутбук) предназначены для использования в деятельности органов Роспотребнадзора и общеобразовательных организаций.

2. Разработанный экспресс-метод гигиенической оценки урока и «Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания» применимы при проведении санитарно-гигиенического обследования общеобразовательных организаций органами Роспотребнадзора.

3. Экспресс-метод гигиенической оценки урока может быть использован администрацией, педагогами, медицинскими работниками общеобразовательных организаций в качестве самоаудита для оптимизации учебного процесса.

4. Разработанные новые шкалы трудности учебных предметов рекомендуется использовать педагогам и администрации образовательных организаций при формировании школьного расписания.

5. Результаты работы целесообразно учитывать при подготовке врачей по гигиене детей и подростков Роспотребнадзора и детских поликлиник (детских отделений поликлиник), медицинских работников общеобразовательных учреждений.

6. Материалы работы могут быть использованы для повышения компетенции всех участников образовательного процесса (педагогов, учащихся, родителей) по вопросам безопасного использования ЭСО и организации процесса обучения (урока, расписания) в условиях цифровой среды.

Список научных работ

1. Александрова, И.Э. Новая шкала трудности учебных предметов как инструмент гигиенической регламентации школьных нагрузок / И.Э. Александрова, М.И. Степанова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2003. – № 9. – С. 21.

2. Александрова, И. Э. С позиций сбережения детского здоровья: новые шкалы трудности учебных предметов / М.И. Степанова, И.Э. Александрова, А.С. Седова // **Директор школы**. – 2004. – № 4. – С. 87.

3. Александрова, И.Э. Повышение уровня гигиенической рациональности урока как один из инструментов первичной профилактики нарушений здоровья старшеклассников в современной школе / И.Э. Александрова, А.С. Седова // Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса / ГУ Научный центр здоровья детей РАМН. – 2004. – С. 55–56.
4. Александрова, И. Э. Трудность школьных учебных предметов как гигиеническая проблема / М.И. Степанова, И.Э. Александрова, А.С. Седова // Сборник научных тезисов и статей Межрегиональной научно-практической конференции «Здоровье и образование в XXI веке». – Майкоп, 2005. – С. 18–24.
5. Александрова, И.Э. Новая шкала трудности учебных предметов в современной школе / М.И. Степанова, И.Э. Александрова, А.С. Седова // Вестник образования России. – 2005. – № 9. – С. 39.
6. Александрова, И. Э. Регламентация учебной нагрузки как фактор сохранения здоровья школьников / И.Э. Александрова, М.И. Степанова, А.С. Седова // **Российский педиатрический журнал**. – 2009. – № 2. – С. 11–13.
7. Александрова, И.Э. Гигиеническая целесообразность расписания уроков / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, И.Э. Александрова, И.П. Лашнева, М.А. Поленова, Т. В Шумкова // Народное образование. – 2010. – № 9. – С. 206–210.
8. Александрова, И.Э. Профилактика нарушений здоровья школьников в процессе обучения / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, М.А. Поленова, А.С. Седова, И.Э. Александрова, И.П. Лашнева, Т.В. Шумкова, С.А. Уланова // **Российский педиатрический журнал**. – 2011. – № 3. – С. 46–49.
9. Александрова, И. Э. Гигиеническая оценка инновационных способов составления расписания уроков в школе / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, М.А. Поленова, А.С. Седова, И.Э. Александрова, И.П. Лашнева, Т. В. Шумкова // **Гигиена и санитария**. – 2012. – № 1. – С. 64–66.
10. Александрова, И.Э. О гигиенической целесообразности использования ноутбука в начальной школе / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, И.Э. Александрова, Е.Д. Лапонова, Т.В. Шумкова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2012. – № 8. – С. 27–29.
11. Александрова, И.Э. Новые подходы к гигиенической оценке условий и режимов обучения в общеобразовательных учреждениях / Л. М. Сухарева, В.Р. Кучма, М.И.

- Степанова, И.Э. Александрова, Т.В. Шумкова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2013. – № 8 (245). – С. 4–5.
12. Aleksandrova, I.E. Optimizing the timetable as a way of preventing fatigue in schoolchildren / I.E. Aleksandrova // The 4Th european Conference on health promoting schools – Equity, Education and Health Abstracts. – 2013. – P. 216.
13. Aleksandrova, I.E. Pros and cons of e-learning / M. I. Stepanova, Z.I. Sazanyuk, I.E. Aleksandrova, I.P. Lashneva, T.V. Shumkova // The 4th european Conference on health promoting schools – Equity, Education and Health Abstracts. – 2013. – P. 307–308.
14. Александрова, И.Э. Новый методический подход к гигиенической оценке условий обучения и воспитания детей в образовательных организациях / В. Р. Кучма, М. И. Степанова, И.Э. Александрова, Т.В. Шумкова, А.С. Седова, И.В. Звезда, В.В. Молдованов, С.Г. Сафонкина // **Гигиена и санитария**. – 2014. – Т. 93. – № 4. – С. 110–115.
15. Александрова, И.Э. Обоснование гигиенических требований к использованию интерактивной доски в учебном процессе / М.И. Степанова, И.Э. Александрова, З.И. Сазанюк, Б.З. Воронова, И.П. Лашнева, Т.В. Шумкова. // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2014. – № 5 (254). – С. 12–14.
16. Александрова, И. Э. Системная гигиеническая диагностика санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся: Руководство / В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева, Е. И. Шубочкина, М. И. Степанова, И. В. Звезда, Т. В. Шумкова, И. Э. Александрова, А. С. Седова, Е. М. Ибрагимова, С. А. Уланова, Е. Е. Андреева, А. В. Иваненко, В. И. Хизгияев, С. Г. Сафонкина, В. В. Молдованов, З. М. Омариёв, В. В. Руднева, Т. В. Гололобова; под редакцией члена-корреспондента РАН В. Р. Кучмы. – М.: ФГБНУ НЦЗД, 2014. – 304 с.
17. Александрова, И.Э. Гигиенические проблемы использования электронных средств обучения в начальной школе / М.И. Степанова, И.Э. Александрова, З.И. Сазанюк, Е.Д. Лапонова, И.П. Лашнева, Т.В. Шумкова, Н.О. Березина // **Научные ведомости Белгородского государственного университета**. Серия: Медицина. Фармация. – 2014. – Т. 28. № 24-1 (195). – С. 98–102.
18. Александрова, И. Э. Гигиеническая регламентация использования электронных образовательных ресурсов в современной школе / М. И. Степанова, И. Э. Александрова,

З. И. Сазанюк, Б. З. Воронова, И. П. Лашнева, Т. В. Шумкова, Н. О. Березина // **Гигиена и санитария**. – 2015. – Т. 94. № 7. – С. 64–68.

19. Александрова, И. Э. Оптимизация гигиенической оценки учебного расписания в школе / И. Э. Александрова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2015. – № 8 (269). – С. 24–27.

20. Александрова, И. Э. Разработка и определение эффективности метода гигиенической оценки школьного урока / И. Э. Александрова, З. И. Сазанюк // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2016. – № 10. – С. 29–31.

21. Александрова, И. Э. К вопросу о гигиенической оценке уровня СЭБ: апробация нового гигиенического подхода / В. Р. Кучма, М. И. Степанова, Т. В. Шумкова, И. Э. Александрова, А. С. Седова, В. В. Молдованов, С. Г. Сафонкина // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2016. – № 5 (278). – С. 30–32.

22. Aleksandrova, I. E. The digital environment in educational institutions: how to assure safety for children's health / M. I. Stepanova, I. E. Aleksandrova // Mind the gap! Building bridges to better health for all young people EUSUHM 2017. The 19th EUSUHM Congress Youth Health Care in Europe. – 2017. – P. 192.

23. Александрова, И. Э. О взаимосвязи показателей утомляемости учащихся с факторами урока и школьного расписания / И. Э. Александрова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2017. – № 8 (293). – С. 24–26.

24. Александрова, И. Э. К вопросу о гигиенической оценке школьного расписания / И. Э. Александрова, Т. В. Шумкова, М. И. Степанова // **Санитарный врач**. – 2017. – № 10. – С. 31–35.

25. Александрова, И. Э. К вопросу о гигиенической оценке урока / И. Э. Александрова, С. А. Уланова // **Санитарный врач**. – 2018. – № 3. – С. 22–26.

26. Александрова, И. Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды / И. Э. Александрова // **Здоровье населения и среда обитания**. – 2018. – № 3 (300). – С. 15–17.

Александрова, И. Э. Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания / И. Э. Александрова, М. И. Степанова, А. М. Курганский // **Объект интеллектуальной собственности база данных**: свидетельство № 2017621265 от 01.11.2017. – Бюл. №11-2017.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВУД – виды учебной деятельности
ДЭС – дискомфортные эмоциональные состояния
ИД – интерактивная доска
ИПР – интегральный показатель работоспособности
ЖК-монитор – жидкокристаллический монитор
КТ – качество теста
КЧСМ – критическая частота слияния световых мельканий
КУ – коэффициент утомляемости
НБ – ноутбук
ОА – объем аккомодации
ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция
ПК – персональный компьютер
ПМ – профилактические мероприятия
РДО – реакция на движущийся объект
ТСО – технические средства обучения
УР – умственная работоспособность
ФС – функциональное состояние
ФСО – функциональное состояние организма
ЦНС – центральная нервная система
ЭСО – электронные средства обучения